

REVISTA | MAGAZINE

IPH

22

INSTITUTO DE
PESQUISAS
HOSPITALARES
ARQUITETO
JARBAS KARMAN



REVISTA IPH

EDIÇÃO Nº 22 OUTUBRO DE 2025

Revista IPH

Edição Nº22
Outubro de 2025

Conselho Editorial

Fabio Bitencourt
Jorgeny Catarina Gonçalves
Marilena Pacios
Ricardo Karman diretoria@iph.org.br

Editor

Marcio Nascimento de Oliveira marcio@iph.org.br

Expediente IPH

Maria Fernanda Mendes acervo@iph.org.br
Rita Moraes secretaria@iph.org.br
Terezinha Vendramini karman@karman.com.br

Projeto Gráfico

Nathalia Duran

Tradução

Espanhol Martin y Claudia Cadillo
Inglês Marina Jarouche

Imagem da capa

Hospital Infantil Shawn Jenkins
Arquitetura Perkins & Will
Fotógrafo Halkin Mason Photography

ISSN 2358-3630

DOI 10.62558/2358-3630/22.01

Endereço para correspondência

IPH - Instituto de Pesquisas Hospitalares Arquiteto Jarbas Karman
Rua Vargem do Cedro, nº74 , Sumaré
São Paulo - SP
CEP 01252-050
telefone (11) 3868-4830
e-mail revista@iph.org.br
endereço eletrônico www.iph.org.br/revista

VERSÃO EM

Revista IPH
outubro de 2025

PORTUGUÊS

Sumário

Editorial	04
Marcio Nascimento de Oliveira	
Artigo	06
Método integrado para avaliação de qualidade e desempenho e certificação de edificações de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde	
Rafael Santos Gonçalves de Assis, Gerson Oliveira Penna, Márcio Augusto Roma Buzar, Ana Luíza Alves de Oliveira e João da Costa Pantoja	
Artigo	32
Arquitetura hospitalar responsiva à neurodiversidade	
Ciro Férrer Herbst Albuquerque	
Artigo	60
Saúde 4.0 e lean healthcare nos hospitais de Santa Catarina: mapeando a adoção e explorando a integração	
João Paulo Lucchetta Pompermaier, Julia Madrid Kaefer e Lizandra Garcia Lupi Vergara	
Resenha	81
Resenha do livro “Jarbas Karman, arquiteto”	
Erick Rodrigo da Silva Vicente	
Versão em Espanhol	85
Versão em Inglês	170

Editorial

Caros leitores,

É com grande satisfação que apresentamos a 22ª edição da Revista IPH, reafirmando nosso compromisso com a disseminação de conhecimento qualificado, crítico e multidisciplinar no campo da arquitetura e infraestrutura hospitalar. Esta edição reúne uma seleção de trabalhos inéditos que refletem a complexidade e a diversidade de temas que envolvem o planejamento, a gestão e o futuro dos ambientes de saúde.

Abrimos esta edição com o artigo “Método Integrado para Avaliação de Qualidade e Desempenho e Certificação de Edificações de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde”, que propõe um modelo abrangente de avaliação e certificação de edificações de saúde. A pesquisa apresenta critérios objetivos para qualificar e quantificar variáveis críticas de conservação e desempenho, contribuindo significativamente para o aprimoramento da infraestrutura hospitalar e para a tomada de decisão baseada em evidências.

Em seguida, o artigo “Arquitetura Hospitalar Responsiva à Neurodiversidade” aborda um tema emergente e urgente: a inclusão sensível de pacientes neurodivergentes nos ambientes de saúde pediátrica. A partir de uma pesquisa aplicada, são apresentadas diretrizes práticas para o desenvolvimento de projetos que priorizem a clareza, a previsibilidade e o controle do ambiente, proporcionando maior conforto e segurança tanto para os pacientes quanto para seus familiares.

Com uma abordagem voltada à inovação e à gestão, o artigo “Saúde 4.0 e *Lean Healthcare* nos hospitais de Santa Catarina: mapeando a adoção e explorando a integração” revela o panorama atual da aplicação dessas metodologias. A pesquisa evidencia a baixa disseminação das práticas de *Lean Healthcare*, bem como os desafios comuns enfrentados pelas instituições na adoção de novas tecnologias e processos. Trata-se de uma contribuição essencial para refletirmos sobre a transformação digital e cultural necessária no setor hospitalar.

Além dos três artigos, esta edição apresenta também uma resenha do novo livro sobre Jarbas Karman, arquiteto e fundador do Instituto de Pesquisas Hospitalares. A publicação presta uma justa homenagem à sua trajetória, reunindo desenhos, fotos inéditas e registros valiosos que narram a história de um dos principais nomes da arquitetura hospitalar brasileira.

A Revista IPH segue consolidando-se como um espaço de convergência entre profissionais de saúde, arquitetos, engenheiros, gestores, acadêmicos e demais interessados no aprimoramento dos espaços assistenciais. A diversidade temática e o caráter interdisciplinar dos textos aqui reunidos ilustram o dinamismo e a relevância desse campo de atuação.

Convidamos todos os pesquisadores, profissionais e estudantes a submeterem seus trabalhos e a colaborarem com as próximas edições da Revista IPH. Vamos, juntos, construir ambientes de saúde mais humanos, eficientes e inovadores.

Boa leitura!

Arq. Marcio Nascimento de Oliveira

Editor

Método integrado para avaliação de qualidade e desempenho e certificação de edificações de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde

Autores

Rafael Santos Gonçalves de Assis Universidade de Brasília (UnB).

Gerson Oliveira Penna Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Márcio Augusto Roma Buzar Universidade de Brasília (UnB)

Ana Luíza Alves de Oliveira Universidade de Brasília (UnB)

João da Costa Pantoja Universidade de Brasília (UnB)

DOI: 10.62558/2358-3630/22.01.01

Resumo

O trabalho apresenta um método para avaliação e certificação de edificações de estabelecimentos de saúde, qualificando e quantificando variáveis críticas de conservação e desempenho. A metodologia consistiu em pesquisa experimental, seguida da proposição de modelo de avaliação padronizado e multiparamétrico, aplicado em dois estudos de caso: o Super Centro Carioca de Vacinação (Rio de Janeiro) e a Unidade Básica de Saúde 5 do Riacho Fundo II (Distrito Federal). Os resultados demonstram a aplicabilidade do método na certificação de edificações com diferentes graus de conservação e complexidade. Propôs-se o Indicador de Qualidade e Desempenho (I_{QD}) para situar as edificações em categorias de excelência. Concluiu-se que o modelo proposto é flexível e adaptável, podendo ser replicado em diferentes tipologias de estabelecimentos, oferecendo suporte à tomada de decisão e à implementação de políticas públicas voltadas à qualidade do ambiente construído.

Palavras-chave:

gestão em saúde; estabelecimentos de saúde; arquitetura hospitalar; vigilância em saúde pública; desenvolvimento sustentável.

Introdução

No Brasil, há pouca literatura acadêmica sobre a qualidade do ambiente físico de saúde (MS, 2013). Dessa forma, sem embasamento teórico, ainda é prática comum restaurar um edifício apenas quando se atinge níveis críticos de deterioração.

A ausência de uma cultura da manutenção afeta diretamente os edifícios, apresentando-se como um dos desafios que remetem não apenas às dimensões técnica e material, mas também ao arcabouço teórico da conservação (Moreira, 2011).

Hoje, encontra-se na manutenção preventiva de longo prazo uma das melhores estratégias para conservação dos bens patrimoniais, sendo indicada a criação de sistemas de inspeção e manutenção periódica que possam substituir os trabalhos de restauro, bem como um sistema de gestão que vise à conservação e à sustentabilidade dos bens imóveis.

Manutenção, reabilitação e beneficiação de ambientes construídos se apresentam como formas de aumento de desempenho e eficiência, sendo vantajosas em relação à construção de novos espaços, devido a aspectos tanto econômico-financeiros como ambientais. Assim, essas ações são vantajosas não somente sob a visão do desenvolvimento sustentável – ou ecologicamente responsável –, mas também porque influenciam econômica e financeiramente a gestão dessas edificações (Donegá, 2021).

Aqui, a reabilitação é entendida como o conjunto de operações dirigidas à conservação e ao restauro das partes significativas – em termos históricos, estéticos e funcionais – de uma arquitetura, incluindo a sua beneficiação geral, de forma a permitir-lhe satisfazer níveis de desempenho e exigências atualizadas. Esse conceito pode ser aplicado tanto no contexto de intervenções urbanas amplas quanto no de intervenções realizadas em edifícios. Por sua vez, a beneficiação é a reabilitação destinada a proporcionar desempenho superior ao inicial (Paiva; Aguiar; Pinho, 2006).

Os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) se desgastam ao longo da sua vida útil, seja pelo envelhecimento natural, seja por ações externas acidentais de origem humana ou natural. Essas alterações comprometem o desempenho das funções para que foram concebidos, podendo até colocar em risco a segurança dos ocupantes (Pantoja *et al.*, 2020).

Edificações de qualidade e um ambiente funcional são fundamentais para garantir a segurança dos usuários do sistema e favorecem conforto e acolhimento aos usuários e aos profissionais.

Por sua vez, o acolhimento como postura e prática nas ações de atenção e gestão nas unidades de saúde favorece a construção de uma relação de confiança e compromisso dos usuários com as equipes e os serviços,

contribuindo para a promoção da cultura de solidariedade e para a legitimação do sistema público de saúde. Como consequência, um espaço de saúde de qualidade e um ambiente que favoreça conforto e acolhimento trazem, também, a possibilidade de avanços na aliança entre usuários, trabalhadores e gestores da saúde em defesa do Sistema Único de Saúde (SUS) como uma política pública essencial voltada à população brasileira (MS, 2010).

Os EAS no Brasil estão diretamente subordinados às recomendações e diretrizes do Ministério da Saúde (MS) e, complementarmente, aos órgãos regulamentadores e fiscalizadores, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Quanto ao planejamento arquitetônico dessas edificações, deve ser considerada principalmente a Resolução da Diretoria Colegiada nº 50, de 21 de fevereiro de 2002 (RDC 50) (Anvisa, 2002), que trata basicamente da definição dos elementos que compõem os equipamentos de saúde, aplicação e características exigíveis, bem como dos requisitos para operação.

Este estudo subsidia a tomada de decisão de gestores acerca da importância e da necessidade de manutenção de espaços da saúde por meio da disponibilização de dados sobre a situação das estruturas, funcionalidade e qualidade dos ambientes, de forma regular e padronizada, viabilizando o acompanhamento das condições de degradação e desempenho dessas edificações, como mais uma estratégia de alcance dos princípios constitucionais relativos à saúde da população.

Propõe-se um modelo multiparamétrico para qualificar e quantificar variáveis importantes no estudo e na avaliação da conservação e do desempenho de estabelecimentos de saúde, posteriormente aplicado nas unidades de referência para estudos de caso.

Método

Trata-se de pesquisa experimental, seguida da proposição de processo de avaliação padronizado, com modelo multiparamétrico, para qualificar e quantificar o estado de conservação e o desempenho dos EAS e certificação das edificações. O modelo foi aplicado em dois estudos de caso, disponibilizando dados sobre a situação das estruturas, a funcionalidade e a qualidade dos ambientes.

A coleta de dados foi feita durante avaliações *in loco* das unidades de referência, das quais resultaram registros documentais e fotográficos que viabilizaram a conclusão do estudo.

O processo de avaliação e certificação se deu em dez etapas, compreendendo os aspectos mais pertinentes ao estudo. As etapas

seguem a sequência lógica mais adequada ao tipo de avaliação, sistematizando os diversos processos apresentados a seguir.

Definição dos elementos de avaliação

Selecionados com base na RDC 50, observam parâmetros que contemplam todas as diversas tipologias dos EAS. Segundo as classificações da norma, foram selecionados elementos fundamentais para que as edificações operem adequadamente, assegurando um ambiente funcional e seguro, observando os seguintes aspectos:

- . *Aparência*: avaliação da conservação estética dos ambientes;
- . *Funcionalidade*: análise de fluxos e organização espacial;
- . *Segurança*: conformidade com normas de segurança e acessibilidade;
- . *Condições ambientais de controle de infecção*: avaliação dos requisitos ambientais que minimizam o risco de infecções;
- . *Organização físico-funcional*: estrutura e disposição física dos elementos internos; e
- . *Dimensionamento e instalações prediais*: adequação das dimensões e dos sistemas técnicos para o bom funcionamento dos serviços.

Avaliação do estado de conservação (C)

As unidades são classificadas conforme critério de Heidecke, associando-se ao estado de conservação um Coeficiente de Depreciação (C). O critério é uma ponderação que estabelece que, ao longo da vida útil da edificação, o estado de conservação define como os danos se desenvolverão. Nove estados de conservação são propostos (Nova = 0,000; Entre nova e regular = 0,003; Regular = 0,025; Entre regular e reparos simples = 0,081; Reparos simples = 0,181; Entre reparos simples a importantes = 0,332; Reparos importantes = 0,526; Entre reparos importantes a sem valor = 0,752; e Sem valor = 1,000), determinando a correlação qualitativa e quantitativa que auxilia a inspeção visual (Oliveira; Pantoja, 2021).

Inspeção predial pelo Método GUT_c

Proposto por Oliveira e Pantoja (2021), o modelo destaca-se pela facilidade e rápida aplicação para soluções de problemas e gestão de riscos. Cada um dos elementos da matriz (Gravidade, Urgência e Tendência) possui função específica e é avaliado em cada atributo inspecionado,

demonstrando o impacto e a intensidade que os danos na edificação podem gerar, o tempo necessário para reparação e seu potencial de crescimento. Posteriormente, é feita a descrição qualitativa do dano com a respectiva pontuação, segundo critérios de cada elemento.

Os valores para Gravidade, Urgência e Tendência podem corresponder a cinco diferentes graus, com peso e classificação (Nenhum = 1; Baixo = 3; Médio = 6; Alto = 8; e Total = 10). A matriz de classificação e pontuação apresenta critérios específicos para atribuição de cada um dos graus (Oliveira; Pantoja, 2021). O valor final GUT_c é calculado pela equação (1):

$$GUT_c = \frac{(G + U + T) * (1 + C)}{60} \quad (1)$$

Onde:

G = Peso adotado para gravidade;

U = Peso adotado para urgência;

T = Peso adotado para tendência; e

C = Estado de conservação de Heidecke.

Avaliação da significância cultural (I_{sc})

A significância cultural é avaliada na forma proposta por Guimarães (2021), utilizando-se os sete critérios para significância patrimonial desenvolvidos pelo Conselho de Patrimônio de Nova Gales do Sul, Austrália (NSW). As variáveis analisam os valores e a correlação destes no contexto histórico da cidade, quantificando valores patrimoniais de uso, atratividade econômica, histórico, artístico, cultural, simbólico e de antiguidade.

Para cada um dos valores existem diretrizes específicas para inclusão ou exclusão, indicando como deve ser feita a avaliação. Neste contexto, *valor* refere-se às diferentes qualidades, características, significados, percepções ou associações atribuídas aos elementos que se deseja conservar, sejam eles edifícios, objetos, locais ou paisagens.

A qualificação ou não para cada um dos valores atribui nota 1 ou 0. Os atributos pontuados são somados fornecendo o índice na escala que varia de 0 a 7. Posteriormente, calcula-se a média dos valores de cada atributo e aplica-se um peso a cada um, considerando a relevância de cada atributo na edificação. O valor encontrado para o I_{sc} define o nível de significância (Invasivo = 0; Sem significância = 1; Alguma significância = 2 a 3; Significância considerável = 4 a 5; e Significância excepcional = 6 a 7).

Avaliação da importância patrimonial (I_p)

A média ponderada dos I_{sc} multiplicada pelo peso do atributo avaliado em relação ao maior valor possível resulta no valor entre 0 e 1 correspondente à Importância Patrimonial, que indica a importância de acordo com o índice de significância. O I_p é parametrizado, sendo 0 o valor correspondente ao imóvel que não possui significância patrimonial e 1 o valor correspondente ao imóvel de máxima representação patrimonial para aquele grupo social.

Os intervalos de importância de acordo com o I_p são: Sem importância = 0; Pequena importância = $0,00 < I_{sc} \leq 0,25$; Média importância = $0,25 < I_{sc} \leq 0,50$; Alta importância = $0,50 < I_{sc} \leq 0,75$; e Altíssima importância = $0,75 < I_{sc} \leq 1,00$ (Oliveira, 2023).

Avaliação da degradação (ID)

A avaliação da degradação se dá seguindo a constatação de defeitos durante a inspeção predial, a avaliação da intensidade, a mensuração da extensão dos danos e a atribuição da descrição da condição.

Os parâmetros para classificação da importância dos defeitos são Leve, Grave ou Crítica. A intensidade varia de 1 a 3, sendo Baixa, Média ou Alta. A extensão varia de 1 a 5, com cinco faixas de classificação percentual (<2; 2 - 10; 10 - 30; 30 - 70; e ≥ 70). A classificação da condição parametrizada se dá por uma matriz de classificação que correlaciona o defeito e sua intensidade à extensão dos danos, retornando seis faixas de classificação possíveis (0,17; 0,33; 0,50; 0,67; 0,83; e 1,00), com a respectiva descrição: Péssimo; Grave; Ruim; Razoável; Bom; e Excelente.

É feita a avaliação da degradação dos elementos principais (DM), que é a medida do nível de intervenção necessária sobre os elementos, cujo valor é a relação entre a média das diferentes pontuações das condições dos elementos e a pontuação mais alta dessas condições.

Em seguida, é feita a avaliação da degradação dos elementos gerais (DG), que é a razão entre a soma das notas de degradação de cada elemento e a soma das notas máximas de degradação.

Calcula-se, então, o indicador de degradação (ID), que permite situar a edificação entre três intervalos de referência ($ID < 0,40$; $0,40 < ID < 0,55$; e $ID > 0,55$), correspondentes a três níveis de degradação: Inexistente ou fraca; Média; e Muito importante. O ID é calculado conforme equação (2):

$$ID = 1 - \sqrt{\left(\frac{(1 - DM)^2 + (1 - DG)^2}{2} \right)} \quad (2)$$

Onde:

DM = Degradação dos elementos principais;

DG = Degradação dos elementos gerais.

Para classificação da condição e extensão da degradação, também são avaliadas, em cada elemento, a necessidade de intervenção e a extensão dos problemas observados. A nota varia entre 0 e 3 (Oliveira, 2023).

Determinação do fator de desempenho (D)

Após o cálculo do indicador de degradação (ID), Oliveira (2023) propõe quatro equações para aferir o fator de desempenho (D), de acordo com as características das edificações a serem avaliadas e seu propósito de utilização, sendo estes: Mínimo (DM), Intermediário (DI), Superior (DS) e Especial (DE).

Imóveis com desempenho mínimo são aqueles que recebem investimento reduzido em qualidade de projeto, materiais e construção. São considerados imóveis de baixa durabilidade, destinados à ocupação temporária e sujeitos a ciclos de manutenção mais intensos, quando comparados a imóveis de desempenho superior. A mesma lógica é aplicada aos imóveis de desempenho intermediário e superior, que exigem critérios e investimentos mais elevados na fase inicial do ciclo de vida (Oliveira, 2023).

Já imóveis de desempenho especial são aqueles que propõem estudos dos ciclos de manutenção e conservação, visando maximizar a qualidade dos projetos, dos materiais, dos processos executivos e das manutenções preventivas, evitando os mecanismos de degradação. Esse grupo inclui patrimônios culturais, pontes e viadutos de grande importância, estabelecimentos de saúde, áreas aeroportuárias e outras instalações complexas. Em todos esses casos, a principal característica é que sua interrupção geraria perdas significativas para o gestor, seja privado, seja público (Oliveira, 2023). A curva do desempenho especial é apresentada pela equação (3):

$$D_E = -2,6868*(ID)^3 + 4,3466*(ID)^2 - 2,6683*(ID) + 1,0000 \quad (3)$$

Onde:

ID = Indicador de degradação.

Estimativa de vida útil da edificação (ESL)

A vida útil de referência representa a expectativa de vida útil do componente ou sistema, considerando um cenário ideal de uso e manutenção. Ou seja, é o período estimado que um componente ou sistema deve durar sob condições de uso e manutenção ideais (ISO, 2008).

O valor é estimado com base no Método Fatorial, apresentado pela norma ISO 15686-8:2008, que avalia componentes ou sistemas em determinadas condições de exposição. É expresso por uma fórmula baseada em sete fatores variáveis que afetam a vida útil de referência do componente analisado (Meira; Zanoni, 2020). Os fatores da ISO 15686-8:2008 são: Nível de qualidade dos componentes (Fator A); Nível de qualidade de projeto (Fator B); Nível de qualidade de execução (Fator C); Características do ambiente interno (Fator D); Características do ambiente externo (Fator E); Condições de uso (Fator F); e Nível de manutenção (Fator G) (ISO, 2008).

Para quantificação dos fatores, atribui-se valores numéricos (0,6; 0,8; 1,0; 1,2) de acordo com os critérios previamente especificados para valoração de cada um durante a avaliação (MEIRA; 2019).

Os fatores A, B e C estão relacionados com as características inerentes aos elementos construtivos. Os fatores D e E estão relacionados com condições ambientais, interior e exterior, respectivamente. E os fatores F e G estão relacionados com as condições de operação/manutenção. Avaliados os sete fatores, a vida útil estimada se dá pelo produto de todos eles.

Modelo integrado para avaliação de qualidade e desempenho (IQD)

Combinando todas as variáveis em um único indicador, avalia-se e certifica-se as edificações, com ênfase no desempenho, enquanto considera-se os aspectos culturais, históricos e de longevidade, por meio do Indicador de Qualidade e Desempenho (IQD), apresentado na equação (4):

$$I_{QD} = 0,9 * D + 0,1 * \left(\frac{I_{sc}}{7} + I_p + \frac{ESL}{1,27} - GUTC - ID \right) \quad (4)$$

Onde:

D = Fator de desempenho;

I_{sc} = Significância cultural;

I_p = Importância patrimonial;

ESL = Estimativa de vida útil;

GUTC = Avaliação pela metodologia GUTC

ID = Indicador de degradação.

A fórmula prioriza o fator de desempenho, com correções baseadas na significância cultural, na importância patrimonial, na vida útil estimada, na urgência das intervenções necessárias e no indicador de degradação, chegando a um único indicador para a certificação.

Certificação

A certificação é um processo formal que atesta a conformidade de uma construção com padrões estabelecidos, promovendo qualidade, segurança e sustentabilidade das edificações. Nos EAS, a certificação assume papel ainda mais relevante, considerando os impactos diretos no bem-estar e na segurança dos usuários e profissionais. Diversos modelos de certificação podem ser aplicados, incluindo os específicos para sustentabilidade, como LEED (GBC, 2024) e Aqua-HQE (Vanzolini, 2024), que avaliam critérios como eficiência energética e uso racional de recursos naturais. No contexto brasileiro, o PBE Edifica (PBE Edifica, 2024) é uma referência na classificação de eficiência energética, enquanto a RDC 50 da Anvisa estabelece parâmetros indispensáveis para o planejamento arquitetônico e funcional dos EAS.

Além de garantir conformidade técnica, a certificação agrega valor estratégico à gestão de EAS. Modelos como a ISO 9001 (ABNT, 2015), voltados para a gestão da qualidade, promovem a padronização de processos, enquanto sistemas como a *WELL Certification* (Well, 2024) abordam aspectos de saúde e bem-estar no ambiente construído. Em edificações históricas, certificações relacionadas à conservação patrimonial reconhecem e valorizam a relevância cultural, assegurando a preservação de elementos arquitetônicos significativos.

Dessa forma, o processo de certificação não apenas assegura a qualidade física e funcional das edificações, mas também fortalece sua sustentabilidade, prolonga a vida útil e otimiza o planejamento de intervenções preventivas e corretivas, alinhando-se aos princípios da gestão eficiente e ao atendimento de normas técnicas e regulatórias.

Neste trabalho, utiliza-se o modelo de certificação proposto por Oliveira (2023), pensando nas causas e efeitos entre degradação e desempenho, utilizando-se o valor de referência do I_{QD} . Tal valor, em percentual, classifica a edificação em uma das faixas de desempenho, de A a E.

Na categoria A ($D_E > 95\%$), estão imóveis novos ou reformados, com excelente estado de conservação e baixo dano visível. Na categoria B ($80\% < D_E < 95\%$), imóveis seminovos em bom estado, com reparos simples que não comprometem nem a aparência nem a segurança. Na categoria C ($60\% < D_E < 80\%$), imóveis que necessitam de intervenção especializada devido a falhas visíveis nos sistemas. Na categoria D ($40\% < D_E < 60\%$),

imóveis que requerem rigorosa intervenção, apresentando danos perceptíveis que afetam a segurança. Na categoria E ($D_E < 40\%$), imóveis que possuem danos significativos, exigindo uma análise aprofundada para possíveis reformas ou reuso.

Após situar a edificação nas faixas de classificação, com base no indicador de qualidade e desempenho, é possível elaborar a etiqueta de certificação com a melhor representação da situação geral da edificação e de seus componentes. A etiqueta segue o modelo proposto pelo PBE Edifica (2024), com adaptações, conforme será apresentado no fim de cada análise dos estudos de caso.

Estudo de caso nº 1

A edificação selecionada foi o Super Centro Carioca de Vacinação (SCCV), no Rio de Janeiro – RJ, que funciona no mesmo prédio em que foi inaugurado, em 1905, o Desinfetório de Botafogo. Assim como o Castelo Mourisco da Fiocruz, foi pensado por Oswaldo Cruz e teve projeto do arquiteto Luiz Moraes Júnior.

A edificação abriga também o Observatório Carioca de Atenção Primária e Vigilância em Saúde, responsável pela gestão dos cadastros realizados pelas Equipes de Saúde da Família e a integração dos territórios de atuação da atenção primária e vigilância em saúde; e o Centro de Referência de Imunobiológicos Especiais (CRIE), que presta atendimento especializado a pessoas com imunodeficiência congênita, infectados pelo HIV, pessoas com doenças neurológicas, cardiopatias, pneumopatas, pessoas com doenças hematológicas, transplantados, pessoas com intolerância aos imunobiológicos comuns devido a alergias ou por motivo de convívio com pessoas imunodeprimidas, como profissionais de saúde e parentes de imunodeprimidos; além de apoiar a investigação de casos suspeitos de eventos adversos pós-vacinação.

O SCCV funciona em uma edificação única, com dois pavimentos, de estilo arquitetônico eclético e construído em dois sistemas básicos: (i) alvenaria de blocos de granito e argamassa de óleo de baleia e (ii) alvenaria de tijolo cerâmico maciço com argamassa tradicional. As esquadrias são feitas em madeira maciça e ferro fundido, com vidraçaria artesanal, e o telhamento é feito com trama de madeira e telhas cerâmicas.

O prédio histórico, localizado no bairro de Botafogo, foi construído para abrigar uma unidade precursora do serviço sanitário no combate a doenças como peste bubônica, tuberculose, cólera e febre amarela. Agora revitalizada, a edificação funciona como centro de imunização, ampliando o acesso da população à vacinação.

A planta original da edificação, mostrada na Figura 1, apresentava paredes espessas e espaços dispostos com o máximo possível de aberturas para favorecer a iluminação e a ventilação natural e, ainda, otimizar o fluxo de pessoas. Os diversos usuários acessavam o prédio por um dos lados e saíam pelo lado oposto, para evitar o contato com os demais que aguardavam atendimento.

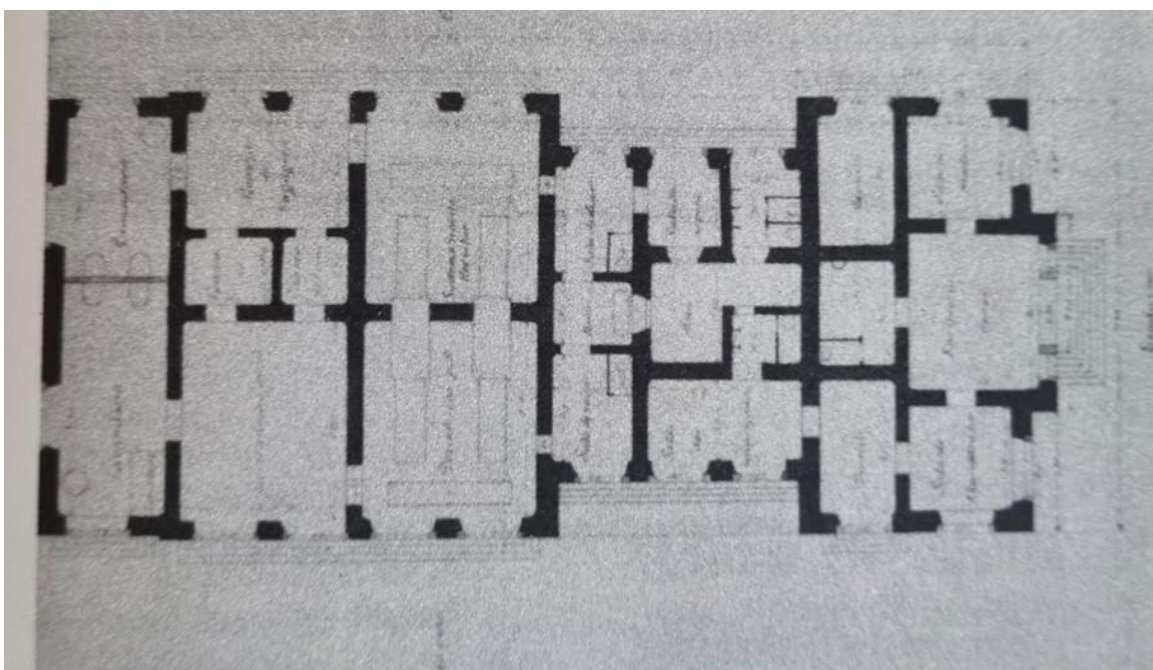


Figura 1. Planta baixa do Desinfetório de Botafogo, em 1905
Fonte: Rede OTICS-Rio.

Com uma comunicação inteligente entre os ambientes, o espaço é uma das evidências da maestria do arquiteto Luiz Moraes Júnior e uma demonstração de como, naquela época, a ideia de utilização da qualidade das edificações dos espaços de saúde como estratégia de controle ambiental de infecção já estava presente.

O prédio passou por uma reforma completa ao longo de 2022 para atender às necessidades do novo serviço de vacinação. As obras preservaram as características originais do edifício, como elementos arquitetônicos e sistemas construtivos, integrando-os em uma estrutura moderna e funcional. O trabalho combinou tradição e modernidade, preservando o patrimônio histórico e cultural do local. Na Figura 2, é possível ver a fachada principal da edificação (noroeste) atualmente.

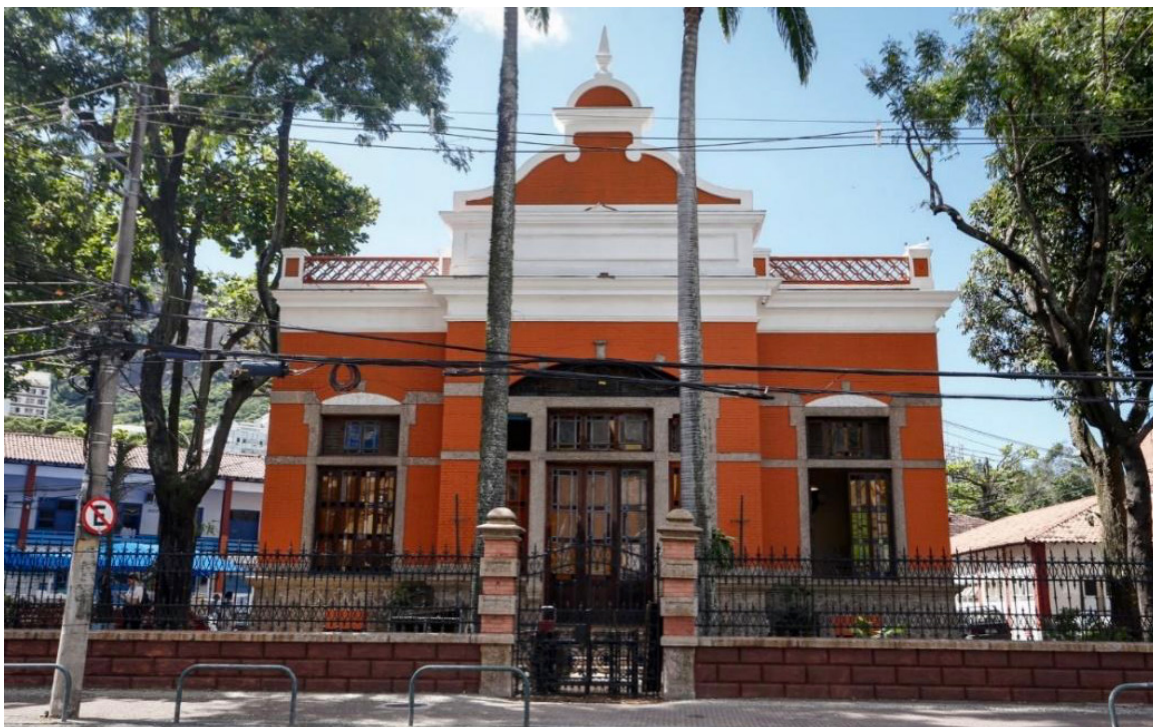


Figura 2. Fachada principal do SCCV, em 2023

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro.

Após a reabilitação, em 28 de janeiro 2023, o edifício foi reinaugurado como o Super Centro Carioca de Vacinação, 118 anos depois do Desinfectório de Botafogo iniciar suas atividades. Na nova configuração da edificação, é possível constatar que a conformação geral dos espaços foi pouco alterada ao longo das décadas de uso, muito embora tenha passado pelas mais diversas funções.

A programação físico-funcional do estabelecimento é personalizada e adaptada às necessidades específicas da localidade. Possui atribuições e atividades combinadas para criar um estabelecimento personalizado e garante que seja eficiente e adequado à realidade da comunidade em que está inserido.

Dentre as atribuições gerais e atividades desenvolvidas no Super Centro Carioca de Vacinação, segundo as classificações da RDC 50 e observadas durante as visitas técnicas, estão: a prestação de atendimento eletivo de promoção e assistência à saúde em regime ambulatorial; atenção à saúde, incluindo atividades de promoção, prevenção, vigilância à saúde da comunidade e atendimento a pacientes externos de forma programada e continuada; formação e desenvolvimento de recursos humanos e de pesquisa; atendimento direta ou indiretamente relacionado à atenção e à assistência à saúde, em funções de ensino e pesquisa; prestação de serviços de apoio à gestão e à execução administrativa; e atendimento ao estabelecimento em funções administrativas.

Resultados do estudo de caso nº 1

O SCCV foi classificado como uma edificação *entre nova e regular*, segundo o estado de conservação de Heidecke. Muito embora a edificação já possua 119 anos de uso, os trabalhos de manutenção empregados em seu cuidado ao longo de mais de um século de uso mantiveram conservada sua capacidade funcional.

Foram observados os valores de uso, histórico, artístico, cultural e simbólico, a partir dos quais se obteve o I_{sc} de 5. Para cada elemento da edificação, foram atribuídos os seguintes pesos: fachadas = 0,30; sistema estrutural = 0,35; projeto arquitetônico = 0,20; e implantação = 0,15. A partir da média dos I_{sc} e do peso atribuído a cada sistema, obteve-se o I_p global da edificação de 0,71, o que sugere que a edificação possui alta importância patrimonial, localizando-se no intervalo de classificação $0,50 < I_{sc} \leq 0,75$.

Após a realização da inspeção predial e avaliação dos critérios para valoração dos fatores A a G, foram atribuídos a cada fator os seguintes valores: Fator A = 1,2; Fator B = 1,0; Fator C = 1,2; Fator D = 1,0; Fator E = 1,0; Fator F = 1,2; e Fator G = 1,0. Pelo produto dos valores, encontra-se a $ESL = 1,728$.

A inspeção predial foi realizada sob o registro do Termo de Responsabilidade Técnica CRT/RJ nº CFT2403513830, e as visitas ao local foram realizadas nos dias 8/2/2024, 20/5/2024 e 21/5/2024. O valor final GUTC calculado para a edificação foi de 0,0657, correspondente à média aritmética do valor de todos os elementos avaliados.

O valor encontrado para a degradação dos elementos principais da edificação é igual a 0,1111, e o valor encontrado para a degradação dos elementos gerais é igual a 0,1333. Utilizando-se tais valores, é possível calcular o indicador de degradação da estrutura como sendo igual a 0,1221, ou 12,21%, classificando a degradação da estrutura como inexistente ou fraca. Assim, o valor para o fator de desempenho especial da estrutura é igual a 0,7341, ou 73,41%.

Utilizando-se os valores encontrados para o fator de desempenho, significância cultural, importância patrimonial, vida útil estimada, avaliação GUTC e indicador de degradação, é possível calcular o indicador de qualidade e desempenho para o SCCV igual a 0,8325, ou 83,25%.

Dessa forma, a certificação do SCCV é feita na categoria B de qualidade e desempenho, apresentando um IQD de 83,25%.

A Tabela 3 apresenta os valores de cada parâmetro avaliado, o valor do indicador de qualidade e desempenho e a respectiva faixa de certificação.

Elemento de avaliação/certificação		SCCV
Estado de conservação de Heidecke (C)		Entre nova e regular (0,003)
Inspeção predial pela metodologia GUT _C (média geral)		0,0657
Significância cultural (I _{sc})		Significância considerável (5)
Importância patrimonial (I _p)		0,71
Degradação dos elementos principais (DM)		0,1111
Degradação dos elementos gerais (DG)		0,1333
Indicador de degradação (ID)		0,1221 ou 12,21%
Fator de desempenho (D)		0,7341 ou 73,41%
Vida útil estimada da edificação (ESL)		1,728
Indicador de qualidade e desempenho (I _{QD})	Organização físico-funcional	69,17%
	Dimensionamento, quantificação e instalações prediais dos ambientes	69,17%
	Aparência	73,44%
	Funcionalidade	70,01%
	Segurança	70,61%
	Condições ambientais de controle de infecção	71,22%
	Geral	83,25% B (80% < I _{QD} < 95%)

Tabela 3. Parâmetros avaliados e faixas de certificação do SCCV

A Figura 3 apresenta a etiqueta de certificação do SCCV na categoria B de qualidade e desempenho geral.

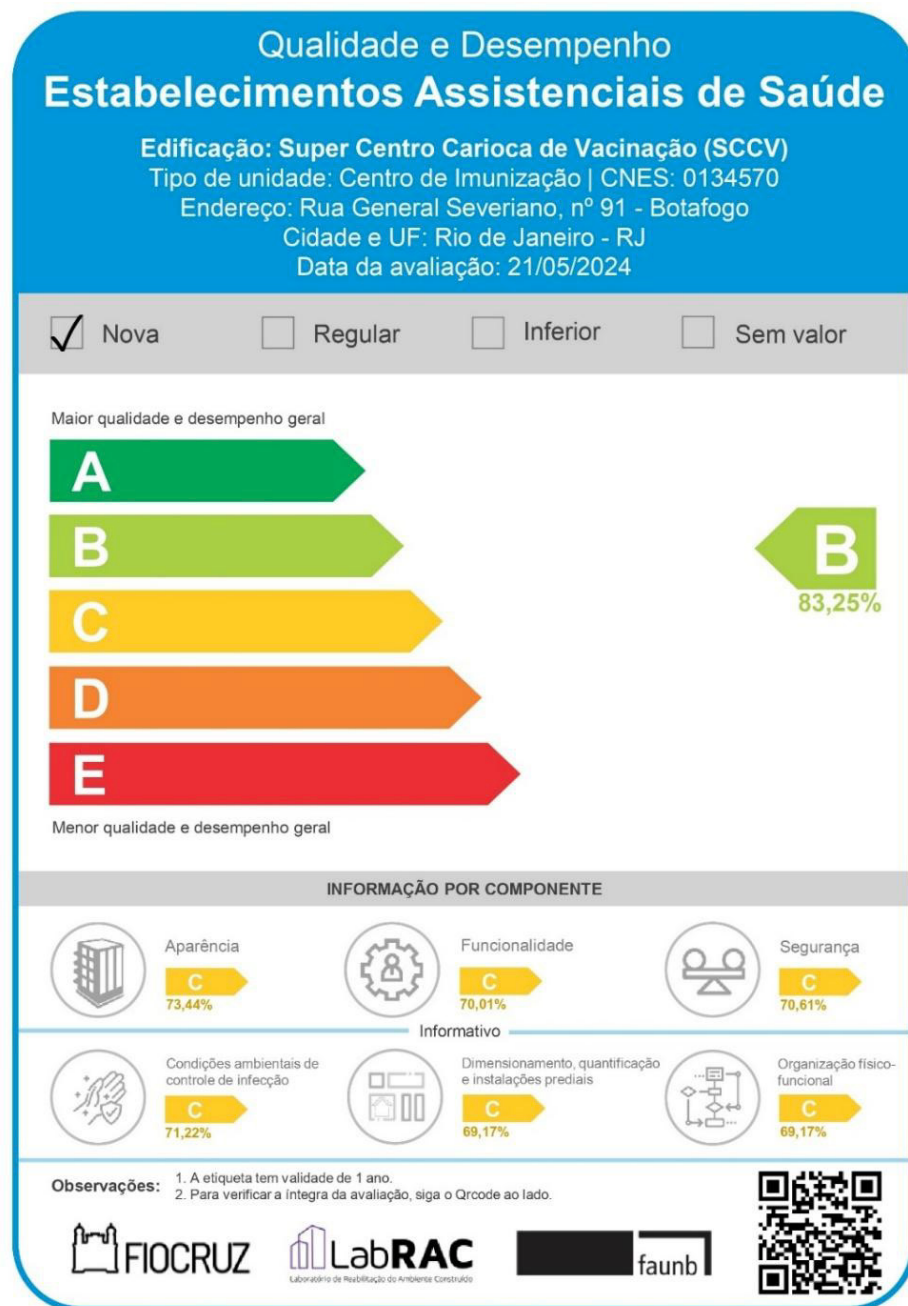


Figura 3. Etiqueta de certificação do SCCV

Fonte: Elaborada pelo autor com base no modelo proposto pelo PBE Edifica (2024).

Discussão do estudo de caso nº 1

O SCCV apresentou estado de conservação com baixa degradação nos elementos principais e gerais (ID de 12,21%) e fator de desempenho significativo (73,41%). De modo geral, isso sugere que, apesar de o SCCV operar em uma edificação com 119 anos de uso, a necessidade

de intervenções e o nível de urgência é baixo. A edificação possui boa significância cultural e importância patrimonial (I_{sc} de 5 e I_p de 0,71), o que implica em um tratamento diferenciado no que diz respeito à sua valorização histórica e preservação. Além disso, a vida útil estimada é alta (1,728), o que reflete uma maior estabilidade estrutural e menor necessidade de intervenções corretivas a curto prazo. Quanto à certificação, o SCCV recebeu a classificação na faixa B de qualidade geral (IQD de 83,25%), sugerindo que a unidade está próxima de atingir padrões de excelência.

A reabilitação do SCCV evidencia o valor da preservação do patrimônio arquitetônico da cidade do Rio de Janeiro. O edifício não só representa um marco da saúde pública no Brasil como também reflete a rica herança cultural e histórica que molda a identidade carioca. A conservação desse espaço reafirma o compromisso com a valorização do patrimônio como um bem coletivo, contribuindo para fortalecer o vínculo da população com sua história, ampliando o acesso a serviços de saúde de qualidade.

No contexto carioca, em que a arquitetura histórica é parte indissociável da paisagem e do imaginário urbano, iniciativas de preservação aliadas à funcionalidade dos espaços de saúde são fundamentais para o desenvolvimento urbano sustentável e para o bem-estar social.

Estudo de caso nº 2

No Distrito Federal, em 2016, foi realizado o Concurso Público Nacional de Projetos de Arquitetura e Complementares para a Unidade Básica de Saúde nº 5 do Riacho Fundo II (UBS-5), no Residencial Parque do Riacho. Promovido pela Companhia do Desenvolvimento Habitacional do Distrito Federal (Codhab - DF), o concurso consagrou vencedor o Estudo Preliminar nº 270. Do projeto vencedor, teve origem a UBS-5, selecionada para este estudo de caso.

Inaugurada em 1º de setembro de 2021, logo foi reconhecida como a maior do Brasil (DF, 2021), ganhando repercussão internacional pelos padrões de arquitetura modernos e conceituais empregados (Souza, 2017).

De estilo arquitetônico modernista, a UBS-5 foi edificada com estrutura de fundações e laje de piso em concreto armado. Os pilares são metálicos, assim como a estrutura de suporte de cobertura. As divisórias internas são feitas com compostos termoacústicos e impermeáveis, revestidos de cerâmica quando necessário, e as esquadrias são feitas de alumínio. Foi projetada e executada em um único pavimento e organizada a partir de três módulos compostos por blocos retangulares com pátios internos.

A Figura 4 mostra a vista aérea da unidade, onde podem ser vistos os três módulos que a compõem.



Figura 4. Vista aérea da UBS-5, pela elevação esquerda (nordeste)

Fonte: Saboia+Ruiz Arquitetos

Dentre as atribuições gerais e atividades desenvolvidas na UBS-5, segundo as classificações da RDC 50, estão: prestação de atendimento eletivo de promoção e assistência à saúde em regime ambulatorial; atenção à saúde, incluindo atividades de promoção, prevenção, vigilância à saúde da comunidade e atendimento a pacientes externos de forma programada e continuada; formação e desenvolvimento de recursos humanos e de pesquisa; atendimento relacionado à atenção e à assistência à saúde em funções de ensino e pesquisa; funções administrativas e apoio à gestão; e serviços de apoio logístico.

Resultados do estudo de caso nº 2

A UBS-5 foi classificada como edificação regular, segundo o estado de conservação de Heidecke. A classificação se dá em função das deficiências apresentadas pela edificação devido à manutenção inadequada nos três anos de uso desde sua inauguração.

Observados os valores patrimoniais, obteve-se o I_{sc} de 2, uma vez que houve pontuação apenas para os valores de uso e artístico. Foram atribuídos os seguintes pesos: fachadas = 0,30; sistema estrutural = 0,35; projeto arquitetônico = 0,20; e implantação = 0,15. A partir da média dos I_{sc} e do peso atribuído a cada sistema, obteve-se o I_p global da edificação de 0,23, o que sugere que a edificação possui pequena importância patrimonial, localizando-se no intervalo de classificação $0,00 < I_{sc} \leq 0,25$.

Após avaliação dos critérios para valoração dos fatores A a G, foram atribuídos os seguintes valores: Fator A = 1,0; Fator B = 1,2; Fator C = 1,0; Fator D = 1,0; Fator E = 1,0; Fator F = 1,2; e Fator G = 1,0. Pelo produto dos valores, encontra-se a $ESL = 1,44$.

A inspeção predial foi realizada sob o registro do Termo de Responsabilidade Técnica CRT/DF nº CFT2403672375, e a visita ao local foi realizada no dia 16/7/2024. O valor final GUTC calculado para a edificação foi de 0,1887, correspondente à média aritmética do valor de todos os elementos avaliados.

O valor encontrado para a degradação dos elementos principais é igual a 0,5555, e o valor encontrado para a degradação dos elementos gerais é igual a 0,0667. Utilizando-se tais valores, encontra-se o indicador de degradação da estrutura igual a 0,2690, ou 26,90%, classificando a degradação da estrutura como inexistente ou fraca. Assim, o valor para o fator de desempenho especial é igual a 0,5445, ou 54,45%.

Utilizando-se os valores encontrados para fator de desempenho, significância cultural, importância patrimonial, vida útil estimada, avaliação GUTC e indicador de degradação, é possível calcular o indicador de qualidade e desempenho igual a 0,5360, ou 53,60%. Dessa forma, a certificação da UBS-5 é feita na categoria D de qualidade e desempenho.

A Tabela 4 apresenta os valores de cada parâmetro avaliado, o valor do indicador de qualidade e desempenho e a respectiva faixa de certificação.

Elemento de avaliação/certificação		UBS-5
Estado de conservação de Heidecke (C)		Regular (0,025)
Inspeção predial pela metodologia GUT _c (média geral)		0,1887
Significância cultural (I _{sc})		Alguma significância (2)
Importância patrimonial (I _p)		Pequena (0,23)
Degradação dos elementos principais (DM)		0,0227
Degradação dos elementos gerais (DG)		0,5555
Indicador de degradação (ID)		0,0667
Fator de desempenho (D)		0,2690 ou 26,90%
Vida útil estimada da edificação (ESL)		0,5445 ou 54,45%
Indicador de Qualidade e Desempenho (IQD)	Organização físico-funcional	49,83%
	Dimensionamento, quantificação e instalações prediais dos ambientes	48,83%
	Aparência	49,35%
	Funcionalidade	49,07%
	Segurança	48,12%
	Condições ambientais de controle de infecção	48,96%
	Geral	53,60% D (40% < I _{QD} < 60%)

Tabela 4. Resultado dos parâmetros avaliados e faixas de certificação da UBS-5

A Figura 5 apresenta a etiqueta de certificação da UBS-5 na categoria D de qualidade e desempenho geral.

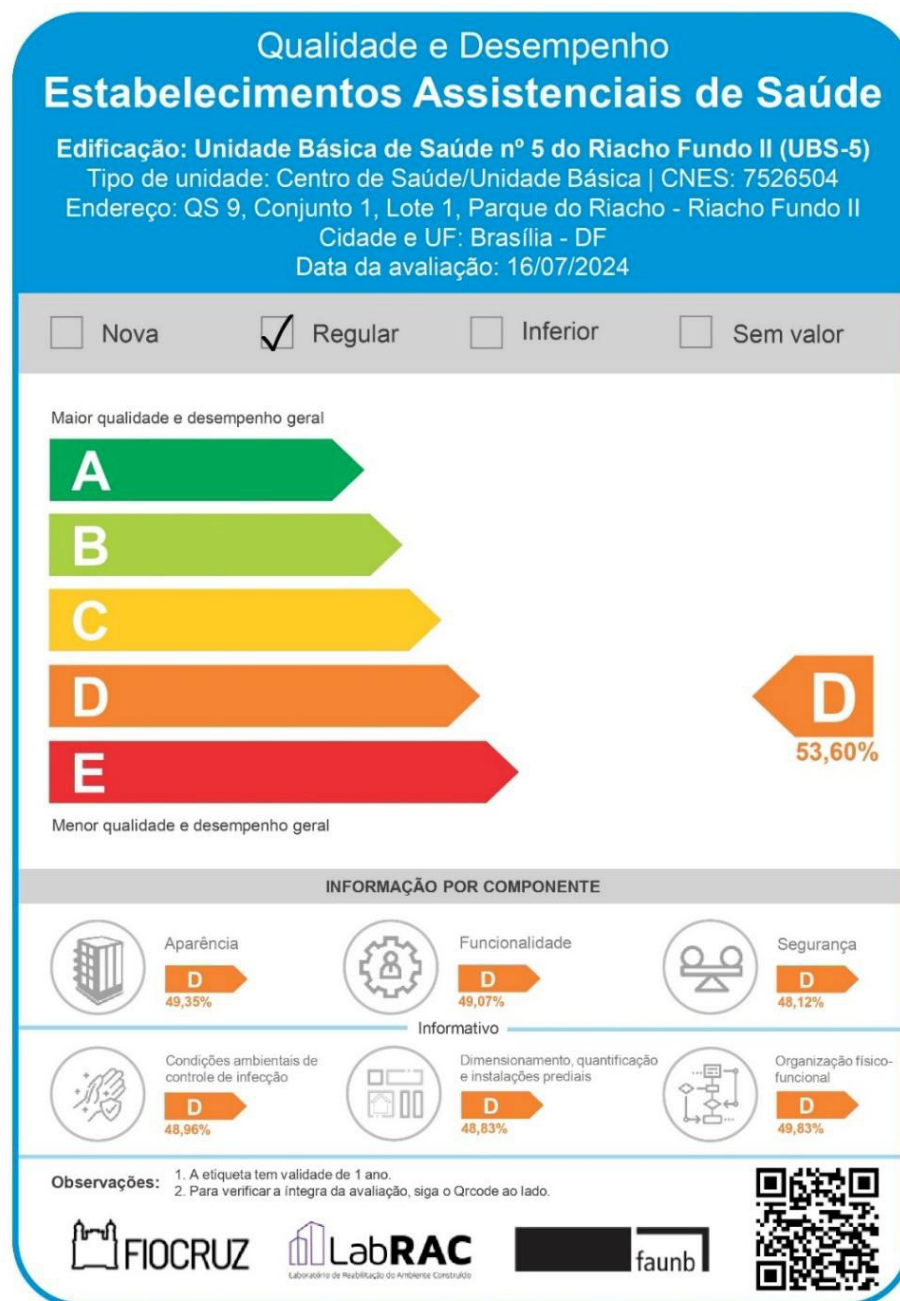


Figura 5. Etiqueta de certificação da UBS-5

Fonte: Elaborada pelo autor com base no modelo proposto pelo PBE Edifica (2024).

Discussão do estudo de caso nº 2

A UBS-5 apresentou estado de conservação com degradação nos elementos principais e gerais (ID de 26,90%) e fator de desempenho mediano (54,45%), demonstrando necessidade de intervenções com baixo nível de urgência, possivelmente devido à ausência de manutenção preventiva na unidade. A significância cultural e a importância patrimonial

são baixas (I_{sc} de 2 e I_p de 0,23), e a vida útil estimada é boa (1,44). Quanto à certificação, a UBS-5 foi classificada na faixa D de qualidade geral (IQD de 53,60%), indicando que a unidade requer melhorias para atingir o nível adequado de qualidade e desempenho.

As fragilidades no processo de conservação desse espaço apresentam-se como desafio para o compromisso do Estado de valorização dos patrimônios como bens coletivos da população, além da garantia de acesso a serviços de saúde de qualidade.

Assim, a manutenção da UBS-5 em níveis excelentes de qualidade e desempenho valoriza a saúde pública do Distrito Federal e evidencia o valor da preservação do patrimônio edificado.

Conclusões

O método proposto é alternativa viável e eficaz para avaliação e certificação de edificações de saúde, uma vez que permite uma avaliação abrangente do estado de conservação, do desempenho e da sustentabilidade das edificações, fornecendo base sólida para tomadas de decisão no âmbito da gestão e da manutenção desses espaços.

Além de valorizar o patrimônio cultural, o ambiente físico de qualidade e seguro impacta positivamente a adesão dos usuários aos serviços de saúde, contribuindo para um acesso regular aos cuidados preventivos. Essa qualidade não apenas melhora a experiência dos usuários, mas reforça o compromisso da população com a saúde, promovendo a prevenção e a continuidade dos cuidados.

O impacto desse cuidado com a qualidade do ambiente construído se traduz em um serviço de saúde mais eficiente, reforçando a capacidade de resposta do sistema às necessidades dos usuários. Dessa forma, o SUS se beneficia de uma infraestrutura mais resiliente e de um planejamento que apoia a saúde da população de maneira integral e contínua, alinhado com os princípios de universalidade e equidade.

A pesquisa destacou a relevância da realização de manutenção preventiva dessas edificações, alinhada aos padrões normativos e processos de inspeção predial, com o objetivo de prolongar sua vida útil. Dessa forma, a avaliação adequada do estado das estruturas pode evitar custos elevados no futuro e garantir um ambiente mais seguro para usuários e trabalhadores.

A certificação das edificações está intrinsecamente ligada à melhoria dos serviços prestados nesses estabelecimentos, uma vez que proporciona ambientes mais seguros, confortáveis e adequados para usuários e profissionais, impactando positivamente a qualidade da assistência.

A partir da análise do desempenho dos componentes individualmente e do sistema de maneira geral, observou-se que, quando trabalham de forma conjunta, os sistemas construtivos apresentam um desempenho melhor do que seus elementos de forma isolada.

A aplicação do método em edificações bastante distintas demonstra que ele pode ser adaptado para diferentes tipologias de estabelecimentos de saúde, permitindo sua utilização em contextos mais variados e com ajustes mínimos, o que amplia o escopo de aplicabilidade da metodologia proposta, tornando-a uma ferramenta mais eficaz.

Os resultados reforçam o papel do método como uma ferramenta prática para orientar intervenções sustentáveis e eficazes em edificações de saúde, contribuindo para a gestão urbana e a valorização do patrimônio público.

Referências

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR)/Diretoria Colegiada. **Resolução-RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002**. Brasília – DF, 2002.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **ABNT NBR ISO 9001:2015 – Sistemas de gestão da qualidade** – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

DONEGÁ, A. A. **Desempenho morfológico de estabelecimentos assistenciais de saúde via inspeção predial**. 2021. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2021.

GBC Brasil – Green Building Council Brasil. **Leadership in Energy and Environmental Design - LEED**. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

GUIMARÃES, L. R. N. **Avaliação de bens patrimoniais via modelos acoplados de depreciação e significância cultural: O caso do CEF-Metropolitana, Núcleo Bandeirante** – DF. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2021.

ISO – International Organization for Standardization. **ISO 15686-8:2008 Buildings and constructed assets** – Service-life planning – Part 8: Reference service life and service-life estimation. Geneva, 2008.

MEIRA, I. O. **Indicador de vulnerabilidade para gestão da conservação de edifícios de valor cultural: um estudo aplicado em museus modernistas**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2019.

MEIRA, I. O.; ZANONI, V. A. G. (2020). **Indicador de Vulnerabilidade para Gestão da Conservação de Edifícios de Valor Cultural**. Paranoá, 13(26), 157–174.

MS – Ministério da Saúde (BR). **Acolhimento nas práticas de produção de saúde**. 2ª ed. Brasília – DF, Editora do Ministério da Saúde, 2010.

MS – Ministério da Saúde (BR). **Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde**. SOMASUS – Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde. (Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde, v. 3) Brasília – DF, Ministério da Saúde, 2013.

MOREIRA, F. D. **Os desafios postos pela conservação da arquitetura moderna**. Revista CPC, (11), 152-187, 2011.

OLIVEIRA, I. P. **Critérios para certificação e avaliação de edificações: uma abordagem integrada em degradação e desempenho**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2023.

OLIVEIRA, I. P.; PANTOJA, J. C. **Proposta de análise do Patrimônio Histórico Teatro Nacional Cláudio Santoro – Brasília**. ReBEFA, [S.l.], v. 6, n. 2, jul. 2021.

PAIVA, J. V.; AGUIAR, J.; PINHO, A. **Guia técnico de reabilitação habitacional**. 1ª ed. Lisboa, LNEC, 2006, 2 vol., 467 p.

PANTOJA, J. C.; MOURA, S. P. N.; VARUM, H.; CAIED, S. **A Influência da Ponderação na Avaliação do Grau de Criticidade em Edificações de Múltiplos Pavimentos Via Inspeção Predial**. Paranoá, [S. l.], n. 26, p. 126-139, 2020.

PBE EDIFICA – Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações. **Sobre o PBE Edifica**. Recuperado em 5 de dezembro de 2024, de <https://www.pbeedifica.com.br/sobre>

SOUZA E. **1º Lugar no Concurso para a Unidade Básica de Saúde em Parque do Riacho** – Codhab-DF. Brasil, ArchDaily Brasil, 2017. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/874775/1o-lugar-no-concurso-para-a-unidade-basica-de-saude-em-parque-do-riacho-codhab-df>. Acesso em: 5 dez. 2024.

VANZOLINI – Fundação Carlos Alberto Vanzolini. **A certificação AQUA-HQE™**. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/organizacoes/certificacoes/aqua-hqe/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

WELL – International WELL Building Institute. **The WELL Building Standard™ version 2 (WELL v2™)**. Disponível em: <https://v2.wellcertified.com/en/wellv2/overview/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

Autores

Rafael Santos Gonçalves de Assis Graduado em Gestão Pública, técnico em Edificações, mestre em Avaliação e Certificação de Edificações de Estabelecimentos de Saúde pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e graduando em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília (UnB). Foi assessor de projetos da Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro (SMS/RJ); assessor técnico do Núcleo de Estudos sobre Bioética e Diplomacia em Saúde (Nethis) da Fiocruz Brasília; analista de projetos da Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde (Fiotec); e, atualmente, é empregado permanente da Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Distrito Federal (Codhab-DF).

<https://orcid.org/0000-0002-9497-5671>

rafaelsgam@gmail.com

Gerson Oliveira Penna Médico, graduado na Universidade Federal do Pará (UFPA); dermatologista pela Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD); especialista em planejamento estratégico; doutor em Medicina Tropical pela Universidade de Brasília (UnB); com pós-doutorado em Saúde Pública pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Em 2021, esteve entre os cientistas que mais contribuíram para os estudos sobre doenças negligenciadas em todo o mundo nos últimos 10 anos. Em 2024, foi relacionado como um dos pesquisadores entre os 2% mais influentes do mundo em suas áreas, de acordo com a lista da Universidade de Stanford e do repositório de dados Elsevier.

<https://orcid.org/0000-0001-8967-536X>

gerson.penna@fiocruz.br

Márcio Augusto Roma Buzar Engenheiro civil, graduado na Universidade Estadual do Maranhão (UFMA), mestre e doutor em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília (UnB) e pós-doutorado na Universidade do Porto (FEUP), em Portugal, sob a supervisão do professor catedrático Humberto Varum. É professor associado da Universidade de Brasília; foi coordenador do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura de 2013 a 2015; atua no programa de Pós-graduação da FAU-UnB desde 2005, nas áreas de Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade e Sistemas Estruturais; e, atualmente, é diretor de Gestão, Articulação e Projetos Educacionais do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE).

<https://orcid.org/0000-0002-1164-2784>

marcio.buzar@gmail.com

Ana Luíza Alves de Oliveira Engenheira civil, mestre na área de Desempenho e doutora em Estruturas pela Universidade de Brasília (UnB), em parceria com a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). Propôs o Método Acoplado Integridade e Segurança (Método MAIS) para avaliação de edificações em concreto armado. Foi professora do curso de Engenharia Civil no Centro Universitário de Brasília (UniCeub) e do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (UnB). Atualmente, é pesquisadora do Laboratório de Reabilitação do Ambiente Construído (LabRAC) e do programa de pesquisa sobre Estruturas Existentes – Metodologias de Avaliação com Base em Confiabilidade do PPG-FAU (UnB).

<https://orcid.org/0000-0003-1976-2497>

analuiza.aoliveira@gmail.com

João da Costa Pantoja Engenheiro civil, graduado e mestre em estruturas e construção civil pela Universidade de Brasília (UnB), doutor na área de Estruturas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/Rio), com estágio doutoral na University of Illinois at Urban-Champaign, Illinois, Estados Unidos. Pós-doutorado na Universidade do Porto (FEUP). É professor adjunto do Departamento de Tecnologia na área de Estruturas da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, desde agosto de 2014. Tem especialização nas áreas de modelos numéricos aplicados a estruturas, patologia das estruturas, inspeções especializadas, reabilitação estrutural visando à conservação patrimonial, modelos multicritérios para avaliação de imóveis urbanos e bens singulares, além de modelos para certificação de empreendimentos.

<https://orcid.org/0000-0002-0763-0107>

joaocpantoja@gmail.com

Arquitetura hospitalar responsiva à neurodiversidade

Autor

Ciro Férrer Herbster Albuquerque Universidade Federal do Ceará (UFC)

DOI: 10.62558/2358-3630/22.01.02

Resumo

Este artigo explora a neurodiversidade em ambientes hospitalares, com enfoque específico nas necessidades de crianças neurodivergentes, como as diagnosticadas com TEA ou TDAH. Utilizando uma revisão bibliográfica integrativa, analisou-se o impacto das condições neurodivergentes na experiência hospitalar, destacando estratégias de *design* inclusivo para atender a essa população. Estudos de caso de projetos hospitalares inclusivos foram selecionados para exemplificar a aplicação prática dessas estratégias. A pesquisa resultou em diretrizes práticas para a implementação de *design* responsivo em ambientes de saúde pediátrica, enfatizando a importância da clareza, previsibilidade e controle do ambiente para pacientes neurodivergentes e seus familiares. Essas diretrizes visam orientar arquitetos, *designers* e profissionais de saúde na criação de espaços que promovam uma experiência aprazível e responsiva à neurodiversidade. Destaca-se a importância da avaliação prática e adaptação das diretrizes propostas em diferentes contextos de cuidados de saúde pediátrica, enfatizando o compromisso contínuo com a pesquisa e o desenvolvimento para evoluir as abordagens de *design* responsivo, elevando os percentuais de eficácia, empatia e acolhimento no atendimento às diversas necessidades da população neurodivergente.

Palavras-chave:

ambientes hospitalares, *design*, criança, TEA, neurodiversidade

Introdução

A dor resultante de procedimentos médicos assume uma dimensão potencialmente traumática na vivência de crianças em contextos de saúde (Trottier *et al.*, 2019). Procedimentos dolorosos são recorrentes em hospitais e ambientes ambulatoriais, manifestando-se em razão de testes diagnósticos, vacinações, coletas de sangue e procedimentos cirúrgicos de menor complexidade (Stevens *et al.*, 2011). Embora imperativos para a prevenção e o tratamento, esses procedimentos engendram ansiedade, dor e aflição tanto nas crianças quanto em seus genitores e profissionais da saúde (Dewan *et al.*, 2023). Com vistas a fomentar o conforto e mitigar o desconforto, torna-se imperativo que os profissionais de saúde atentem para as diversas necessidades, incluindo aquelas vinculadas à neurodiversidade em crianças e adolescentes.

No âmbito da neurodiversidade em ambientes hospitalares, é crucial o reconhecimento da diversidade de condições neurológicas, abrangendo aproximadamente 15% a 20% dos casos neurodivergentes, conforme o *Centers for Disease Control and Prevention* (2022). Exemplificam-se entre tais condições o Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), o Transtorno do Espectro Autista (TEA), a dispraxia e a dislexia, cujos impactos variados resultam em sensibilidades sensoriais distintas (Doyle *et al.*, 2020).

Crianças neurodivergentes frequentemente enfrentam complexidades de saúde adicionais e prolongam suas permanências em instalações médicas. Por exemplo, crianças autistas podem apresentar distúrbios gastrointestinais, epilepsia e distúrbios crônicos do sono, associados a riscos acentuados de ansiedade e depressão, particularmente exacerbados durante a pandemia. Em vista disso, para a concepção de ambientes de saúde inclusivos, estratégias de *design* eficazes se concentram em oferecer escolhas, reduzir estímulos sensoriais e simplificar a experiência de cuidados médicos, abarcando elementos como clareza visual, previsibilidade, orientação acessível e contato com a natureza.

Ademais, possibilitar às crianças mais controle sobre seu entorno imediato emerge como componente essencial para minimizar o estresse durante visitas médicas, o que pode ser alcançado mediante a regulação da iluminação, a supressão de dispositivos ruidosos, o fornecimento de controles individuais de temperatura e a criação de espaços terapêuticos com opções de mobilidade e conforto. O *design* físico, as estratégias operacionais e as inovações tecnológicas desempenham papéis preponderantes na propiciação de experiências positivas para pacientes neurodivergentes e suas famílias na pediatria médica. Isso engloba a utilização de aplicativos móveis, guias de navegação espacial, passeios virtuais e a redução de interações interpessoais quando pertinente.

Desse modo, a arquitetura inclusiva não apenas beneficia crianças neurodivergentes, mas possibilita ganhos para a totalidade da população, promovendo ambientes mais coesos, permeáveis, flexíveis e ajustados às variadas necessidades de pacientes pediátricos em contextos de cuidados de saúde.

Neurodiversidade: conceitos, tipologias e problemáticas em ambientes hospitalares

O conceito de neurodiversidade foi criado em 1999 pela socióloga australiana Judy Singer, descrevendo as diversas maneiras pelas quais o cérebro humano se conecta, resultando em habilidades, necessidades e capacidades únicas (Armstrong, 2011). Essas variações impactam a dinâmica social, o funcionamento cognitivo, as habilidades motoras, a atenção, os estímulos sensoriais, a fala, a linguagem e o aprendizado. Ao ser introduzido, o termo foi conceptualizado para se assemelhar à biodiversidade, destacando não um subgrupo específico de indivíduos, mas sim as inúmeras variações no cérebro humano.

Conforme a evolução do termo, como descrito por Feinstein (2018), a neurodiversidade passou a classificar os indivíduos como neurodivergentes ou neurotípicos. Os neurotípicos são aqueles que exibem os padrões típicos de pensamento e comportamento humano esperados pela sociedade, enquanto os neurodivergentes se afastam desses padrões, conforme ilustrado na Figura 1. Essa categorização permite uma compreensão mais refinada das diferentes formas de funcionamento cerebral, proporcionando uma base para discutir e abordar as variabilidades neurológicas de maneira mais precisa e inclusiva.

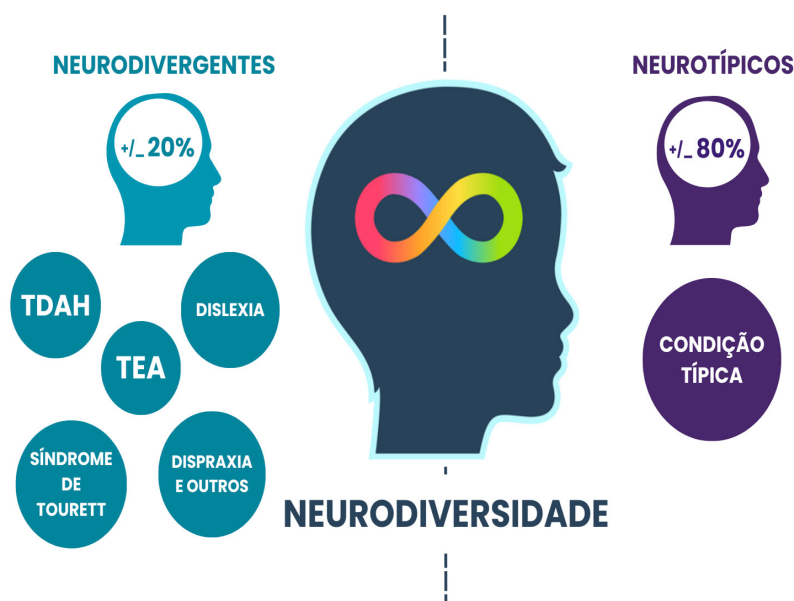


Figura 1.. Composição do grupo da *neurodiversidade* e subgrupos, *neurotípicos* e *neurodivergentes*.
Fonte: Produção autoral (2023).

Crianças neurodivergentes apresentam um funcionamento neurocognitivo atípico, ou seja, um funcionamento fora da média esperada, devido a transtornos do neurodesenvolvimento, variáveis genéticas e ambientais, dentre outras prováveis causas. Mesmo entre os considerados neurotípicos, um em cada quatro enfrentará problemas de saúde mental, como depressão ou estresse, em algum ponto da vida. Devido aos casos diários de subdiagnóstico, mais de 50% da sociedade desconhece essa diferenciação neurológica, prejudicando o respeito e a integração plena de todos os neurodiversos.

Diretores hospitalares progressistas nos Estados Unidos começam a reconhecer que integrar a neurodiversidade pode conferir uma vantagem significativa ao tratamento médico, promovendo acolhimento e experiências qualitativas na unidade de saúde, além de reduzir o tempo de internação e os custos com analgésicos. Esse reconhecimento é evidente nas instalações do *Thompson Autism and Neurodevelopmental Center (CHOC)* e do *Medical University of South Carolina Shawn Jenkins Children's Hospital*. Vale ressaltar que esse movimento inclusivo está impulsionando uma série de políticas, programas e procedimentos mais inclusivos, embora seu impacto na arquitetura hospitalar esteja apenas começando.

No segmento sobre ansiedade, estresse e depressão na rede hospitalar, o relatório COVID-19 *Health Care Workers Study (HEROES)*, de 2022, revelou que entre 14,7% e 22% dos trabalhadores de saúde entrevistados em 2020 apresentaram sintomas que indicavam um episódio depressivo, enquanto entre 5% e 15% consideraram o suicídio. Adicionalmente, o estudo indica que, em alguns países, apenas um terço dos colaboradores busca tratamento psicológico, mesmo trabalhando em instalações hospitalares carentes de infraestrutura inclusiva. Em 2021, aproximadamente 36% dos jovens no Brasil manifestaram sintomas de depressão e ansiedade durante a pandemia, segundo estudo conduzido pela Faculdade de Medicina da USP (FMUSP), envolvendo cerca de seis mil jovens entre 5 e 17 anos. Conforme a Organização Pan-americana de Saúde (OPAS), a depressão é uma das principais causas de doença e incapacidade entre adolescentes, sendo o suicídio a terceira principal causa de morte na faixa etária de 15 a 19 anos. As consequências da falta de abordagem das condições de saúde mental na adolescência se estendem à idade adulta, prejudicando a saúde física e mental, além de limitar futuras oportunidades. Nesse contexto, a promoção da saúde mental e a prevenção de transtornos tornam-se fundamentais para o florescimento dos adolescentes (OPAS, 2022).

Assim, considerar uma arquitetura inclusiva poderia estimular melhorias no acolhimento, tratamento e respeito à saúde biopsicossocial tanto dos pacientes quanto dos profissionais de saúde e demais colaboradores da unidade hospitalar. Nesse sentido, o Design Baseado em Evidências (DBE, com ênfase na neurociência aplicada à arquitetura, surge como

uma ferramenta de projeto promissora para criar ambientes hospitalares inclusivos e propícios à saúde dos usuários.

A metodologia adotada neste artigo baseia-se em uma revisão bibliográfica abrangente, abarcando uma ampla variedade de fontes acadêmicas e profissionais relacionadas à neurodiversidade em ambientes hospitalares. Foram analisados estudos de caso específicos de projetos hospitalares inclusivos, como o *Thompson Autism and Neurodevelopmental Center CHOC* e o *Medical University of South Carolina Shawn Jenkins Children's Hospital*, que levam em consideração as necessidades de crianças neurodivergentes, bem como as estratégias de *design* e operacionais implementadas nesses projetos. Ademais, o método inclui a proposição de diretrizes práticas para a aplicação de princípios de *design* inclusivo em ambientes de saúde pediátrica, com enfoque em promover a clareza, a previsibilidade e o controle do ambiente para pacientes neurodivergentes e suas famílias.

Neurociência aplicada à arquitetura hospitalar responsiva à neurodiversidade

Conforme Moser (1998), o espaço físico desempenha um papel crucial na influência sobre o comportamento e o desenvolvimento do público neurodivergente. Nesse cenário, a concepção do ambiente hospitalar deve ser orientada para criar sensações agradáveis e contribuir para o progresso de pessoas com diversas condições neurológicas, assim como para o bem-estar de suas famílias.

A fim de atingir esse propósito, torna-se essencial compreender o impacto do ambiente construído no processamento sensorial no âmbito da neurodiversidade. Dessa forma, é necessário saber a importância da arquitetura multissensorial e suas adaptações, particularmente em centros hospitalares terapêuticos. O objetivo primordial consiste em desenvolver estratégias arquitetônicas responsivas, respaldadas por evidências, voltadas para o público-alvo, abrangendo pacientes, familiares e profissionais de saúde envolvidos.

O ambiente destinado ao público neurodivergente demanda uma arquitetura centrada nas necessidades do processamento sensorial de cada usuário. Como salientado por Mostardeiro (2019), o processamento sensorial é profundamente impactado em indivíduos com condições neurológicas diversas. Ângela Bourne e outros autores, em *Designing for Autism Spectrum Disorders*, destacam que o público neurodivergente “apresenta variados níveis de sensibilidade ao ambiente, conhecidos como hipersensibilidade e hipossensibilidade, abrangendo os cinco sentidos: audição, visão, tato, olfato e paladar” (Bourne *et al.*, 2016, p.4).

No contexto da percepção sensorial, as diferenças no processamento,

conforme descrito por Grandin *et al.* (2015), indicam que esses indivíduos interpretam estímulos ambientais de maneira distinta, mesmo que seus sentidos operem normalmente. Essa modificação no processamento sensorial pode resultar em sintomas como confusão mental, estresse e desconforto. Indivíduos neurodivergentes possuem formas distintas de interpretar informações sensoriais do ambiente externo, comparados aos neurotípicos – aqueles com desenvolvimento neurológico regular.

Segundo Gaines *et al.* (2016), a integração sensorial, que engloba a percepção de estímulos sensoriais como toque, som, olfato, visão, movimento (vestibular) e posição do corpo no espaço (propriocepção), é fundamental para compreender uma situação e reagir de maneira eficaz. Essa habilidade possibilita a interpretação apropriada da funcionalidade de cada ambiente dentro do espaço construído (Figura 2).

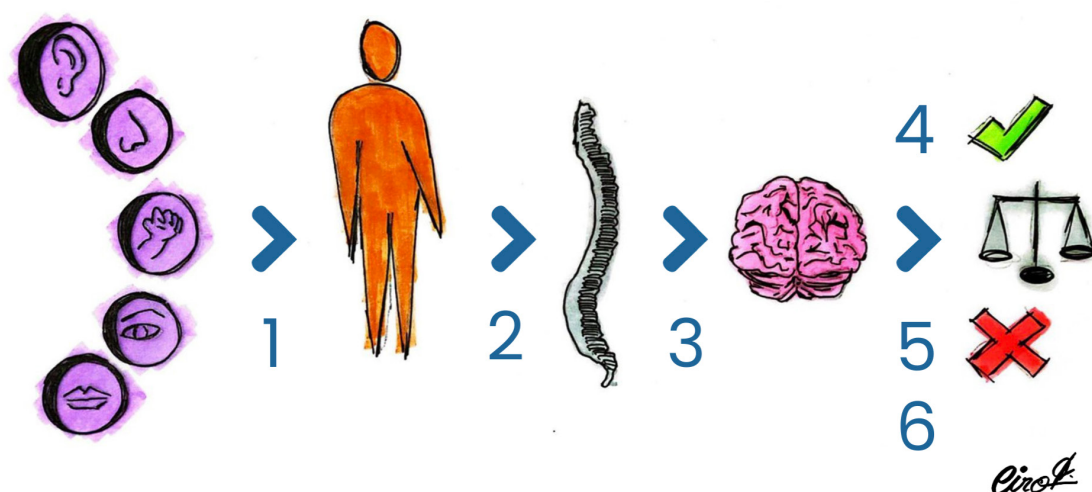


Figura 2. Integração sensorial ao combinar estímulos sensoriais presentes no ambiente construído. 1. O mundo exterior (ambiente) interage com o mundo interior (corpo, SNC) através dos receptores sensoriais; 2. Os nervos periféricos levam os dados para a medula espinhal; 3. A informação vai então para o cérebro através dos tratos nervosos presentes na medula espinhal; 4. Nível equilibrado de informações sensoriais processadas; 5. Alto nível de excitação: informações sensoriais supérfluas passam pelo "filtro" cerebral, causando excitação, confusão e distração; 6. Baixo nível de excitação: informações sensoriais insuficientes são processadas no cérebro, causando distração, atrasos e acidentes. Fonte: Produzida pelo autor (2023).

A individualidade da integração sensorial em indivíduos neurodivergentes pode se manifestar como hipersensibilidade ou hipossensibilidade, isto é, uma resposta excessiva ou insuficiente a estímulos sensoriais, respectivamente. Por exemplo, uma criança pode ter uma sensibilidade aumentada ao som (mesmo o mais leve ruído pode ser perturbador) enquanto possui um olfato menos sensível (apenas odores fortes são perceptíveis). Consequentemente, Neumann *et al.* (2021), Aiochio e Queiroz (2020) e Mostafa (2010) descrevem algumas reações prováveis relacionadas ao processamento sensorial que o público neurodivergente pode experimentar, como mostrado na Tabela 1.

PERCEPÇÃO SENSORIAL QUANTO AOS DIFERENTES PROCESSAMENTOS DE SENTIDOS		
SENTIDOS	HIPOSENSÍVEL	HIPERSENSÍVEL
AUDIÇÃO	Apreciam ruídos sonoros; podem não responder ao serem chamados; apreciam fazer barulhos altos e excessivos.	Sensíveis a ruídos altos; identificam sons facilmente; desgostam de ruídos de fundo.
VISÃO	Desconsideram pessoas ou objetos no ambiente; visualizam apenas contornos de objetos; apreciam cores brilhantes ou luz solar intensa.	Incomodam-se com cores brilhantes e luz solar de alta intensidade; distraem-se facilmente com movimentos espaciais; olham fixamente para objetos ou pessoas em determinados momentos.
TATO	Utilizam o toque excessivamente e, muitas vezes, de maneira desnecessária (para quem os observa), em pessoas e objetos.	Sensíveis a certos tecidos; evitam toques e sentem-se incomodados com isso; não apreciam ficar sem calçado ou molhados.
PALADAR + OLFATO	Podem ingerir objetos não comestíveis; buscam cheiros fortes; não percebem certos aromas.	São seletivos na alimentação; selecionam texturas antes de ingerir os alimentos; apreciam cheiros e temperaturas marcantes.
SISTEMA PROPRIOCEPTIVO	Inconsciente quanto à posição espacial do corpo; podem confundir diferentes sensações internas com a fome.	Possuem, geralmente, postura corporal diferenciada; podem possuir dificuldades em manipular pequenos objetos.
SISTEMA VESTIBULAR	Movimentam-se, geralmente, de forma excessiva e desnecessária na perspectiva do observador; ficam entusiasmados com tarefas que envolvem movimento.	Aparentam ser desequilibrados; incomodam-se quando os pés ficam fora do chão ou de cabeça para baixo.
SISTEMA INTEROCEPTIVO	Tendem a ter uma percepção reduzida dos sinais corporais, o que pode dificultar o reconhecimento de necessidades básicas, como fome, cansaço ou desconforto. Essa diminuição na percepção pode levar à busca por estímulos adicionais, como uma forma de compensar a falta de informações internas. Consequentemente, a dificuldade em identificar e responder às necessidades do próprio corpo pode impactar negativamente a autorregulação emocional, exigindo estratégias específicas para promover mais consciência e equilíbrio sensorial.	Costumam apresentar respostas intensificadas aos estímulos internos, percebendo sensações normais de forma devastadora. Essa alta reatividade pode levar a crises de ansiedade, irritabilidade e comportamentos de evitação, pois os sinais do corpo – como alterações no ritmo cardíaco ou na respiração – são experimentados de maneira desproporcional. Essa dificuldade em modular a intensidade das sensações pode comprometer a regulação emocional e gerar desafios na adaptação a ambientes e situações cotidianas.

Tabela 1. Diferenças entre a percepção sensorial hipersensível e hipossensível. Fonte: Adaptado de Neumann *et al.* (2021); Aiochio e Queiroz (2020); Mostafa (2010).

Explorar os sentidos de maneira cuidadosa e organizada emerge como uma estratégia para auxiliar no tratamento e na inclusão social de indivíduos neurodivergentes por meio da arquitetura multissensorial (Aiochio; Queiroz, 2020; Mostafa, 2010). A estética, a funcionalidade e os aspectos sensoriais devem ser harmonizados de forma apropriada para criar um ambiente confortável e acolhedor para o público neurodivergente, facilitando interações agradáveis no centro hospitalar entre pacientes, acompanhantes, profissionais de saúde e demais colaboradores.

Nesse contexto, os desafios predominantes em ambientes hospitalares convergem para o processamento sensorial de cada usuário, ou seja, dependem da forma como o sistema nervoso central gerencia as informações recebidas dos órgãos sensoriais, tais como estímulo visual, auditivo, tátil, gustativo, olfativo, proprioceptivo, interoceptivo e vestibular (Machado *et al.*, 2017). Pacientes neurodiversos frequentemente são suscetíveis a superestimulação ou subestimulação devido a fatores ambientais como iluminação, som, textura, cheiro, temperatura, qualidade do ar ou sensação geral de segurança. Qualquer abordagem abrangente para o *design* em prol da neurodiversidade deve ponderar minuciosamente esses aspectos experienciais do ambiente hospitalar, especialmente em unidades pediátricas (Ozel *et al.*, 2020).

Dessa forma, a aplicação da neuroarquitetura no *design* hospitalar viabiliza a formulação de estratégias espaciais capazes de contemplar as diversas condições neurológicas manifestadas em ambientes de saúde. Uma abordagem eficaz para possibilitar usos diversificados no local de tratamento é proporcionar a sensação de controle e autonomia por meio das escolhas espaciais (Bury *et al.*, 2020). Essa liberdade permite que tanto neurodivergentes quanto neurotípicos administrem suas próprias necessidades com dignidade e autonomia. Ambientes versáteis, que oferecem uma gama de preferências, destacam as diferenças de forma construtiva, promovendo o respeito e a integração. Esses ambientes também facilitam ajustes individuais e operacionais, permitindo a reorganização do espaço do paciente, por exemplo, durante sua internação ou tratamento terapêutico, conforme ilustrado na Figura 3.



Figura 3. No Hospital Infantil Shawn Jenkins, os quartos dos pacientes foram inspirados nas casas de praia locais, com piso de madeira, tapetes e móveis simples. Eles são projetados para incentivar as crianças a decorarem os seus próprios quartos, com superfícies pintadas, prateleiras e escrivaninhas. Fonte: perkinswill.com (2022).

A seguir, são destacados alguns conhecimentos derivados da neurociência aplicada à arquitetura, também conhecida como neuroarquitetura, identificados como aplicáveis em unidades hospitalares. Esses conhecimentos, extraídos da revisão bibliográfica, estão relacionados às variáveis ambientais: *wayfinding* e organização espacial, referenciais espaciais, qualidade acústica, conforto térmico, grau de estimulação e iluminação (Rosqvist *et al.*, 2020).

Wayfinding e organização espacial

O processo de *wayfinding* refere-se à orientação e à navegação em ambientes construídos. Um projeto eficaz de *wayfinding* deve conceber um *design* ambiental que estimule a curiosidade, a recompensa e a exploração, ao mesmo tempo que proporciona prazer na descoberta. Além disso, deve ser intuitivo, permitindo que visitantes e ocupantes regulares compreendam facilmente sua localização e encontrem o caminho desejado (Rosqvist *et al.*, 2020; Feinstein, 2018).

Contudo, para indivíduos com condições neurodivergentes, como TDAH e TEA, a presença de repetição, previsibilidade e limites claros pode oferecer uma sensação de segurança. Nesse contexto, a necessidade de uma ordem espacial legível torna-se crucial no *design*. Estratégias eficazes para

o *design* espacial incluem a criação de espaços memoráveis que utilizam ritmo de elementos comuns para gerar uma sensação reconfortante de ordem, evitando, ao mesmo tempo, a repetição confusa de espaços ou características idênticas (O'Malley *et al.*, 2022).

Marcos e pontos focais, como escadas ou obras de arte, mezaninos e linhas de visão claras, incluindo vistas para o exterior, são elementos que podem auxiliar os usuários a se orientarem no edifício (Figura 4). Variações significativas na iluminação em cada ambiente também podem ser benéficas, visto que as pessoas naturalmente tendem a se dirigir para espaços mais iluminados (Figura 5). O uso estratégico de materiais, cores e sinalização também desempenha um papel importante nesse contexto (Edelstein, 2005).



Figura 4. A sala sensorial do Hospital Infantil Shawn Jenkins é destinada aos neurodivergentes, com diversificados estímulos táteis presentes na parede, composta por brinquedos e tonalidades de cores. Fonte: perkinswill.com (2022).



Figura 5. No Hospital Infantil Shawn Jenkins, a vista para o lobby principal foi fundamental para a equipe de *design* criar um espaço calmo e reduzir o estresse ambiental em todo o interior, além de propiciar iluminação natural que varia ao longo do dia. Fonte: perkinswill.com (2022).

Em ambientes complexos, a sinalização clara e consistente torna-se imprescindível para algumas pessoas neurodivergentes. Mensagens concisas, tipografia simples – sem serifa – e hierarquia informacional são estratégias eficazes para aliviar a sobrecarga visual. Indicações consistentes com mensagens redundantes em cores, números e palavras proporcionam assistência multimodal para uma variedade de usuários do edifício enquanto se dirigem para seus destinos (Figura 6).



Figura 6. No Hospital Infantil Shawn Jenkins, os setores de atendimento são divididos por cores destacadas em paredes e placas espalhadas pelos corredores. Fonte: perkinswill.com (2022).

Oportunidade espacial de escolha

Ambientes hospitalares que proporcionam uma diversidade de configurações oferecem aos usuários a escolha do ambiente mais adequado para suas tarefas específicas. Espaços compartilhados e abertos facilitam a socialização, enquanto espaços menores e fechados oferecem suporte a uma sensação de refúgio e acolhimento individual. A ausência desse cuidado na gestão do espaço pode resultar no acúmulo sensorial de alertas sonoros e visuais, associados ao ruído proveniente de interações e movimentações, contribuindo para uma atmosfera estressante para a maioria dos usuários. Essa elevada demanda de atenção cognitiva, Kaplan (1996) denominou *fadiga mental*.

Nesse contexto, quando a atenção do paciente diminui devido ao excesso de estímulos sensoriais no ambiente construído, ele tende a enfrentar mais dificuldade em lidar com situações ansiolíticas e estressantes. Estudos destacam que a restauração da atenção cognitiva pode ser promovida por meio de recursos diretos ou indiretos provenientes da natureza, como vistas para o meio externo, parques, jardins e percursos arborizados (Albuquerque *et al.*, 2016; Horn, 2016). Esse processo de restauração foi conceituado como *Teoria do Restauo da Atenção* (Kaplan, 1996).

Ao avaliar ambientes restauradores na neurociência e na psicologia ambiental, observa-se que eles são compostos por uma série de aspectos

sensoriais relacionados à biofilia, ou seja, a necessidade inata do ser humano de estar em contato com a natureza. A proposta é que esse contato com elementos naturais, quando feito adequadamente, seja capaz de promover experiências qualitativas nas esferas cognitiva, comportamental, emocional e social (Gressler, 2013). Na Figura 7, o jardim restaurador no terraço do *Boston Children's Hospital*, conhecido como *Longwood Rooftop Healing Garden*, destaca-se como um exemplo interessante no contexto hospitalar.



Figura 7. Vista aérea do jardim sensorial presente no terraço do *Boston Children's Hospital*, intitulado de Longwood Rooftop Healing Garden. Fonte: Chi-athenaeum.org (2019).

Equipar alguns espaços com tecnologia e designar outros como zonas livres de tecnologia proporciona opções adicionais para aprimorar a experiência dos usuários no ambiente hospitalar. Além de permitir momentos de pausa e reflexão, esses espaços oferecem alívio diante dos diversos estímulos externos presentes nos corredores hospitalares, como ilustra a Figura 8. Essas escolhas também possibilitam que as pessoas encontrem um nível confortável de exposição e interação social (Horn, 2016).



Figura 8. Sala de meditação presente no Hospital Infantil Shawn Jenkins. Fonte: perkinswill.com (2022).

Qualidade acústica e conforto térmico

1 O mascaramento sonoro refere-se à adição controlada de ruído sonoro, geralmente por meio da geração de um som de baixo volume, para ocultar ou disfarçar sons indesejados em um ambiente (Awada *et al.*, 2022). O objetivo principal do mascaramento sonoro é reduzir a percepção ou a perturbação causada por ruídos indesejados, proporcionando uma camada sonora mais uniforme e menos intrusiva.

2 O ruído branco é um tipo de som caracterizado por ter uma distribuição de frequência uniforme, o que significa que todas as frequências dentro de uma faixa de audição são emitidas com a mesma intensidade. Estudos, como o de Awada *et al.* (2022), evidenciam que o nível de ruído branco de 45 dB resultou em melhor desempenho cognitivo em termos de atenção sustentada, precisão e velocidade de desempenho, bem como mais criatividade e menores níveis de estresse. Em termos práticos, o ruído branco é frequentemente utilizado em contextos como mascaramento sonoro, terapia de som, ou para criar uma “parede sonora”, que ajuda a mascarar outros sons indesejados, promovendo um ambiente mais calmo e tranquilo.

Os sons cotidianos presentes no ambiente hospitalar, em sua configuração clássica, podem não apenas dificultar o foco dos colaboradores, mas também prolongar a internação e/ou tratamento de pacientes. Isso ocorre devido ao aumento dos níveis de ansiedade e estresse experimentados pelos pacientes, desencadeados pelo excesso de ruído (Dokmanic *et al.*, 2013). Nesse cenário, quando o ambiente construído carece de tratamento acústico, mesmo pequenos ruídos podem se tornar ensurdecedores para usuários especialmente sensíveis ou propensos à distração, como aqueles com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) (Honeybourne, 2019; Tadeu *et al.*, 2011).

De acordo com Emar, Smith e Coats (2022), um projeto acústico eficaz para o local de trabalho deve oferecer uma variedade de configurações auditivas que suportam diversas atividades, localizando-se adequadamente em cada zona de trabalho. Além disso, o projeto acústico pode contemplar a integração de sistemas de mascaramento sonoro¹ ou ruído branco², buscando melhorar o conforto (Figura 9).

Juntamente com a acústica, o conforto térmico é consistentemente classificado em pesquisas no local de trabalho como um dos principais fatores que geram desconforto, resultando em repercussões negativas no tratamento dos pacientes.

Consequentemente, a falta de conforto térmico está associada a um aumento no período de internação dos pacientes (Heerwagen *et al.*, 2011; Sundell *et al.*, 2011).

O conforto térmico pode variar de acordo com fatores pessoais, como roupas, nível de atividade e metabolismo, bem como fatores neurológicos. Uma solução para essa variedade é fornecer controles de temperatura individuais, como uma janela operável ou difusor de ar, para permitir que pacientes e colaboradores ajustem seu ambiente térmico de acordo com suas necessidades individuais (Kapp, 2007; Frankenhauser, 1986).

Estimativas indicam que os controles individuais de temperatura podem estar associados a aumentos de produtividade de até 7%, dependendo da natureza do tratamento do paciente ou da tarefa executada pelo profissional de saúde (Heerwagen *et al.*, 2011; Sundell *et al.*, 2011). Outros elementos de *design* térmico eficaz para o local de trabalho incluem:

- . Controle dos ganhos solares nos espaços perimetrais, para evitar o superaquecimento de pessoas próximas às janelas;
- . Melhoria do desempenho do revestimento externo do edifício, para garantir condicionamento uniforme em todo o espaço;
- . Projeto de espaços termicamente variados, como um átrio com ventilação natural ou um pátio externo, para que as pessoas possam escolher um local que atenda às suas preferências térmicas.



Figura 9. O CHOC – Children's Hospital of Orange County fornece ambientes de refúgio nos corredores. Ambientes assim podem possibilitar conforto acústico, a fim de melhorar os estímulos estressores do ambiente hospitalar. Fonte: healthcaresnapshots.com (2020).

Iluminação

De forma mais abrangente, diversos estudos, como o de Boubekri *et al.* (2014, p.14), demonstram que “[...] pessoas que trabalham em ambiente ensolarado dormem melhor e riem mais do que aquelas que passam o dia em escritórios mal iluminados”, contribuindo para melhorias na qualidade do sono e redução de problemas físicos e mentais. Kellert e Calabrese (2015) destacam que a percepção das mudanças na iluminação natural ao longo do dia pode ser alcançada por meio do contraste entre luz e sombra (Figura 10), influenciando as emoções dos usuários no ambiente construído. A luz solar, associada a recursos como grandes janelas, claraboias, áreas externas, vistas para o exterior, janelas com abertura (Kellert, 2012), varandas, *decks*, terraços, jardins (Huiberts, 2015), paredes de vidro e clerestórios (Paiva, 2021), desempenha um papel crucial nesse contexto.



Figura 10. Área externa destinada à equipe de saúde no Hospital Infantil Shawn Jenkins. Fonte: perkinswill.com (2022).

A iluminação oferece uma oportunidade adicional para que o *design* responsivo faça a diferença. Luminárias fluorescentes, com sua cintilação e zumbido, podem ser distrativas e perceptíveis apenas para neurodivergentes. A substituição por iluminação LED de qualidade mostra-se promissora (Kapp, 2020; Joye, 2007). Pesquisas na Universidade de Toronto sugeriram que níveis intensos de iluminação podem intensificar valências emocionais, influenciando positiva ou negativamente, enquanto reduzir o brilho das luzes pode resultar em decisões mais racionais (Kapp, 2020). Estudos também indicam que ajustar a cor e a intensidade da

iluminação elétrica ao longo do dia para mimetizar as mudanças diurnas da natureza pode reduzir o estresse.

Esses benefícios podem afetar positivamente tanto pacientes neurodivergentes quanto neurotípicos durante a internação hospitalar (Largo-WIGHT *et al.*, 2011). Padrões luminotécnicos, como o sistema *tunable White* (branco ajustável) que simula a intensidade e a temperatura de cor da iluminação natural em ambientes internos (Figura 11), oferecem diretrizes sobre a luz natural nos locais de trabalho. Em relação à iluminação hospitalar, estudos indicam que um *design* inadequado pode aumentar a percepção de dor durante a internação dos pacientes (Peccin, 2002).



Figura 11. Utilização do sistema *tunable white* nas acomodações hospitalares dos pacientes e corredores hospitalares. Fonte: Adaptado de lumicenteriluminacao.com.br (2020).

Em última análise, a capacidade da equipe hospitalar de adaptar a iluminação de acordo com as preferências dos pacientes pode resultar em maior eficiência no tratamento medicamentoso, além de mitigar o estresse e o esgotamento mental de pacientes e familiares, conforme Maslin (2022) (Figura 12). Para a equipe de saúde, sistemas de iluminação mais eficientes podem contribuir para o aumento da produtividade e do bem-estar no local de trabalho (Edelstein, 2005).



Figura 12. Utilização de mecanismos tecnológicos que adequam as variáveis de temperatura, acústica e iluminação no quarto do paciente internado, no Hospital Infantil Shawn Jenkins. Fonte: perkinswill.com (2022).

Grau de estimulação e sistemas operacionais

Ao considerar a adaptação de ambientes hospitalares para atender às necessidades de pessoas neurodivergentes, é essencial levar em conta a hipossensibilidade ou hipersensibilidade a experiências sensoriais específicas, uma característica distintiva desses indivíduos. Conforme destacado por Neumann *et al.* (2021), Aiochio e Queiroz (2020) e Mostafa (2010), reações diversas relacionadas ao processamento sensorial, categorizadas como hipossensível ou hipersensível, são comuns em neurodivergentes, como no caso do Transtorno do Espectro Autista (TEA), apresentado na Tabela 1.

Em situações em que os pacientes neurodivergentes apresentam condições neurológicas específicas em relação ao processamento sensorial, a presença de estímulos visuais, auditivos e olfativos pode comprometer a eficácia do tratamento hospitalar, levando à irritabilidade quando houver hipersensibilidade sensorial. Por outro lado, a falta de estímulos ambientais pode ser problemática para aqueles com hipossensibilidade, resultando na incapacidade de se concentrar harmoniosamente no ambiente devido à falta de estímulos (Maslin, 2022). Portanto, criar opções que permitam aos pacientes controlar ou escolher o nível de estimulação sensorial em seus arredores é crucial para o *design* responsivo.

Oferecer oportunidades de escolha aos pacientes é uma estratégia válida para melhorar a experiência no ambiente hospitalar (Maslin, 2022).

3 Conforme Kellert e Calabrese (2015), fractais referem-se a formas geométricas complexas e repetitivas que ocorrem na natureza e que são incorporadas nos ambientes construídos para criar uma conexão visual e estética com a natureza. São padrões matemáticos que se repetem em diferentes escalas. No contexto do *design* biofílico, a inclusão de fractais pode ser observada em elementos arquitetônicos, *design* de interiores e paisagismo, imitando padrões encontrados na natureza, como folhas, flores, nuvens, montanhas, entre outros. A ideia é criar ambientes que evocam a complexidade e a beleza natural.

4 O *design* biofílico, fundamentado por Kellert e Calabrese (2015), caracteriza-se como uma abordagem no campo da arquitetura e do *design* que busca integrar elementos naturais e padrões encontrados na natureza nos espaços construídos. Essa abordagem visa criar ambientes que promovam conexões emocionais e físicas entre as pessoas e a natureza, visando melhorar o bem-estar, a produtividade e a qualidade de vida. O termo biofílico deriva de biofilia, que se refere à afinidade inata que os seres humanos têm com a natureza.

Estratégias eficazes incluem minimização da confusão visual, criação de zonas silenciosas e livres de tecnologia e incorporação de áreas de descanso e alívio em áreas de circulação, conforme evidenciado por Horn (2016).

A seleção cuidadosa das cores desempenha um papel significativo. Tons de azul e verde tendem a acalmar e tranquilizar, enquanto cores como amarelo, laranja e vermelho tendem a estimular e energizar. Cores dissonantes ou conflitantes, muitas vezes negligenciadas por pessoas neurotípicas, podem perturbar profundamente aqueles com sensibilidade aumentada (Bury *et al.*, 2020).

Além das cores, padrões e texturas também contribuem para a estimulação sensorial. O uso de padrões previsíveis, simetria ou fractais³ pode auxiliar neurodivergentes na compreensão, gestão e avaliação de suas condições cognitivas, enquanto a escolha de padrões orgânicos e texturas naturais pode ser mais compreensível e calmante para essa população (Armstrong, 2011; Mandelbrot, 1975).

De acordo com Ben-Alon *et al.* (2019), materiais naturais frequentemente proporcionam mais compreensibilidade, tranquilidade e elevação do ânimo em comparação com materiais sintéticos para pessoas neurodivergentes. Em geral, os princípios do *design* biofílico⁴, integrados à neuroarquitetura, demonstram impactos benéficos abrangentes na qualidade de saúde dos profissionais de saúde e na recuperação de pacientes, tanto neurotípicos quanto neurodivergentes (Figura 13).



Figura 13. *Design* biofílico representado por aspectos que remetem ao fundo do mar aplicado à sala de ressonância magnética no ambiente hospitalar pediátrico, no Hospital Infantil Shawn Jenkins. Fonte: perkinswill.com (2022).

A discussão sobre a arquitetura responsiva em ambientes hospitalares, com foco na neurodiversidade, reflete uma crescente conscientização sobre a importância de atender às necessidades de indivíduos neurodivergentes. A experiência de pacientes neurodivergentes é significativamente afetada por estímulos sensoriais, sendo alguns hipersensíveis e outros hipossensíveis. Esse público, especialmente crianças, tende a passar mais tempo em instalações de saúde devido a problemas de saúde concomitantes, como distúrbios gastrointestinais, epilepsia e distúrbios do sono. Além disso, questões de saúde mental, como ansiedade e depressão, também são prevalentes nesse grupo, com a pandemia agravando ainda mais essas preocupações.

Ao projetar o ambiente hospitalar com o intuito de ser responsivo para todos, é crucial fornecer uma variedade de opções para permitir que os usuários encontrem um espaço que atenda às suas necessidades específicas para a tarefa desejada (O'Haire, 2017). Todos os aspectos do espaço – cor, iluminação, materialidade, elementos no campo de visão e estímulos sensoriais – precisam ser projetados com propósito e intenção, conforme mencionado anteriormente.

Para abordar de forma eficaz as necessidades do público neurodivergente, o *design* responsivo é essencial, tomando como ponto de partida a priorização da clareza, da repetição, da previsibilidade e do controle sobre o ambiente por parte dos pacientes. Isso envolve a criação de espaços com pouca estimulação sensorial, que ofereça iluminação ajustável e elimine dispositivos ruidosos e equipamentos automáticos. Estratégias arquitetônicas que proporcionam controle sobre o ambiente, como uso de cores consistentes e navegação intuitiva, são fundamentais para criar uma atmosfera tranquila e controlada para os pacientes.

Além do *design* físico, estratégias operacionais e tecnológicas, como aplicativos móveis e terapias alternativas, desempenham um papel importante na melhoria da experiência do paciente *neurodivergente*. A minimização de interações interpessoais e a incorporação de tecnologia de informações de saúde podem reduzir a ansiedade e proporcionar uma plataforma para a comunicação por escrito, tornando a experiência mais confortável.

Um exemplo interessante da aplicação de tecnologias no ambiente hospitalar foi implementado no *Thompson Autism and Neurodevelopmental Center - CHOC* (Figura 14). Localizado no *lobby* da nova *Bill Holmes Tower*, que abriga o show interativo *Turtle Talk with Crush*, doado pela *Walt Disney Imagineering*. A tecnologia possibilita interações dos pacientes internados com personagens do filme *Procurando Nemo*, por meio da realidade virtual (Choc, 2020).

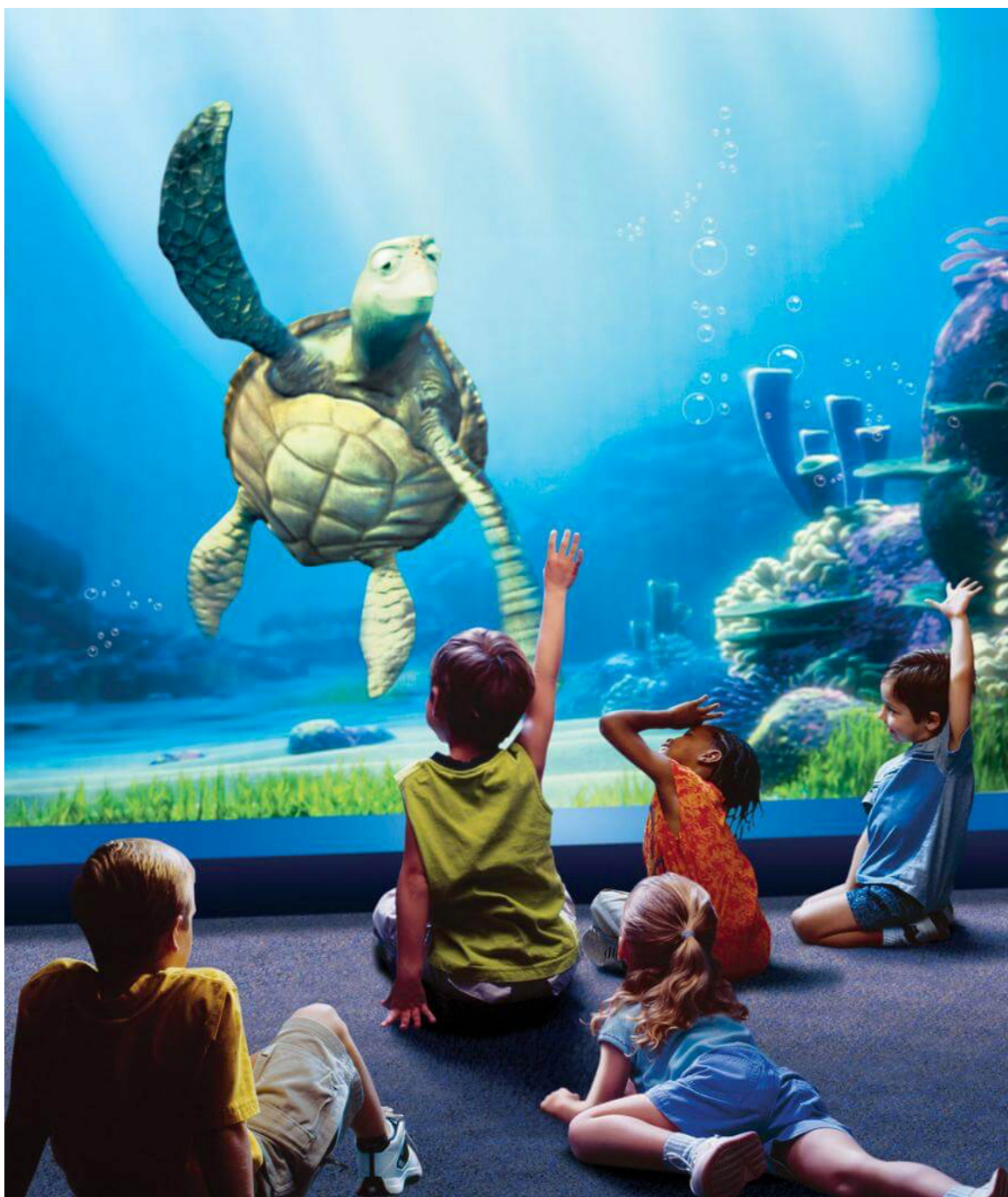


Figura 14. A parceria infantil do CHOC com o Disneyland Resort tem sido mágica desde o início, contribuindo para a recuperação dos pacientes na ala pediátrica do hospital. Fonte: choc.org (2021).

Conclusões e recomendações

A arquitetura responsiva à neurodiversidade desempenha um papel fundamental na promoção do bem-estar e na criação de ambientes inclusivos. Ao seguir as diretrizes, os profissionais de arquitetura podem contribuir significativamente para a melhoria da experiência de pacientes neurodivergentes em ambientes hospitalares. O entendimento das necessidades sensoriais e cognitivas específicas desses indivíduos é crucial para criar espaços que não apenas atendam às exigências clínicas, mas também promovam a sensação de segurança, conforto e autonomia. Ao investir na implementação dessas práticas, os ambientes de saúde podem se tornar mais acessíveis, acolhedores e eficazes para toda a diversidade de usuários.

. **Wayfinding e organização espacial:** priorizar *design* intuitivo, com elementos de *wayfinding* claros para facilitar a orientação espacial; utilizar marcos visuais distintos e pontos focais para ajudar na identificação de locais e direções; evitar repetições confusas de espaços ou características idênticas, promovendo uma ordem legível.

. **Oportunidade espacial de escolha:** fornecer uma variedade de configurações para permitir que os usuários escolham ambientes adequados às suas necessidades; criar espaços compartilhados para socialização e espaços menores para refúgio individual; minimizar estímulos sensoriais excessivos e oferecer opções de controle sobre o ambiente.

. **Qualidade acústica:** integrar soluções acústicas eficazes para criar uma variedade de configurações auditivas; evitar o excesso de ruído, especialmente em áreas sensíveis, e considerar tecnologias de mascaramento sonoro; garantir sinalização clara e consistente para facilitar a orientação em ambientes complexos.

. **Conforto térmico:** oferecer controles individuais de temperatura para atender às preferências térmicas individuais; controlar ganhos solares e melhorar o desempenho do revestimento externo para manter um ambiente termicamente confortável; projetar espaços termicamente variados para que os usuários possam escolher locais alinhados às suas preferências térmicas.

. **Iluminação e grau de estimulação:** utilizar iluminação natural sempre que possível, com grandes janelas e áreas externas; adotar sistemas de iluminação ajustáveis para permitir mudanças na intensidade e na temperatura da luz ao longo do dia; considerar o uso de tecnologia LED de qualidade para minimizar cintilação e proporcionar conforto visual.

. Sistemas operacionais: integrar estratégias operacionais, como aplicativos móveis, para minimizar interações interpessoais e proporcionar controle aos pacientes; explorar terapias alternativas e tecnologias, como a realidade virtual, para melhorar a experiência do paciente neurodivergente; implementar sistemas que permitam escolhas individuais, criando um ambiente mais personalizado.

Portanto, em um contexto em que a saúde e o bem-estar de todos os usuários são prioritários, a arquitetura de ambientes hospitalares responsivos à neurodiversidade emerge como crucial para uma abordagem holística e compassiva. A neurociência aplicada à arquitetura hospitalar pode fornecer uma base sólida para orientar esses esforços, visando criar ambientes verdadeiramente inclusivos e benéficos. Embora não haja uma solução única, a implementação contínua dessas estratégias arquitetônicas pode proporcionar espaços flexíveis, seguros e acolhedores. Pesquisas futuras são necessárias para adaptar as diretrizes propostas às diversas necessidades do público neurodivergente, a fim de promover uma experiência acolhedora e qualitativa. O compromisso com a arquitetura responsiva no ambiente de saúde é essencial para promover o bem-estar e o tratamento eficaz da população neurodivergente e em constante evolução.

Referências

- AIS, The American Institute of Stress. **Workplace Stress: Are you experiencing workplace stress?** AIS, 2013. Disponível em: <https://www.stress.org/workplace-stress>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- ALBUQUERQUE, D. DA S., SILVA, D. S., e KUHNEN, A. Preferências Ambientais e Possibilidades de Restauro Psicológico em Campi Universitários. **Psicologia: Ciência e Profissão**, 36(4), 893-906, 2016. Disponível em: <10.1590/1982-3703002972015>. Acesso em: 15 out. 2023.
- AIOCHIO, Geovana dos Santos, QUEIROZ, Virginia Magliano. Arquitetura e autismo: orientações para espaços terapêuticos, p. 925-937. In: **Anais do VIII Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído e do IX Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral**. São Paulo: Blucher, 2020.
- ARMSTRONG, Thomas. **The Power of Neurodiversity Unleashing the Advantages of Your Differently Wired Brain**. Hachette Books, 2011.
- AWADA, M. *et al.* Cognitive performance, creativity and stress levels of neurotypical young adults under different white noise levels. **Sci Rep**, 2022.
- BEN-ALON, L. *et al.* The Biophilic Power and Environmental Urgency of Earthen Construction. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 290, n. 1, p. 012006, 1 jun. 2019.
- BOUBEKRI, M. *et al.* Impact of windows and daylight exposure on overall health and sleep quality of office workers: A case-control pilot study. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, 4(05), 461-466, 2014.
- BOURNE, Angela *et al.* **Designing for Autism Spectrum Disorders**. 1. ed. [S. l.]: Routledge, 233p., 2016.
- BURY, S. M., HAYWARD, S. M., DISSANAYAKE, C., e HEDLEY, D. **Supporting a neurodiverse workforce: A mental health and well-being resource and training package**. Melbourne: La Trobe University, 2020.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION – CDCP. **Autism Spectrum Disorder Data and Statistics**. Atlanta, Georgia: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, 2022.
- CHOC. CHOC **Children's Partnership with the Disneyland Resort has Been Magical from the Start**. Disponível em: <<https://www.choc.org/articles/choc-childrens-partnership-with-the-disneyland-resort-has-been-magical-from-the-start/>>. Acesso em: 6 out. 2023.

DOKMANIĆ, I., PARHIZKAR, R., WALTHER, A., LU, Y. M., e VETTERLI, M. Acoustic echoes reveal room shape. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 110(30), 12186–12191, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1073/pnas.1221464110>>. Acesso em: 2 dez. 2023.

DOYLE, N. **Neurodiversity at work**: A biopsychosocial model and the impact on working adults. Br Med Bull, 2020.

EDELSTEIN, E. **Influence of Architectural Lighting on Health**. Implications, 2005.

EMAR, M., SMITH, E., COATS, T. J. **Background noise in an Emergency Department**: an observational study from staff and patient perspectives. Medrxiv, n. Disponível em: <<https://doi.org/10.1101/2022.05.20.22275148>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

FEINSTEIN, Adam. **Autism Works**: A Guide to Successful Employment Across the Entire Spectrum. Routledge, 2018.

GRESSLER, S. C. e GÜNTHER, I. A. Restorative environments: Definition, history, approaches and research. **Estudos de Psicologia**, 18(3), 487–495, 2013. Disponível em: <[10.1590/S1413-294X2013000300009](https://doi.org/10.1590/S1413-294X2013000300009)>. Acesso em: 15 dez. 2023.

HEERWAGEN, J., e BLOOM, M. **Sound Matters – How to Achieve Acoustic Comfort in the Contemporary Office**. GSA Public Buildings Service, 2011.

HONEYBOURNE, V. **The Neurodiverse Workplace**: An Employer's Guide to Managing and Working with Neurodivergent Employees, Clients and Customers. Jessica Kingsley Publishers, 2019.

HORN, V. L. **Service Animal Relief Areas**: Guidance and Best Practice [PowerPoint presentation]. 7th Annual FAA National Civil Rights Training Conference for Airports, Washington, DC, United States, 2016. Disponível em: <<https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/>>. Acesso em: 17 dez. 2023.

HUIBERTS, S. **Light, space and mood**: How natural light in architecture affects mood and health. Amsterdam: University of Amsterdam, 2015.

JOYE, Y. Architectural Lessons from Environmental Psychology: The Case of Biophilic Architecture. **Review of General Psychology**, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/1089-2680.11.4.305>>. Acesso em: 7 jan. 2024.

KAPLAN, R. **The role of nature in the context of the workplace**. Landscape and Urban Planning, 26, 1993, p.193–201, 1993.

KAPP, S. **Autistic Community and the Neurodiversity Movement**: Stories from the Frontline. Singapore: Palgrave Macmillan, 2020.

KELLERT, S. R. The biological basis for human values of nature. In: VALDÉS-PÉREZ, G. (ed.). **Ethical Land Use: Principles of Policy and Planning**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2012.

KELLERT, S. R., CALABRESE, E. F. **The practice of biophilic design**. 2015. Disponível em: <<https://www.biophilic-design.com/>>. Acesso em: 8 dez. 2024.

LARGO-WIGHT, E., CHEN, W. W., DODD, V., e WEILER, R. Healthy Workplaces: The Effects of Nature Contact at Work on Employee Stress and Health. **Public Health Reports**, 2011.

MACHADO, A. C. C. DE P. *et al.* Processamento Sensorial no Período da Infância em Crianças Nascidas Pré-Termo: Revisão Sistemática. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 35, n. 1, p. 92-101, 2017.

MANDELBROT, B. B. **The Fractal Geometry of Nature**. W. H. Freeman and Company, Nova Iorque, 1975.

MASLIN, Steve. **Designing Mind-Friendly Environments Design and Architecture for Everyone**. Jessica Kingsley Publishers, 2022.

MOSTAFA, Magda. Housing Adaptation for Adults with Autistic Spectrum Disorder. **Open House International**. 35. 37-48, 2010. Disponível em: <10.1108/OHI-01-2010-B0004>. Acesso em: 16 dez. 2023.

NEUMANN, Helena Rodi; MIYASHIRO, Larissa Akemi Silva; PEREIRA, Larissa Victorino. Arquitetura Sensível ao Autista: quais diretrizes de projeto adotar? **Estudos em Design**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 60-77, 29, 2021.

O'HAIRE, M. Research on animal-assisted intervention and autism spectrum disorder, 2012-2015. **Applied developmental science**, 21(3), 200-216, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10888691.2016.1243988>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

O'MALLEY, M., INNES, A. e WIENER, J. M. (Dis)Orientation and Design Preferences Within an Unfamiliar Care Environment: A Content Analysis of Older Adults' Qualitative Reports After Route Learning. **Environment and Behavior** 54, no. 1, pp. 116-42, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0013916520953148>>. Acesso em: 15 jan. 2024.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE – OPAS. Saúde mental dos adolescentes – OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde, 2022.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE – OPAS. The Covid-19 Health Care Workers Study (Heroes) Informe Regional De Las Américas, 2022.

OZEL, M.; OZEL, C. Effect of window-to-wallarea ratio on thermal performance of building wall materials in Elazığ, Turkey. **PloS one**, vol.15, n. 9, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237797>>. Acesso em: 15 dez. 2023.

PAIVA, A. The role of the physical environment on memorization of experiences: perspectives and possibilities. **Conference of ANFA SYMPOSIUM**, 2021.

PECCIN, A. **Iluminação Hospitalar**. Estudo de caso: espaços de internação e recuperação. Faculdade de Arquitetura, Tese de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2002.

POLANCZYK, G. Pandemia é responsável por cerca de 36% dos casos de depressão em crianças e adolescentes. **Jornal da USP – Atualidades**, 2021.

ROSQVIST, H. B. B.; CHOWN, N.; STENNING, A. **Neurodiversity Studies**, A New Critical Paradigm. Routledge, 2020.

SUNDELL, H. L. *et al.* Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. **Indoor Air**, 2011, vol.21, pp.191-204.

TADEU, A. J. B; MATEUS, D. M. R. Sound transmission through single, double and triple glazing. Experimental evaluation. **Applied Acoustics**, 2021, vol.62, n.3, pp.307– 325, 2011.

Autor

Ciro Férrer Herbster Albuquerque Arquiteto e urbanista. Consultor e pesquisador acadêmico com foco em Envelhecimento Humano, Saúde Cognitiva, Direito à Cidade, Planejamento Urbano e Quadros Neurodegenerativos. Mestrando no Programa de Arquitetura, Urbanismo e Design, Linha de Pesquisa de Planejamento Urbano e Direito à Cidade, do PPGAU+D, na Universidade Federal do Ceará (UFC). Pós-graduado em Gerontologia; Neurociência e Comportamento Humano; Neurociência e Aprendizagem; Neurociência aplicada à Arquitetura, Urbanismo e Design. Membro da Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA), da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia (SBGG), da Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) e da Rede Internacional de Ações Sustentáveis (RIAS). Contatos: ciro.ferrer@hotmail.com ou ciro.ferrer@alu.ufc.br | +55 (85) 99917.6340.

Saúde 4.0 e *lean healthcare* nos hospitais de Santa Catarina: mapeando a adoção e explorando a integração

Autores

João Paulo Lucchetta Pompermaier Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Julia Madrid Kaefer Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Lizandra Garcia Lupi Vergara Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

DOI: 10.62558/2358-3630/22.01.03

Resumo

A saúde tem se transformado em ritmo acelerado, acompanhando as significativas transformações globais decorrentes, principalmente, dos avanços tecnológicos e do conhecimento médico e científico. Diante da crescente demanda por qualidade e otimização de recursos hospitalares, este estudo tem por objetivo investigar a integração das tecnologias da Saúde 4.0 e das práticas *lean healthcare* nos hospitais do Estado de Santa Catarina, por meio da realização de entrevistas semiestruturadas com gestores de instituições públicas e privadas. Entre as tecnologias incorporadas, destacam-se prontuário eletrônico, telemedicina, inteligência artificial, robótica e exames de imagem avançados, trazendo benefícios, como agilidade, segurança e otimização de processos, mas também desafios, como custo e resistência à mudança. Os resultados apontam que as práticas *lean healthcare* são pouco difundidas e que muitas instituições desconhecem sua aplicação. Os desafios na implementação de novas tecnologias e práticas são similares nas instituições estudadas, evidenciando barreiras comuns no setor hospitalar.

Palavras-chave:

saúde 4.0; *lean healthcare*; gestão hospitalar.

Introdução

A saúde tem se transformado em ritmo acelerado, cuja causa decorre dos avanços tecnológicos e do conhecimento médico e científico, das mudanças nas dinâmicas epidemiológicas, do número crescente de pacientes crônicos, do crescimento populacional e do aumento da expectativa de vida (Mendonça; Rodrigues, 2023). Essas transformações estão requerendo mudanças em toda a estrutura organizacional das instituições hospitalares, exigindo a atuação ativa dos gestores na tomada de decisões alinhadas aos objetivos e ao planejamento estratégico organizacional para os próximos anos.

A demanda crescente por serviços de saúde de qualidade e a necessidade de otimização dos recursos hospitalares têm impulsionado a busca por soluções inovadoras. As instituições vêm sofrendo acréscimos significativos de gastos e aumento exponencial na demanda de pacientes, o que acarreta “custos mais elevados, tornando o atendimento dispendioso e, em contrapartida, o investimento em otimização na agilidade na área não cresce na mesma proporção” (Chaves; Daú; Scavarda, 2024, p. 2). Nesse contexto, dois conceitos emergem fortemente como impulsionadores de transformações: saúde 4.0 e *lean healthcare*.

O termo saúde 4.0 emerge da Quarta Revolução Industrial e se caracteriza como uma estrutura para conectar, automatizar e autonomizar os serviços de saúde, aumentando a eficiência, a eficácia, a acessibilidade, a melhoria e a personalização dos serviços oferecidos à população (Al-Jaroodi *et al.*, 2022). A saúde 4.0 “serve como um catalisador tecnológico para o crescimento acelerado ao integrar tecnologias industriais de ponta” (Gupta; Singh, 2023, p. 933), por meio da interconexão aprimorada entre aspectos físicos e digitais e soluções fornecidas por tecnologias inovadoras de informação e comunicação (Mukhopadhyay; Banerjee; Das Mukhopadhyay, 2024). O desenvolvimento tecnológico trazido por esse conceito surge cercado de altas expectativas para resolver, ou pelo menos minimizar, algumas das questões apontadas no início desta introdução (Mendonça; Rodrigues, 2023).

Já as práticas *lean healthcare* são uma abordagem do *lean* aplicada aos serviços hospitalares, visando à redução de desperdícios e à melhoria contínua dos processos. O princípio básico é “fazer cada vez mais com cada vez menos recursos – seja esforço humano, equipamentos, tempo e/ou espaço” (Souza Lima, 2022, p. 5). Assim, é “tanto um conjunto de ferramentas quanto um sistema de gestão, um método de melhoria contínua e o engajamento dos funcionários, uma abordagem que nos permite resolver os problemas de real importância” (Graban, 2013, p. 3).

Desde a década de 90, os prestadores de serviços da saúde passaram a buscar inspiração em outros setores, de modo a enfrentar os desafios relacionados à qualidade e aos custos dos serviços (Shortell; Bennett; Byck, 2001). Nesse contexto, o *lean healthcare* surgiu como uma estratégia para diminuir ou eliminar desperdícios e atividades que não agregam valor aos processos de assistência à saúde. Desse modo, a utilização do *lean* para aumentar a eficiência do atendimento clínico hospitalar foi reconhecida como uma abordagem eficaz para reduzir despesas e melhorar resultados (Montesarchio *et al.*, 2012; Tlapa *et al.*, 2020).

A combinação dessas duas abordagens (saúde 4.0 e *lean healthcare*) pode representar avanços significativos na gestão hospitalar, gerando impactos em termos de qualidade e segurança do paciente, custos, tempo de espera e disposição das equipes (Grabán, 2013). A saúde 4.0 tem um papel essencial no aprimoramento de todo o sistema de saúde, melhorando processos, reduzindo erros médicos, contribuindo com a tomada de decisões e aprimorando o cuidado com o paciente (Al-Jaroodi; Mohamed; Abukhousa, 2020), sendo um conceito forte para fazer com que o país atinja novos patamares nas políticas de saúde (Valentim *et al.*, 2018). Entretanto, essa integração também está associada a desafios, em especial em países em desenvolvimento, como o Brasil, onde as restrições orçamentárias e a infraestrutura podem dificultar a implementação. Além disso, as tecnologias têm evoluído mais rapidamente do que as culturas organizacionais, o que tem contribuído para o aumento de dificuldades associadas a recursos humanos, finanças, implantações físicas e segurança do paciente (Thimbleby, 2013).

Diante das questões expostas, compreender como saúde 4.0 e *lean healthcare* podem contribuir com os hospitais é fundamental para propor diretrizes que possam auxiliar na modernização e no aprimoramento das instituições. Nesse sentido, este estudo tem por objetivo investigar a integração das tecnologias da saúde 4.0 e das práticas *lean healthcare* na eficiência operacional e na qualidade dos atendimentos nos hospitais do Estado de Santa Catarina, Brasil.

A escolha por Santa Catarina justifica-se por sua rede hospitalar de destaque, que inclui instituições de referência em inovação e gestão de saúde, proporcionando um cenário ideal para investigar os conceitos propostos. Além disso, considera-se a necessidade de delimitação da amostra para uma análise mais aprofundada e contextualizada, capaz de auxiliar na compreensão de um panorama sobre os conceitos em estudo, tendo em vista que o estado apresenta características socioeconômicas e de infraestrutura hospitalar que permitem avaliar a incorporação de tecnologias da saúde 4.0 e das práticas *lean healthcare* em um cenário regional específico, facilitando a coleta e a análise dos dados consoante as particularidades locais.

Metodologia

A pesquisa caracteriza-se por sua natureza aplicada, pois envolve a coleta de dados em campo, buscando soluções práticas para questões específicas. Com uma abordagem qualitativa, a pesquisa é classificada como exploratória, tendo como propósito aprofundar a compreensão do problema em estudo, facilitando sua explicitação e possibilitando a construção de hipóteses (Gil, 2002).

A metodologia foi estruturada em três etapas principais: (1) contextualização; (2) entrevistas semiestruturadas; (3) análise dos dados e interpretação de resultados.

Etapa 1: Contextualização

A revisão da literatura foi conduzida por meio de uma pesquisa abrangente em artigos publicados em bases acadêmicas e científicas nacionais e internacionais, além de teses, dissertações e livros. O objetivo dessa etapa foi aprofundar o conhecimento sobre os conceitos centrais do estudo: saúde 4.0 e *lean healthcare*. Por meio da revisão, mapearam-se as tecnologias emergentes da saúde 4.0 incorporadas ou em processo de incorporação nos hospitais, bem como se analisou o estado da arte das práticas *lean* aplicadas ao contexto hospitalar. Assim, foi possível identificar lacunas, benefícios e desafios da adoção dessas tecnologias e práticas, fornecendo a base para o desenvolvimento da pesquisa e a discussão dos resultados obtidos.

Etapa 2: Entrevistas semiestruturadas

As entrevistas constituem o principal método de coleta de dados primários e oferecem flexibilidade importante para o trabalho, pois o entrevistador pode repetir ou elucidar perguntas, formulá-las de modo diferenciado, explicitando definições, garantindo que está sendo compreendido. Oferece, principalmente, a oportunidade de obter dados que não se encontram em fontes físicas, embora não menos relevantes para a pesquisa, além de possibilitar avaliar as atitudes do entrevistado, observando-o em relação ao que diz e como diz. A abordagem semiestruturada permite ainda flexibilidade nas respostas, possibilitando que os entrevistados compartilhem informações para além do que está previsto no roteiro, enriquecendo a análise dos dados (Gil, 2002).

Na presente pesquisa, as entrevistas foram realizadas com 12 gestores hospitalares atuantes em instituições públicas e privadas do Estado de Santa Catarina, sendo realizadas por videoconferência, seguindo o roteiro definido (Quadro 1). Essas entrevistas foram elaboradas para explorar, em profundidade, a aplicação das tecnologias da saúde 4.0 e das práticas *lean healthcare* nos hospitais.

Parte I: Dados sociodemográficos	
1	Formação
2	Tempo de experiência profissional
3	Instituição (pública ou privada)
4	Cargo exercido
5	Tempo no cargo
Parte II: Dados específicos	
1	Quais tecnologias emergentes já foram incorporadas em seu hospital?
2	Quais os benefícios e quais os desafios associados a essa incorporação?
3	As práticas <i>lean healthcare</i> já foram incorporadas em seu hospital?
4	Quais os benefícios e quais os desafios associados a essa incorporação?
5	Houve integração das tecnologias emergentes com as práticas <i>lean healthcare</i> ?
6	Se houve integração: como essa integração tem sido realizada em seu hospital, pode dar exemplos concretos? Quais benefícios e desafios foram identificados?
7	Se não houve integração: se houvesse essa integração, como ela poderia contribuir para o seu hospital?

Quadro 1. Roteiro das entrevistas semiestruturadas. Fonte: Autores, 2025.

O recrutamento dos participantes foi realizado nos meses de setembro e outubro de 2024 por amostragem aleatória simples, que consiste na seleção aleatória de participantes a partir da população-alvo determinada na pesquisa (Gil, 2002). Os hospitais foram mapeados a partir do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), com consultas específicas para o Estado de Santa Catarina. A fim de atingir a população-alvo, foi realizado contato direto com os hospitais, convidando seus gestores para participarem da pesquisa de forma voluntária, anônima e confidencial.

De acordo com dados de dezembro de 2024, do Observatório de Política e Gestão Hospitalar (OPGH), da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), extraídos a partir do CNES, Santa Catarina possui 306 hospitais, divididos em: hospital dia isolado, hospital especializado, hospital geral, policlínica/centro de especialidades/centros de parto normal e pronto-socorro/pronto atendimento. Além disso, estes se dividem nos seguintes sistemas jurídicos: privado com fins lucrativos, privado sem fins lucrativos, público e de ensino. A amostra de 12 gestores hospitalares participantes da pesquisa corresponde a 3,92% do total de hospitais.

Etapas 3: Análise dos dados

Considerando as respostas obtidas nas entrevistas, foi realizada a análise de conteúdo conforme proposto por Bardin (2016). Essa análise tem por

finalidade transformar os dados brutos do corpo de respostas, por meio de processos de recorte, agregação e enumeração, em uma representação clara do conteúdo, destacando as principais características presentes no texto.

A análise de conteúdo se divide em três etapas: (i) pré-análise; (ii) exploração do material e; (iii) tratamento dos resultados, inferência e interpretação (Bardin, 2016). A etapa de pré-análise refere-se à organização, à transcrição e à leitura preliminar dos documentos, bem como à elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final. A etapa de exploração do material consiste na codificação, na decomposição ou na enumeração dos dados, transformando o conteúdo bruto em unidades de análise por meio de padrões, recorrências e significados identificados no material analisado. Por fim, na etapa de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, os resultados são interpretados e tratados, sendo posteriormente apresentados para análise. Nessa etapa, são realizadas inferências, ou seja, deduções lógicas a partir das respostas obtidas nas entrevistas e no referencial teórico adotado.

Resultados e discussões

Os resultados da pesquisa apresentam um panorama dos hospitais catarinenses acerca da integração das tecnologias da saúde 4.0 e das práticas *lean healthcare*, contando com a participação de 12 gestores hospitalares de diferentes instituições e regiões do estado, conforme representado na Figura 1.



Figura 1. Distribuição geográfica dos participantes. Fonte: Autores, 2025.

A distribuição geográfica abrangida pela pesquisa enriquece os resultados e contribui para traçar um panorama que corresponde à realidade estadual em suas diferentes regiões.

Acerca dos dados sociodemográficos dos participantes, pode-se traçar o perfil dos respondentes: 58,3% de instituições públicas e 41,7% de privadas. A formação profissional foi diversificada, prevalecendo enfermeiros(as) com tempo de experiência profissional diversificado. A Figura 2 apresenta um infográfico sociodemográfico dos participantes, apresentando os principais dados de categorização da amostra.

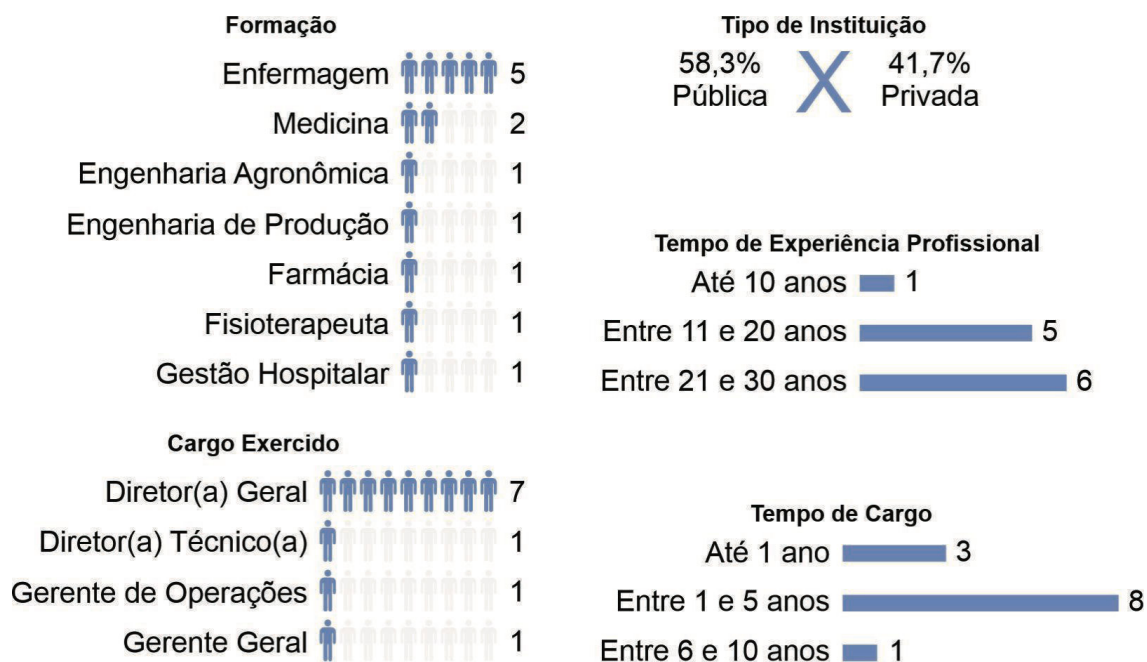


Figura 2. Infográfico sociodemográfico dos participantes. Fonte: Autores, 2025.

Primeiramente, os participantes receberam a pergunta: “Quais tecnologias emergentes já foram incorporadas em seu hospital?”. A partir das respostas, foi realizada a categorização, apresentada no Quadro 2.

Categoria	Subcategoria	Recorrência
Prontuário eletrônico	Totalmente implementada	9
	Parcialmente implementada	1
	Em implementação	1
Telemedicina	Totalmente implementada	4
	Parcialmente implementada	1
	Em implementação	1
Inteligência artificial	Parcialmente implementada	5
Robótica	Parcialmente implementada	2
Exames de imagem avançados	Totalmente implementada	4
	Parcialmente implementada	2

Quadro 2. Categorização das tecnologias emergentes incorporadas. Fonte: Autores, 2025.

A maioria dos hospitais afirmou utilizar o prontuário eletrônico, que é considerado, atualmente, o principal instrumento tecnológico para o pleno funcionamento de unidades hospitalares.

Um dos entrevistados (E4), no entanto, destacou a implementação parcial do sistema, utilizando documentos híbridos (manuscritos e digitais) para registros médicos; outro (E7) apontou que o sistema está na fase de implementação, com a digitalização dos processos hospitalares.

A telemedicina foi impulsionada durante a pandemia de COVID-19, mas seu uso ainda é restrito dentro do sistema terciário de saúde (Lima *et al.*, 2022). Alguns gestores indicaram sua utilização com ênfase para diagnósticos a distância, entretanto, evidencia-se uma prevalência da não utilização nos hospitais. E11 explica que a telemedicina facilita o gerenciamento remoto de imagens de exames, como tomografia, ultrassom, raio x e eletrocardiograma, permitindo que o serviço de radiologia funcione de maneira eficiente. Dessa forma, os exames são realizados no hospital, e os laudos, a distância. Isso beneficia tanto os médicos, que não precisam estar presentes, quanto os pacientes, que podem acessar os exames remotamente. E9 relata que, em seu hospital, a telemedicina foi implementada em 2014, focando principalmente a jornada do paciente oncológico. Hoje, o hospital é referência para 52 municípios, utilizando a telemedicina para otimizar o atendimento e facilitar o acompanhamento desses pacientes. Por outro lado, E8 ressalta que seu hospital não contempla a telemedicina, mas acredita que é uma ferramenta importante para sanar vários problemas existentes.

Com relação à inteligência artificial (IA), notou-se que seu uso está sendo mais amplamente disseminado, com utilização em tomografia e ressonância magnética, facilitando a emissão de laudos, na farmácia clínica e na área de Centro de Diagnóstico por Imagem (CDI), além de processos administrativos/gestão.

A IA tem se tornado uma ferramenta essencial na medicina, sendo amplamente utilizada em diversas áreas, como diagnóstico e tratamento, graças à sua capacidade de reproduzir o pensamento humano e armazenar grandes volumes de informações (Leite, 2019). Essa tecnologia já é aplicada em vários campos para prever e analisar imagens médicas, otimizando a saúde dos pacientes (Arias, 2019). Além disso, a IA auxilia na identificação de doenças e na realização de diagnósticos mais precisos, com a vantagem de detectar padrões que os seres humanos muitas vezes não conseguem (Santos, 2021). Outro benefício é a possibilidade de atualizar dados em tempo real, o que melhora a gestão hospitalar e a prevenção de complicações, evitando, assim, o colapso dos sistemas de saúde (Tomás, 2020).

A robótica é uma realidade restrita a poucos hospitais, sendo mencionada por apenas dois entrevistados (E4, E6) como parcialmente implementada. Evidencia-se que seu uso se restringe principalmente a processos cirúrgicos. Já com relação aos exames de imagem avançados, os entrevistados relataram a implementação total ou parcial, destacando principalmente o uso de tomografia, ressonância magnética, ultrassom e raio x.

Nesse cenário de compreensão das tecnologias emergentes, os participantes responderam à pergunta: “Quais os benefícios e quais os desafios associados a essa incorporação?”. O Quadro 3 apresenta a categorização elaborada bem como a decodificação das respostas obtidas que evidenciam a percepção dos gestores entrevistados.

Categoria	Subcategoria	Resposta
Benefícios	Agilidade	Redução no tempo de exames
		Visualização integrada de dados de diferentes hospitais
		Agilidade na transmissão de informações
		Acesso rápido aos prontuários eletrônicos
		Economia e agilidade dos processos
	Segurança	Integração com IA para apoiar decisões
		Melhora na compreensão do histórico do paciente
		Melhoria no controle de custos
		Redução de riscos humanos
		Aumento da segurança por meio da digitalização
	Eliminação de papel	Integração de informações
		Redução de custos por meio de ferramentas digitais
	Qualidade do serviço	Telemedicina evita deslocamento de pacientes
		Melhoria da qualidade do serviço
		Redução do custo humano e mais segurança
		Melhoria na assistência por meio de ferramentas digitais
	Otimização de processos	Automação dos processos
		Padronização e otimização de processos
		Melhora no fluxo de informações
		Controle interno em tempo real
Desafios	Custo	Recursos financeiros limitados
		Alto custo de implantação
		Dificuldade em quantificar o retorno financeiro
	Resistência à mudança	Resistência dos profissionais
		Complexidade de escolher o que agrega valor
		Resistência cultural à tecnologia
	Conhecimento especializado	Necessidade de evolução dos profissionais
		Dificuldade em encontrar ferramentas certas
		Mão de obra qualificada
	Integração entre sistemas	Necessidade de padronização entre todos os hospitais do estado
		Expansão de sistemas para o nível primário e o secundário

Quadro 3. Categorização dos benefícios e desafios da incorporação de tecnologias emergentes.
Fonte: Autores, 2025.

É possível observar que os benefícios estão fortemente ligados à melhoria da eficiência dos processos e à qualidade do atendimento, enquanto os desafios geralmente envolvem barreiras financeiras, culturais e de conhecimento técnico.

Entre os principais benefícios, a agilidade dos processos é amplamente reconhecida. E2 aponta que, em seu hospital, por exemplo, a substituição de um tomógrafo antigo por um mais moderno reduziu significativamente o tempo de exame, o que reflete diretamente na capacidade de atendimento e na eficiência operacional do hospital. Outro benefício recorrente é a segurança trazida pelas novas tecnologias, seja na proteção de dados e prontuários, como relatado por E7, seja na otimização do uso de antibióticos e no controle de infecções, como exemplificado por E8. Essas ferramentas não apenas melhoram a qualidade do atendimento, mas também geram uma economia considerável, ao evitar gastos com procedimentos desnecessários e reduzir o tempo de resposta em tratamentos.

No entanto, os desafios são expressivos, especialmente em instituições que dependem de recursos públicos. A questão do custo foi amplamente indicada por alguns gestores, como E3, E5 e E6, apontando que a falta de recursos limita a padronização e a expansão dessas tecnologias para todos os hospitais do estado. Além disso, o retorno financeiro de muitos investimentos ainda é difícil de mensurar, o que representa um risco para hospitais com dificuldades financeiras.

A resistência à mudança também aparece como um obstáculo significativo. E3 aponta a dificuldade de fazer com que os profissionais adotem o uso de ferramentas digitais, como prontuários eletrônicos, uma barreira que compromete a eficiência do processo.

Outro ponto mencionado é a falta de mão de obra qualificada. Segundo E8, há uma escassez de profissionais com o conhecimento necessário para operar as novas ferramentas e tecnologias, o que limita o potencial de adoção e o pleno uso dessas inovações. Isso foi reforçado por E6, que apontou a dificuldade em escolher quais tecnologias realmente agregam valor e reduzem custos, considerando a ampla oferta disponível no mercado e a falta de expertise em análise de custo-benefício.

Posteriormente, os participantes foram questionados: “As práticas *lean healthcare* já foram incorporadas em seu hospital?”. Após a análise das respostas obtidas, foi elaborado o Quadro 4, que contém detalhadamente as práticas incorporadas ou não.

Entrevistado	Incorporação	Detalhes
E1	Parcial	Implementação de processos internos de controle e melhoria contínua nas emergências e outras áreas operacionais.
E2	Sim	Participação em diversos programas do governo federal e colaborações com instituições renomadas (Hospital Israelita Albert Einstein, Hospital Sírio-Libanês e Hospital Moinhos de Vento).
E3	Em processo	A implantação do <i>lean</i> está acontecendo gradativamente.
E4	Não	Não se recorda de exemplos claros de práticas <i>lean</i> , mas menciona uma política de "zero papel" e integração de sistemas.
E5	Não	-
E6	Sim	Aplicação do <i>lean</i> nas emergências e no centro cirúrgico com consultoria do Hospital Sírio-Libanês. Resultados significativos na redução de superlotação.
E7	Sim	Envolvido em diversos programas de melhoria contínua e otimização de processos, incluindo acreditação e uso de <i>Diagnosis Related Groups</i> (DRG).
E8	Não	-
E9	Sim	Aplicação do <i>lean</i> nas emergências, no centro cirúrgico e na oncologia, por meio de consultorias específicas com grandes hospitais [não mencionou nomes].
E10	Em processo	Já participou do programa <i>lean</i> nas emergências e está em processo para realizar a segunda etapa: <i>lean</i> no centro cirúrgico.
E11	Não	-
E12	Sim	O hospital é certificado pela Organização Nacional de Acreditação (ONA) no nível 1; e as práticas de otimização de processos e gestão de tempo, por exemplo, fazem parte dos requisitos.

Quadro 4. Incorporação das práticas *lean healthcare*. Fonte: Autores, 2025.

A incorporação das práticas *lean healthcare* em hospitais apresenta um cenário bastante diversificado, conforme observado nas respostas dos gestores entrevistados. Enquanto alguns hospitais estão avançados na implementação dessas práticas, outros ainda estão no início ou nem sequer iniciaram o processo.

Entre os hospitais que já as incorporaram, observamos exemplos de sucesso, como o mencionado por E2, que participou de vários programas nacionais em parceria com instituições renomadas, como o Hospital

Israelita Albert Einstein, o Hospital Sírio-Libanês e o Hospital Moinhos de Vento. Esse envolvimento trouxe melhorias significativas em áreas como infectologia e gestão de custos. E6 aponta que uma consultoria do Hospital Sírio-Libanês possibilitou a aplicação do *lean* nas emergências e no centro cirúrgico, resultando em um impacto positivo, como a redução da superlotação e a otimização dos processos no pronto-socorro. E9 menciona a aplicação do *lean* nas emergências, no centro cirúrgico e na oncologia, relatando resultados significativos: a média de permanência dos pacientes internados foi reduzida de 6,6 dias para 3,2 dias, enquanto o número de cirurgias mensais no centro cirúrgico dobrou, passando de 700 para 1.400. O entrevistado explica que esse avanço foi alcançado com a eliminação de desperdícios e a adoção da metodologia *lean*, que vem sendo aplicada com sucesso no hospital há quatro anos consecutivos.

O projeto “*Lean nas Emergências*” tem como objetivo principal reduzir a superlotação e melhorar o tempo de atendimento nas urgências e emergências de hospitais públicos e filantrópicos do Brasil. Iniciado em 2017, pelo Hospital Sírio-Libanês, é uma iniciativa do Ministério da Saúde por meio do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Institucional do Sistema Único de Saúde (PROADI-SUS), que busca aplicar o *lean* para otimizar os fluxos de atendimento e melhorar a qualidade dos serviços prestados. A metodologia *lean* se concentra na identificação e eliminação de desperdícios, proporcionando ferramentas que permitem uma melhor compreensão dos processos e aumentam a eficiência organizacional. A equipe responsável pelo projeto é interdisciplinar, combinando atividades presenciais e remotas, e utiliza a metodologia DMAIC (Definir, Mensurar, Analisar, Implementar, Controlar) para capacitar os profissionais e garantir a melhoria contínua dos serviços de saúde. Dessa forma, o “*Lean nas Emergências*” não apenas promove a eficiência operacional, mas também busca maximizar o valor dos serviços oferecidos aos pacientes (PROADI-SUS, 2023). Como continuidade do programa, a Fase II contempla a aplicação das práticas *lean* no centro cirúrgico, com os mesmos objetivos e finalidades da primeira fase.

Outros hospitais estão em estágios mais iniciais de implantação. Conforme explica E3: “*as práticas lean estão sendo implementadas gradualmente, com foco em melhorias contínuas*”. Já E7 explica que “*há um envolvimento em programas de acreditação e protocolos de otimização de processos*”, especialmente nas áreas assistenciais e administrativas. O uso de ferramentas como o *Diagnosis Related Groups* (DRG) é um exemplo de como essas práticas podem impactar positivamente a gestão hospitalar.

O DRG é um sistema de classificação utilizado em hospitais para agrupar pacientes internados, com base em características clínicas semelhantes e níveis semelhantes de recursos necessários durante a internação.

Desenvolvido entre as décadas de 1960 e 1970, pela Universidade Yale, nos Estados Unidos, o DRG foi criado para facilitar a gestão dos custos hospitalares, correlacionando tipos de pacientes de acordo com o tratamento e os recursos disponíveis (Mullin, 1986 *apud* Noronha *et al.*, 1991). Esse sistema é fundamental para o gerenciamento financeiro das instituições de saúde, pois permite que hospitais classifiquem casos agudos – aqueles cuja média de permanência não ultrapassa 30 dias – em grupos homogêneos. A construção do sistema leva em consideração variáveis como idade, diagnóstico principal, comorbidades, complicações e procedimentos realizados. Dessa forma, o DRG não apenas ajuda na alocação de recursos, mas também possibilita a comparação do desempenho hospitalar, sendo amplamente utilizado em vários países, com modificações e aprimoramentos para se adequar às necessidades locais (Silva, 2019; Noronha, 2004).

Por outro lado, há hospitais onde as práticas *lean* ainda não foram aplicadas ou estão em fase embrionária. E4, por exemplo, menciona que não se lembra de práticas específicas, mas destacou o esforço de eliminar o uso de papel e integrar sistemas de exames e prescrições médicas, uma ação que, embora não seja oficialmente *lean*, compartilha princípios de eficiência e eliminação de desperdícios.

Essa variação no nível de adoção das práticas *lean* pode estar relacionada a vários fatores, como a disponibilidade de consultoria especializada, o envolvimento em programas governamentais e a cultura organizacional dos hospitais. Ao serem questionados: “Quais os benefícios e quais os desafios associados a essa incorporação?”, a maioria dos entrevistados menciona a otimização dos processos e a melhoria da qualidade dos serviços prestados como vantagens primordiais. Essas práticas possibilitam um ajuste mais eficiente dos fluxos de trabalho, resultando em melhor atendimento ao paciente e mais segurança nos processos assistenciais.

No entanto, os desafios são igualmente destacados. A resistência à mudança é um tema comum, pois muitos profissionais têm dificuldade em adaptar suas práticas habituais a novas metodologias. A necessidade de um investimento em capacitação e treinamento é essencial para garantir que todos os colaboradores estejam alinhados com os objetivos *lean*. Além disso, a integração de sistemas e a interligação de informações são questões críticas que precisam ser abordadas para maximizar os benefícios da digitalização e automação.

Os desafios financeiros também são mencionados, especialmente em instituições públicas, onde o custo operacional e a necessidade de maximizar recursos são constantes. A falta de pessoal qualificado, especialmente em posições de nível inferior, representa um obstáculo adicional.

Por fim, os participantes foram questionados sobre a existência de integração entre as tecnologias emergentes e as práticas *lean healthcare*. As respostas dos profissionais entrevistados revelam uma diversidade de experiências e perspectivas, destacando tanto os benefícios quanto os desafios associados a essa integração.

A maioria das respostas (7 de 12) indica que não houve integração efetiva entre tecnologias emergentes e práticas *lean healthcare*, principalmente devido à falta de recursos financeiros e à resistência cultural. No entanto, há um reconhecimento claro (6 respostas positivas) dos benefícios que a integração poderia trazer, como a melhoria da eficiência organizacional e da segurança do paciente. No entanto, na maioria dos hospitais, esses benefícios ainda não foram plenamente evidenciados.

Por um lado, alguns hospitais estão fazendo progressos, com a instalação e calibração de sistemas de gestão hospitalar. Esse tipo de sistema pode potencialmente facilitar a integração dos processos e melhorar a eficiência organizacional, minimizando desperdícios e otimizando o uso de recursos. Outros mencionaram a importância da integração entre monitores de sinais vitais e sistemas de gestão hospitalar, ressaltando que essa automação poderia melhorar significativamente a qualidade do atendimento.

No entanto, a maioria dos hospitais enfrentou dificuldades financeiras nos últimos anos, especialmente após a pandemia de COVID-19, o que tem levado a uma escassez de investimentos em tecnologias necessárias para a integração (ANAHP, 2024). Muitos entrevistados destacaram a importância de mudar a cultura dentro das organizações. A resistência dos colaboradores em adotar novos processos e a dificuldade em compreender a importância da colaboração intersetorial foram pontos críticos mencionados.

Além disso, a falta de interligação entre os sistemas utilizados nos hospitais resulta em erros e falhas na comunicação, o que prejudica a eficiência e a segurança dos pacientes. A gestão de dados e a possibilidade de criar *dashboards* informativos são passos importantes na direção certa, mas muitos hospitais ainda não conseguiram implementar essa integração de forma completa.

Considerações finais

As transformações globais estão impulsionando mudanças nas estruturas de saúde, resultando na incorporação de novas tecnologias e práticas que possam contribuir para o aumento da produtividade e a redução dos desperdícios. Assim, na presente pesquisa, propôs-se investigar a

integração das tecnologias da saúde 4.0 e das práticas *lean healthcare* na eficiência operacional e na qualidade dos atendimentos nos hospitais do Estado de Santa Catarina.

Evidenciou-se que, enquanto as tecnologias emergentes oferecem avanços promissores para o setor hospitalar, seu pleno potencial só será atingido quando os desafios de custo, capacitação e resistência à mudança forem adequadamente enfrentados. As instituições de saúde devem trabalhar em estratégias que contemplem a capacitação contínua de seus profissionais, a gestão eficaz de recursos e a sensibilização das equipes, para que estejam mais abertas a inovações. Isso permitirá que os hospitais tirem máximo proveito das tecnologias disponíveis, garantindo um atendimento mais seguro, ágil e de qualidade para seus pacientes.

As práticas *lean healthcare* são uma realidade em poucos hospitais. Apesar dos esforços, muitas instituições ainda não possuem conhecimento da metodologia nem sabem como implementá-la. Quando essa implementação é realizada, fica restrita a determinados setores hospitalares e apresenta melhorias significativas, conforme mencionado pelos gestores entrevistados.

A integração entre as tecnologias emergentes da saúde 4.0 e as práticas *lean healthcare* apresenta um grande potencial para transformar a eficiência operacional e a qualidade dos serviços prestados. Contudo, enfrenta desafios significativos, como falta de recursos financeiros e resistência cultural. A superação dessas barreiras é fundamental para que os hospitais possam colher os benefícios esperados e, assim, contribuir para um sistema de saúde mais eficaz e centrado no paciente.

O desenvolvimento desta pesquisa fornece suporte para os hospitais e gestores que desejam incorporar tecnologias emergentes ou práticas *lean healthcare*, auxiliando no desenvolvimento de uma cultura que preza pela redução de desperdícios e pela melhoria da qualidade do atendimento ao paciente. De modo geral, a realidade dos hospitais de Santa Catarina é muito semelhante. Apesar de os hospitais privados possuírem mais recursos financeiros, os desafios são os mesmos, evidenciando barreiras na implementação de novas tecnologias ou práticas.

Para pesquisas futuras, sugere-se ampliar o estudo para outros estados do país, possibilitando que seja traçado um panorama das práticas de saúde 4.0 e *lean healthcare* que amplie a abrangência geográfica e represente mais amplamente a realidade nacional.

Considerações éticas

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (CAAE 81424924.0.0000.0121), sendo aprovada sob o parecer n.º 7.157.381. Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando em participar de forma voluntária, anônima e confidencial.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), por meio do Programa de Excelência Acadêmica (PROEX) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora concedida a LGLV.

Referências

- AL-JAROODI, J. *et al.* Healthcare 4.0 Managing a Holistic Transformation. In: IEEE INTERNATIONAL SYSTEMS CONFERENCE (SYSCON), 2022, Montreal. **Anais...** Montreal: IEEE, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/SysCon53536.2022.9773863>.
- AL-JAROODI, J.; MOHAMED, N.; ABUKHOUSA, E. Health 4.0: On the Way to Realizing the Healthcare of the Future. **IEEE Access**, v. 8, p. 211189–211210, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3038858>.
- ANAHF. Associação Nacional de Hospitais Privados. **Hospitais reduzem expansão por falta de recursos financeiros**. Disponível em: <https://www.anahp.com.br/noticias/hospitais-reduzem-expansao-por-falta-de-recursos-financeiros/>. Acesso em: 22 out. 2024.
- ARIAS, V. *et al.* Una introducción a las aplicaciones de la inteligencia artificial en Medicina: Aspectos históricos. **Revista Latinoamericana de Hipertensión**, v. 14, n. 5, p. 590-600, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/1702/170262877013/170262877013.pdf>. Acesso em: 22 out. 2024.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- CHAVES, D. K.; DAÚ, G.; SCAVARDA, A. Healthcare 4.0: A inovação tecnológica na saúde. In: VI SEVEN INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY CONGRESS, 2024, Itupeva. **Anais...** Itupeva: Seven, 2024. DOI: <https://doi.org/10.56238/sevenVImulti2024-040>.
- DE LIMA, I. S. *et al.* Avanço da telemedicina no Brasil no período de pandemia da COVID-19: uma revisão sistemática da literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 3, p. 10505–10525, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n3-214>.
- FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **Observatório de Política e Gestão Hospitalar**. 2024. Disponível em: https://tabnet.fiocruz.br/dash/dash_sc01.html. Acesso em: 11 out. 2024.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GRABAN, M. **Hospitais Lean**: melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários. Tradução de Raul Rübenich. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- GUPTA, A.; SINGH, A. Healthcare 4.0: recent advancements and futuristic research directions. **Wireless Personal Communications**, v. 129, n. 2, p. 933-952, mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11277-022-10164-8>.

LEITE, C. D. C. Inteligência artificial, radiologia, medicina de precisão e medicina personalizada. **Radiologia Brasileira**, v. 52, p. VII-VIII, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2019.52.6e2>.

MENDONCA, B. S.; RODRIGUES, L. F. Exploring Research Trends in Healthcare 4.0. In: IANO, Y.; SAOTOME, O.; VASQUEZ, G. L. K.; PEZZUTO, C. C.; ARTHUR, R.; DEOLIVEIRA, G. G. (eds.). **Proceedings of the 7th Brazilian Technology Symposium (BTSYM 21): Emerging Trends in Human Smart and Sustainable Future of Cities**, v. 1, p. 106-114, 2023. Smart Innovation Systems and Technologies. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-04435-9_10.

MONTESARCHIO, V. *et al.* Lean oncology: a new model for oncologists. **Journal of Translational Medicine**, v. 10, p. 74, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1186/1479-5876-10-74>.

MUKHOPADHYAY, M.; BANERJEE, S.; DAS MUKHOPADHYAY, C. Internet of Medical Things and the Evolution of Healthcare 4.0: Exploring Recent Trends. **Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics**, v. 6, n. 2, p. 182-194, abr. 2024. DOI: <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v6i2.402>.

NORONHA, M. F. *et al.* O desenvolvimento dos "Diagnosis Related Groups" - DRGs: Metodologia de classificação de pacientes hospitalares. **Revista de Saúde Pública**, v. 25, n. 3, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101991000300007>.

NORONHA, M. F.; PORTELA, M. C.; LEBRÃO, M. L. Potenciais usos dos AP-DRG para discriminar o perfil da assistência de unidades hospitalares. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, supl. 2, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2004000800019>.

PROADI-SUS. **Lean nas Emergências**. 2023. Disponível em: <https://hospitais.proadi-sus.org.br/projeto/apoio-as-aco-es-estrategicas-do-sus-lean-nas-emergencias1>. Acesso em: 22 out. 2024.

SANTOS, D. O.; LUCAS, L. B. Considerações sobre os desafios jurídicos do uso da Inteligência Artificial na medicina. **Revista da Faculdade de Direito da UFRGS**, n. 46, p. 71-92, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22456/0104-6594.107624>.

SHORTELL, S. M.; BENNETT, C. L.; BYCK, G. R. Assessing the impact of continuous quality improvement on clinical practice: what it will take to accelerate progress. **Milbank Quarterly**, v. 76, n. 4, p. 593-624, 510, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1111/1468-0009.00107>.

SILVA, A. R. A. Fatores associados ao nível de gasto com saúde: a importância do modelo de pagamento hospitalar. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE QUALIDADE EM SERVIÇOS E SISTEMAS DE SAÚDE, 2019, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Galoá, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17648/qualihosp-2019-111981>.

SOUZA LIMA, E. **Abordagem Lean aplicada à Transformação Digital na Administração Pública**: Introdução à Abordagem Lean. Fundação Escola Nacional de Administração Pública, Diretoria de Desenvolvimento Profissional. Brasília, DF: Enap, 2022.

THIMBLEBY, H. Technology and the Future of Healthcare. **Journal of Public Health Research**, v. 2, n. 3, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4081/jphr.2013.e28>.

TLAPA, D. *et al.* Effects of *Lean Healthcare* on Patient Flow: A Systematic Review. **Value in Health**, v. 23, n. 2, p. 260-273, fev. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jval.2019.11.002>.

TOMÁS, J. F.; MAYER-PUJADAS, M. A.; QUESADA-VARELA, V. J. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina: introducción antecedentes a la IA y robótica. **Atención Primaria**, v. 52, n. 10, p. 778-784, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2020.04.013>.

VALENTIM, R. A. M. *et al.* Conectividade e Digitalização no Contexto da Saúde Global: um Olhar para o Futuro Inspirado na Saúde 4.0. In: BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento do Complexo Industrial e Inovação em Saúde. **Avanços, desafios e oportunidades no complexo industrial da saúde em serviços tecnológicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2018, p. 254-273.

Autores

João Paulo Lucchetta Pompermaier Doutorando no Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (PósARQ) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pós-graduando em Neuroarquitetura pela Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). Especialista em Docência no Ensino Superior e em Design de Interiores, ambos pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL). Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade Empresarial de Chapecó (FAEM/UCEFF). Membro do grupo de pesquisa GMETTA – Grupo Multidisciplinar de Ergonomia do Trabalho e Tecnologias Aplicadas (UFSC/CNPq) e do Grupo de Estudos em Arquitetura e Engenharia Hospitalar (GEA-hosp/UFBA).

E-mail: joaopaulopompermaier@gmail.com

Julia Madrid Kaefer Mestranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Graduada em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Membro do Grupo de Pesquisa em Modelagem para Aprendizagem (GMAP/UNISINOS/UFSC).

E-mail: juliamkaefer@gmail.com

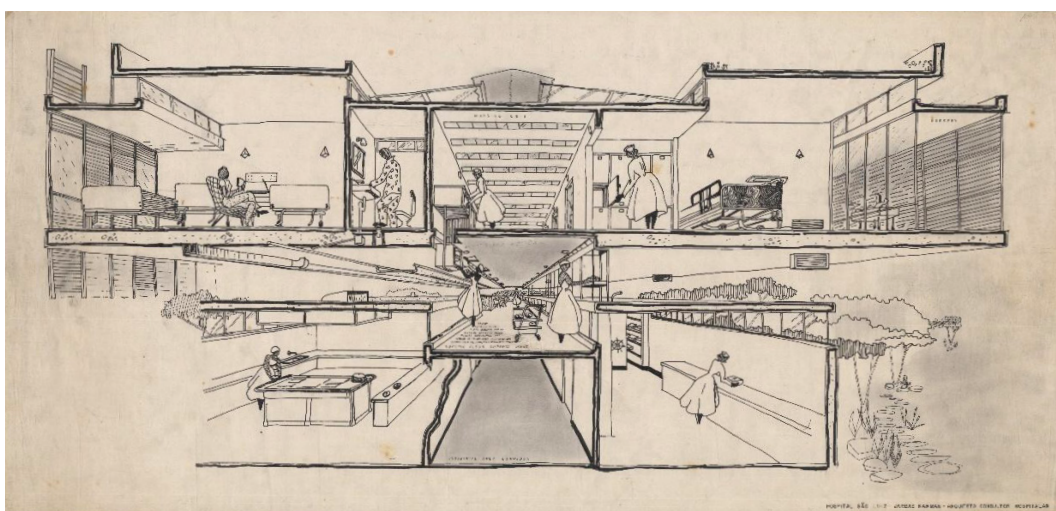
Lizandra Garcia Lupi Vergara Arquiteta, urbanista e engenheira de segurança do trabalho. Doutorado e mestrado na área de Ergonomia pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Pós-doutorado pela Universidade de Illinois, em Urbana-Champaign, EUA. Professora titular da Engenharia de Produção da UFSC, atuando na graduação (DEPS) e nos programas de pós-graduação da Engenharia de Produção (PPGEP) e Arquitetura e Urbanismo (PósARQ). É supervisora do Laboratório de Ergonomia (LABERGO) e do Laboratório de Tecnologia Assistiva e Ergonomia (LABTAE). Líder do grupo de pesquisa GMETTA – Grupo Multidisciplinar de Ergonomia do Trabalho e Tecnologias Aplicadas (UFSC/CNPq). Bolsista do CNPq em Produtividade e Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora – DT 2.

E-mail: l.vergara@ufsc.br

livro “Jarbas Karman, arquiteto”

Autor

Erick Rodrigo da Silva Vicente



1 Afirmação feita em um artigo escrito para o jornal Folha da Manhã, na edição de 24 de agosto de 1958, intitulado *Só é bem planejado o hospital com decisivo desenvolvimento horizontal*. Trata-se de uma réplica ao artigo publicado em 25 de maio do mesmo ano, no mesmo jornal, que noticiou o resultado do concurso fechado de projetos para a construção da primeira torre do Hospital Israelita Albert Einstein, vencido por Rino Levi, Roberto Cerqueira Cesar e Luís R. de Carvalho Franco. O autor do artigo, identificado como I.J., teceu críticas aos projetos concorrentes, sem se aprofundar na complexidade do planejamento hospitalar. Jarbas Karman, no entanto, discordou das afirmações, lhe sendo concedido pelos editores do jornal o direito de resposta.

O livro Jarbas Karman, arquiteto, em fase final de revisão e com lançamento previsto para 2026, preencherá uma parte da lacuna existente na historiografia e na crítica da arquitetura dos edifícios hospitalares, principalmente para as pesquisas que se amparam nas análises dos projetos. A publicação foi organizada pelo IPH – Instituto de Pesquisas Hospitalares Arquiteto Jarbas Karman, com textos meus e da pesquisadora Monica Musatti Cytrynowicz, e está sendo editada pela Romano Guerra Editora.

Karman escreveu, em 1958, que poucos sabiam “ver” um hospital¹. De fato, não é tarefa fácil identificar quais seriam os aspectos mais relevantes de se observar em um projeto hospitalar. Tal percepção está atrelada a uma interpretação crítica do tema, que por sua vez precisa ancorar-se em um arcabouço técnico e teórico.

Boa parte das publicações que tratam das transformações dos edifícios hospitalares não permite uma analogia entre as descrições textuais e as características espaciais, formais e materiais dos projetos. Isso ocorre por não apresentarem os planos arquitetônicos (plantas, cortes, elevações, ampliações etc.) ou mesmo desenhos que ilustrem

claramente as características projetuais que fundamentam a importância dos fenômenos. Fato esse que também dificulta a elaboração de paralelos e comparações entre diferentes soluções projetuais.

A construção de um referencial teórico e a realização de uma crítica em arquitetura, no âmbito do projeto de edificações e, mais especificamente, hospitais, dependem da análise e da comparação de projetos de diferentes autores, locais e períodos. Consequentemente, dependem da interpretação minuciosa dos planos, pois a composição do programa de necessidades, as relações funcionais, a organização dos fluxos e a correspondência entre os paradigmas biológicos e a compartimentação ambiental são determinantes para o resultado formal, espacial e material dos edifícios.

Nesse sentido, destaca-se o livro *Anatomia dos edifícios hospitalares*, de Lauro Miquelin, que se tornou um dos mais citados na área da arquitetura de hospitais no Brasil exatamente por apresentar ao menos um plano (implantação, planta ou corte) ou uma perspectiva isométrica de cada projeto citado. Ao ilustrar as soluções arquitetônicas por meio de plantas, cortes, implantações, planos esquemáticos ou perspectivas isométricas, todos desenhados à mão e com riqueza de detalhes, o autor deu significativa contribuição para a construção de uma base teórica e a realização de diversas interpretações críticas, não só referente às mudanças que os edifícios hospitalares sofreram ao longo do tempo, mas também aos elementos significativos do projeto.

Para concorrer com o enriquecimento da crítica e somar-se às publicações que permitem uma apreensão da arquitetura mediante a analogia entre texto e desenho, o livro sobre a obra de Karman se preocupou em, para além da pessoa, apresentar sua produção com ênfase em seu rico acervo e com redesenhos digitais de plantas e cortes de alguns dos seus principais projetos. A publicação tem quatro partes principais (além de uma lista de obras): biografia; contextualização da obra no tempo; ideias; e principais projetos, entre edifícios construídos e não construídos.

A primeira parte trata das origens e da trajetória profissional do arquiteto. Filho de imigrantes húngaros, graduou-se em Engenharia Civil, em 1941, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP). Três anos depois, formou-se arquiteto no curso de pós-graduação da mesma instituição. Seu interesse por hospitais surgiu ao realizar um trabalho acadêmico sobre o tema, durante a especialização, obrigatória para a formação de arquiteto na época. O texto trata de sua passagem pelo SESP – Serviço Especial de Saúde Pública; do mestrado cursado na Universidade Yale, nos EUA; do curso Planejamento de Hospitais; da sua amizade com o arquiteto Rino Levi; da sua parceria com o arquiteto Alfred Willer; e

de algumas de suas principais experiências profissionais, entre elas, a participação no processo de projeto e construção do Hospital Israelita Albert Einstein.

A segunda e a terceira parte abordam sua arquitetura. Primeiro, com o objetivo de contextualizar a obra do arquiteto no tempo, é apresentado um panorama das transformações dos edifícios hospitalares nos séculos XIX e XX. O texto sugere três mudanças paradigmáticas: o surgimento do hospital pavilhonar, a verticalização do edifício hospitalar e a crítica dos modelos preestabelecidos. A produção de Jarbas Karman está inserida em um período de questionamentos acerca da adoção quase involuntária de determinados modelos projetuais e construtivos. O crescimento da demanda por novos hospitais, após a criação dos IAPs e a estruturação do setor privado da saúde, coincidiu com o aumento do interesse dos arquitetos modernos pelo tema. O aprofundamento das questões funcionais e de segurança biológica resultou em novas interpretações da organização funcional e de como a arquitetura poderia contribuir para a definição de processos operacionais mais racionais. Esse fato suscitou, principalmente na segunda metade do século XX, projetos mais diversos, como pode ser observado, por exemplo, nos trabalhos de Irineu Breitman, João Filgueiras Lima e, obviamente, do próprio Karman.

Na terceira parte, as estratégias projetuais são abordadas de forma mais objetiva. É importante destacar que o termo “estratégia projetual” é entendido no texto como sendo as soluções arquitetônicas recorrentes, empregadas em diferentes projetos e épocas, que geralmente se relacionam com um mesmo problema ou questão. Dessa forma, se sucede uma investigação de como o arquiteto soluciona questões relacionadas ao agrupamento funcional, aos acessos e circulações, à segurança biológica e ao conforto físico e psicológico. Investiga-se essa que é apresentada por meio da relação entre texto e desenho, ora por plantas e cortes, ora por diagramas arquitetônicos.

A quarta e última parte exhibe 15 de seus principais projetos, realizados entre 1956 e 1999. A apresentação é feita por meio de memoriais descritivos, de desenhos e documentos originais e, para facilitar a compreensão da arquitetura, de plantas e cortes redesenhados e padronizados. Isso permite ao leitor investigar, tanto nas imagens originais quanto nos redesenhos, as questões levantadas no texto, além de compreender de maneira gráfica, em escala, suas soluções projetuais e construtivas e até comparar os projetos de Karman com os de outros autores, de lugares ou épocas diferentes.

Da forma como foi ajustado, o conteúdo do livro permite, por um lado, aumentar o repertório técnico e qualificar as práticas profissionais, e, por outro, ampliar o espectro das estruturas teóricas e fomentar a crítica da produção na área da arquitetura dos edifícios hospitalares.

Referências bibliográficas:

AQUINO, Paulo Mauro Mayer de; COSTA, Ana Beatriz Bueno Ferraz; VICENTE, Erick Rodrigo da Silva. **O desenho de hospitais de Jarbas Karman: exposição realizada durante o VII Congresso Brasileiro para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar**. São Paulo: IPH, 2017.

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

VICENTE, Erick Rodrigo da Silva. **As estratégias projetuais de Jarbas Karman: análises gráficas de cinco hospitais projetados na segunda metade do século 20**. Dissertação de mestrado. São Paulo, FAU USP, 2020.

VERSIÓN EN

Revista IPH
octubre 2025

ESPAÑOL

Revista IPH

Edición N°22
Octubre de 2025

Consejo Editorial

Fabio Bitencourt
Jorgeny Catarina Gonçalves
Marilena Pacios
Ricardo Karman diretoria@iph.org.br

Editor

Marcio Nascimento de Oliveira marcio@iph.org.br

Equipo de IPH

Maria Fernanda Mendes acervo@iph.org.br
Rita Moraes secretaria@iph.org.br
Terezinha Vendramini karman@karman.com.br

Proyecto Grafico

Nathalia Duran

Traducción

Español Martin y Claudia Cadillo
Inglés Marina Jarouche

Imagen de portada

Hospital Infantil Shawn Jenkins
Arquitectura Perkins & Will
Fotógrafo Halkin Mason Photography

ISSN 2358-3630

DOI 10.62558/2358-3630/22.02

Dirección para correspondência

IPH - Instituto de Pesquisas Hospitalares Arquiteto Jarbas Karman
Rua Vargem do Cedro, nº74 , Sumaré
São Paulo - SP
Código Postal 01252-050
teléfono de contacto (11) 3868-4830
e-mail revista@iph.org.br
website eletrônico www.iph.org.br/revista

Sumario

Editorial	88
Marcio Nascimento de Oliveira	
Artículo	90
Método integrado de evaluación de calidad y desempeño y certificación de edificios de asistencia sanitaria	
Rafael Santos Gonçalves de Assis Morais, Gerson Oliveira Penna, Márcio Augusto Roma Buzar, Ana Luíza Alves de Oliveira y João da Costa Pantoja	
Artículo	116
Arquitectura hospitalaria sensible a la neurodiversidad	
Ciro Férrer Herbster Albuquerque	
Artículo	144
Salud 4.0 y Lean Healthcare en los hospitales de Santa Catarina: mapeando la adopción y explorando la integración	
João Paulo Lucchetta Pompermaier, Julia Madrid Kaefer y Lizandra Garcia Lupi Vergara	
Reseña	166
Reseña del libro “Jarbas Karman, arquiteto”	
Erick Rodrigo da Silva Vicente	
Versão em Inglês	170

Editorial

Estimados lectores,

Es con gran satisfacción que presentamos la 22ª edición de la Revista IPH, reafirmando nuestro compromiso con la difusión de conocimiento calificado, crítico y multidisciplinario en el campo de la arquitectura e infraestructura hospitalaria. Esta edición reúne una selección de trabajos inéditos que reflejan la complejidad y la diversidad de temas que involucran la planificación, la gestión y el futuro de los entornos de salud.

Abrimos esta edición con el artículo “Método Integrado para la Evaluación de Calidad y Desempeño y Certificación de Edificaciones de Establecimientos Asistenciales de Salud”, que propone un modelo integral de evaluación y certificación de edificaciones de salud. La investigación presenta criterios objetivos para calificar y cuantificar variables críticas de conservación y desempeño, contribuyendo significativamente al perfeccionamiento de la infraestructura hospitalaria y a la toma de decisiones basada en evidencia.

A continuación, el artículo “Arquitectura Hospitalaria Sensible a la Neurodiversidad” aborda un tema emergente y urgente: la inclusión sensible de pacientes neurodivergentes en los entornos de salud pediátrica. A partir de una investigación aplicada, se presentan directrices prácticas para el desarrollo de proyectos que prioricen la claridad, la previsibilidad y el control del ambiente, brindando mayor confort y seguridad tanto a los pacientes como a sus familiares.

Con un enfoque orientado a la innovación y la gestión, el artículo “Salud 4.0 y Lean Healthcare en los hospitales de Santa Catarina: mapeando la adopción y explorando la integración” revela el panorama actual de la aplicación de estas metodologías. La investigación evidencia la baja difusión de las prácticas de Lean Healthcare, así como los desafíos comunes que enfrentan las instituciones en la adopción de nuevas tecnologías y procesos. Se trata de una contribución esencial para reflexionar sobre la transformación digital y cultural necesaria en el sector hospitalario.

Además de estos tres artículos, esta edición presenta también una reseña del nuevo libro sobre Jarbas Karman, arquitecto y fundador del Instituto de Investigaciones Hospitalarias. La publicación rinde un justo homenaje a su trayectoria, reuniendo dibujos, fotografías inéditas y registros valiosos que narran la historia de uno de los principales nombres de la arquitectura hospitalaria brasileña.

La Revista IPH continúa consolidándose como un espacio de convergencia entre profesionales de la salud, arquitectos, ingenieros, gestores, académicos y demás interesados en el perfeccionamiento de los espacios asistenciales. La diversidad temática y el carácter interdisciplinario de los textos aquí reunidos ilustran el dinamismo y la relevancia de este campo de actuación.

Invitamos a todos los investigadores, profesionales y estudiantes a enviar sus trabajos y colaborar con las próximas ediciones de la Revista IPH. Construyamos juntos ambientes de salud más humanos, eficientes e innovadores.

¡Buena lectura!

Arq. Marcio Nascimento de Oliveira

editor

Método integrado de evaluación de calidad y desempeño y certificación de edificios de asistencia sanitaria

Autores

Rafael Santos Gonçalves de Assis Universidad de Brasília (UnB).

Gerson Oliveira Penna Fundación Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Márcio Augusto Roma Buzar Universidad de Brasília (UnB)

Ana Luíza Alves de Oliveira Universidad de Brasília (UnB)

João da Costa Pantoja Universidad de Brasília (UnB)

DOI: 10.62558/2358-3630/22.02.01

Resumen

El artículo presenta un método para evaluar y certificar edificios sanitarios, calificando y cuantificando variables críticas de conservación y rendimiento. La metodología consistió en una investigación experimental, seguida de la propuesta de un modelo de evaluación estandarizado y multiparamétrico, aplicado a dos estudios de caso: el Super Centro Carioca de Vacinação (Rio de Janeiro) y la Unidade Básica de Saúde 5 do Riacho Fundo II (Distrito Federal). Los resultados demuestran la aplicabilidad del método en la certificación de edificios con diferentes grados de conservación y complejidad. Se propuso el Indicador de Calidad y Desempeño (IQD) para clasificar los edificios en categorías de excelencia. Se concluyó que el modelo propuesto es flexible y adaptable y puede ser replicado en diferentes tipos de establecimientos, proporcionando apoyo para la toma de decisiones y la implementación de políticas públicas dirigidas a la calidad del ambiente construido.

Palabras clave

gestión sanitaria; establecimientos de salud; arquitectura hospitalaria; vigilancia de la salud pública; desarrollo sostenible.

Introducción

En Brasil, existe poca literatura académica sobre la calidad del entorno físico de la salud. (MS, 2013). Por tanto, sin una base teórica, sigue siendo práctica común restaurar un edificio sólo cuando ha alcanzado niveles críticos de deterioro.

La falta de una cultura del mantenimiento afecta directamente a los edificios, presentándose como uno de los retos que se refieren no sólo a las dimensiones técnicas y materiales, sino también al marco teórico de la conservación (Moreira, 2011).

En la actualidad, el mantenimiento preventivo a largo plazo es una de las mejores estrategias para conservar los bienes patrimoniales, por lo que se recomienda establecer sistemas de inspección y mantenimiento periódicos que puedan sustituir a las obras de restauración, así como un sistema de gestión orientado a la conservación y el mantenimiento de los bienes inmuebles.

El mantenimiento, la rehabilitación y la mejora de los entornos edificados son formas de aumentar el rendimiento y la eficiencia, y resultan ventajosas en comparación con la construcción de nuevos espacios, tanto por aspectos económico-financieros como medioambientales. Así, estas actuaciones son ventajosas no sólo desde el punto de vista del desarrollo sostenible -o ecológicamente responsable-, sino también porque influyen económica y financieramente en la gestión de estos edificios (Donegá, 2021).

Por rehabilitación se entiende aquí al conjunto de operaciones encaminadas a la conservación y restauración de las partes significativas -en términos históricos, estéticos y funcionales- de una arquitectura, incluida su mejora general, con el fin de permitirle alcanzar niveles de rendimiento y requisitos actualizados. Este concepto puede aplicarse tanto en el contexto de amplias intervenciones urbanas como de intervenciones realizadas en edificios. La mejora, a su vez, es la rehabilitación diseñada para proporcionar un rendimiento superior al inicial (Paiva; Aguiar; Pinho, 2006).

Los Establecimientos de atención de la Salud (EAS) se desgastan a lo largo de su vida útil, ya sea por envejecimiento natural o por acciones externas accidentales de origen humano o natural. Estas alteraciones ponen en peligro el desempeño de las funciones para las que fueron diseñados, e incluso pueden poner en riesgo la seguridad de los ocupantes (Pantoja *et al.*, 2020).

Edificios de calidad y un entorno funcional son fundamentales para garantizar la seguridad de los usuarios del sistema y favorecer el confort y la acogida de usuarios y profesionales.

A su vez, la acogida como actitud y práctica en las acciones asistenciales y de gestión en las unidades sanitarias favorece la construcción de una relación de confianza y compromiso entre los usuarios y los equipos y servicios, contribuyendo a promover una cultura de solidaridad y a legitimar el sistema sanitario público. En consecuencia, un espacio sanitario de calidad y un ambiente que favorezca la comodidad y la acogida también traen consigo la posibilidad de avances en la alianza entre usuarios, trabajadores y gestores sanitarios en defensa del Sistema Único de Salud (SUS) como política pública esencial para la población brasileña. (MS, 2010).

Los centros de salud en Brasil están sujetos directamente a las recomendaciones y directrices del Ministerio de Salud (MS) y, además, a órganos reguladores y supervisores como la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (Anvisa). En lo que respecta a la planificación arquitectónica de estos edificios, se debe tener en cuenta principalmente la Resolución 50 del Consejo Colegiado, de 21 de febrero de 2002 (RDC 50) (Anvisa, 2002), que trata básicamente de la definición de los elementos que componen el equipamiento sanitario, su aplicación y características, así como los requisitos de funcionamiento.

Este estudio ayuda a los gestores a tomar decisiones sobre la importancia y la necesidad de mantenimiento de las instalaciones sanitarias al proporcionar datos periódicos y normalizados sobre el estado de las estructuras, la funcionalidad y la calidad de los entornos, lo que permite controlar las condiciones de deterioro y el rendimiento de estos edificios, como una estrategia más para alcanzar los principios constitucionales relacionados con la salud de la población.

Se propone un modelo multiparamétrico para calificar y cuantificar variables importantes en el estudio y la evaluación de la conservación y el rendimiento de las instalaciones sanitarias, que luego se aplicará a unidades de referencia para estudios de casos.

Método

Se trata de un estudio experimental, seguido de la propuesta de un proceso de evaluación normalizado, mediante un modelo multiparamétrico, para calificar y cuantificar el estado de conservación y el rendimiento de los establecimientos sanitarios y la certificación de los edificios. El modelo se aplicó a dos casos prácticos, proporcionando datos sobre el estado de las estructuras, la funcionalidad y la calidad de los entornos.

Los datos se recogieron durante las evaluaciones in situ de las unidades de referencia, que dieron lugar a registros documentales y fotográficos que permitieron finalizar el estudio.

El proceso de evaluación y certificación se desarrolló en diez etapas, que abarcaron los aspectos más pertinentes para el estudio. Las etapas siguen la secuencia lógica más adecuada al tipo de evaluación, sistematizando los distintos procesos que se presentan a continuación.

Definición de elementos de evaluación

Seleccionados en base a la RDC 50, observan parámetros que abarcan todos los diferentes tipos de EAS. De acuerdo con las clasificaciones de la norma, se han seleccionado elementos fundamentales para que los edificios funcionen correctamente, garantizando un entorno funcional y seguro, observando los siguientes aspectos:

- . *Visibilidad*: evaluación de la conservación estética de los entornos;
- . *Efectividad*: análisis de flujos y organización espacial;
- . *Seguridad*: observancia de las normas de seguridad y accesibilidad;
- . *Condiciones ambientales para el control de infecciones*: evaluación de los requisitos medioambientales que minimizan el riesgo de infección;
- . *Organización física y funcional*: estructura y disposición física de los elementos internos; y
- . *Dimensionamiento e instalaciones de los edificios*: Ajuste de las dimensiones y sistemas técnicos para el buen funcionamiento de los servicios.

Evaluación del estado de conservación (C)

Las unidades se clasifican según el criterio de Heidecke, con un Coeficiente de Depreciación asociado al estado de conservación (C). El criterio es una ponderación que establece que, a lo largo de la vida útil del edificio, el estado de conservación define cómo evolucionarán los daños. Se proponen nueve estados de conservación (Nueva = 0,000; Entre nuevo y regular = 0,003; regular = 0,025; Entre regular y reparaciones sencillas = 0,081; Reparaciones sencillas = 0,181; Desde reparaciones sencillas a reparaciones importantes = 0,332; Reparaciones importantes = 0,526; De las reparaciones importantes a las inútiles = 0,752; e Inútiles = 1,000), Estableciendo la correlación cualitativa y cuantitativa que ayuda a la inspección visual (Oliveira; Pantoja, 2021).

Inspección de edificios según el método GUT_c

Propuesto por Oliveira y Pantoja (2021), el modelo se resalta por su facilidad y rapidez de aplicación para la resolución de problemas y la gestión de riesgos. Cada uno de los elementos de la matriz (Gravedad, Urgencia y Tendencia) tiene una función específica y se evalúa para cada atributo inspeccionado, mostrando el impacto y la intensidad que pueden generar los daños en el edificio, el tiempo necesario para repararlos y su potencial de crecimiento. Posteriormente, se hace una descripción cualitativa de los daños con su respectiva puntuación, según los criterios de cada elemento.

Los valores de Gravedad, Urgencia y Tendencia pueden corresponder a cinco niveles diferentes, con criterio de peso y clasificación (Ninguno = 1; Bajo = 3; Medio = 6; Alto = 8; y en su totalidad = 10). La matriz de clasificación y puntuación presenta criterios específicos para la concesión de cada una de las calificaciones (Oliveira; Pantoja, 2021). El valor final $GUTC$ se calcula mediante la siguiente ecuación (1):

$$GUT_c = \frac{(G + U + T) * (1 + C)}{60} \quad (1)$$

Dónde:

G = Peso adoptado por la gravedad;

U = Peso adoptado por urgencia;

T = Peso adoptado por la orientación; y

C = Estado de conservación de Heidecke.

Evaluación de la importancia cultural (I_{sc})

La importancia cultural es evaluada según el enfoque propuesto por Guimarães (2021), utilizando los siete criterios de significación patrimonial desarrollados por el Consejo del Patrimonio de Nueva Gales del Sur, Australia (NSW). Las variables analizan los valores y su correlación en el contexto histórico de la ciudad, cuantificando valores patrimoniales de uso, atractivo económico, historia, arte, cultura, simbolismo y antigüedad.

Para cada uno de los valores existen directrices específicas de inclusión o exclusión, que indican cómo debe realizarse la evaluación. En este contexto, *valor* se refiere a las diferentes cualidades, características, significados, percepciones o asociaciones atribuidas a los elementos que deben conservarse, ya sean edificios, objetos, lugares o paisajes.

La calificación o no de cada uno de los valores da una puntuación de 1 o 0. Los atributos puntuados se suman para obtener un índice en una escala que va de 0 a 7. Posteriormente, se calcula la media de los valores de cada atributo y se aplica un peso a cada uno, teniendo en cuenta la relevancia de cada atributo para el edificio. El valor obtenido para el I_{sc} define el nivel de significación (Invasivo = 0; No significativo = 1; Cierta importancia = 2 a 3; Importancia considerable = 4 a 5; y Importancia excepcional = 6 a 7).

Evaluación de la importancia patrimonial (I_p)

La media ponderada de I_{sc} multiplicado por el peso del atributo evaluado en relación con el valor más alto posible da como resultado el valor entre 0 y 1 correspondiente a la Importancia Patrimonial, que indica la importancia según el índice de significación. La I_p se parametriza, siendo 0 el valor correspondiente al bien que no tiene significación patrimonial y 1 el valor correspondiente al bien con la máxima representación patrimonial para ese grupo social.

Los intervalos de importancia según la I_p são: Sin importancia = 0; Poca importancia = $0,00 < I_{sc} \leq 0,25$; Importancia media = $0,25 < I_{sc} \leq 0,50$; Importancia alta = $0,50 < I_{sc} \leq 0,75$; y De mucha importancia = $0,75 < I_{sc} \leq 1,00$ (Oliveira, 2023).

Evaluación del deterioro (ID)

La evaluación de la deterioración se realiza detectando defectos durante la inspección del edificio, evaluando su intensidad, midiendo el alcance de los daños y asignando una descripción del estado.

Los parámetros para clasificar la importancia de los defectos son Leve, Grave o Crítico. La intensidad varía de 1 a 3, siendo Baja, Media o Alta. El intervalo varía de 1 a 5, con cinco franjas de clasificación porcentual (<2; 2 - 10; 10 - 30; 30 - 70; e ≥ 70). La condición parametrizada se clasifica mediante una matriz de clasificación que correlaciona el defecto y su intensidad con la extensión del daño, devolviendo seis posibles franjas de clasificación (0,17; 0,33; 0,50; 0,67; 0,83; y 1,00), con la descripción correspondiente: Pésimo; Grave; Malo; Adecuado; Bueno; y Excelente.

Se realiza una evaluación del deterioro de los elementos principales (DM), que es una medida del nivel de intervención necesario en los elementos, siendo su valor la relación entre la media de las puntuaciones de estado de los distintos elementos y la puntuación de estado más alta.

Entonces, se realiza la evaluación del deterioro de los elementos generales (DG), que es la proporción entre la suma de las puntuaciones del deterioro de cada elemento y la suma de las puntuaciones máximas del deterioro.

A continuación se calcula el indicador del deterioro (ID), que posibilita situar el edificio entre tres intervalos de referencia ($ID < 0,40$; $0,40 < ID < 0,55$; e $ID > 0,55$), correspondientes a tres niveles de degradación: Inexistente o débil; Media; y Muy importante. El ID se calcula según la ecuación (2):

$$ID = 1 - \sqrt{\left(\frac{(1 - DM)^2 + (1 - DG)^2}{2} \right)} \quad (2)$$

Dónde:

DM = Deterioro de los elementos principales;

DG = Deterioro de los elementos generales.

Para clasificar la condición y el grado de deterioro, también se evalúan para cada elemento la necesidad de intervención y el alcance de los problemas observados. La puntuación varía entre 0 y 3 (Oliveira, 2023).

Determinación del factor de rendimiento (D)

Una vez calculado el indicador de deterioro (ID), Oliveira (2023) propone cuatro ecuaciones para calcular el factor de rendimiento (D), en función de las características de los edificios que deben evaluarse y de su finalidad de uso, siendo estos: Mínimo (DM), Intermedio (DI), Superior (DS) y Especial (DE).

Inmuebles con rendimiento mínimo son aquellos que reciben una inversión reducida en calidad de diseño, materiales y construcción. Se consideran inmuebles de baja durabilidad, destinados a la ocupación temporal y sujetos a ciclos de mantenimiento más intensos en comparación con los inmuebles de rendimiento superior. La misma lógica se aplica a los inmuebles de prestaciones intermedias y superiores, que requieren criterios e inversiones más elevados en la fase inicial de su ciclo de vida (Oliveira, 2023).

Por otro lado, los edificios con rendimientos especiales son los que proponen estudios de ciclos de mantenimiento y conservación, con el objetivo de maximizar la calidad de los proyectos, los materiales, los procesos ejecutivos y el mantenimiento preventivo, evitando al mismo tiempo los mecanismos de deterioro. En este grupo se incluyen los patrimonios culturales, los grandes puentes y viaductos, los establecimientos de salud, las zonas aeroportuarias y otras instalaciones complejas. En todos estos casos, la característica principal es que su interrupción generaría pérdidas significativas para el gestor, ya sea privado o público (Oliveira, 2023). La curva de rendimiento especial se muestra mediante la ecuación (3):

$$D_E = -2,6868*(ID)^3 + 4,3466*(ID)^2 - 2,6683*(ID) + 1,0000 \quad (3)$$

Dónde:

ID = Indicador de deterioro.

Estimativa de la vida útil del edificio (ESL)

La vida útil de referencia representa la vida útil esperada del componente o sistema, considerando un escenario ideal de uso y mantenimiento. En otras palabras, es el periodo estimado que debería durar un componente o sistema en condiciones ideales de uso y mantenimiento (ISO, 2008).

El valor se estima basándose en el Método Factorial, presentado por la norma ISO 15686-8:2008, que evalúa componentes o sistemas en determinadas condiciones de exposición. Se expresa mediante una fórmula basada en siete factores variables que afectan a la vida útil de referencia del componente analizado (Meira; Zanoni, 2020). Los elementos de la ISO 15686-8:2008 son: Nivel de calidad de los componentes (Factor A); Nivel de calidad del proyecto (Factor B); Nivel de calidad de la ejecución (Factor C); Características del entorno interior (Factor D); Características del entorno exterior (Factor E); Condiciones de uso (Factor F); y Nivel de mantenimiento (Factor G) (ISO, 2008).

Para cuantificar los factores, se asignan valores numéricos (0,6; 0,8; 1,0; 1,2) según los criterios previamente especificados para estimar a cada uno durante la evaluación (MEIRA; 2019).

Los factores A, B e C están relacionadas con las características inherentes de los elementos de construcción. Los factores D y E están relacionados con las condiciones ambientales interiores y exteriores, respectivamente. Y los factores F y G están relacionados con las condiciones de funcionamiento/mantenimiento. Una vez evaluados los siete factores, la vida útil estimada es el producto de todos ellos.

Modelo integrado de evaluación de la calidad y el rendimiento (I_{QD})

Al combinar todas las variables en un único indicador, los edificios se evalúan y certifican haciendo hincapié en el rendimiento, al tiempo que se tienen en cuenta los aspectos culturales, históricos y de longevidad a través del Indicador de Calidad y Rendimiento (I_{QD}), indicado en la ecuación (4):

$$I_{QD} = 0,9*D + 0,1*\left(\frac{I_{sc}}{7} + I_p + \frac{ESL}{1,2^7} - GUT_c - ID\right) \quad (4)$$

Dónde:

D = Factor de rendimiento;

Isc = Importancia cultural;

Ip = Importancia patrimonial;

ESL = Estimativa de vida útil;

GUTC = Evaluación según la metodología GUTC;

ID = Indicador de deterioro.

La fórmula da prioridad al factor de rendimiento, con correcciones basadas en la importancia cultural, la importancia patrimonial, la vida útil estimada, la urgencia de las intervenciones necesarias y el indicador de degradación, llegando a un único indicador para la certificación.

Certificación

La certificación es un proceso formal que confirma que un edificio cumple las normas establecidas, fomentando la calidad, la seguridad y la sostenibilidad. En los EAS, la certificación ejerce un papel aún más importante, teniendo en cuenta el impacto directo sobre el bienestar y la seguridad de usuarios y profesionales. Se pueden aplicar varios modelos de certificación, incluidos los específicos de sostenibilidad, como LEED (GBC, 2024) y Aqua-HQE (Vanzolini, 2024), que evalúan criterios como la eficiencia energética y el uso racional de los recursos naturales. En el contexto brasileño, el PBE Edifica (PBE Edifica, 2024) es una referencia en la clasificación de la eficiencia energética, mientras que el RDC 50 de la Anvisa establece parámetros indispensables para la planificación arquitectónica y funcional de los EAS.

Además de garantizar la conformidad técnica, la certificación aporta un valor estratégico a la gestión del EAS. Modelos como la ISO 9001 (ABNT, 2015), orientadas a la gestión de la calidad, fomentan la normalización de los procesos, mientras que sistemas como la *WELL Certification* (Well, 2024) tratan aspectos de la salud y el bienestar en el entorno construido. En los edificios históricos, las certificaciones relacionadas con la conservación del patrimonio reconocen y valoran la relevancia cultural, garantizando la preservación de elementos arquitectónicos significativos.

De este modo, el proceso de certificación no sólo garantiza la calidad física y funcional de los edificios, sino que también refuerza su sostenibilidad, prolonga su vida útil y optimiza la planificación de intervenciones preventivas y correctivas, en consonancia con los principios de gestión eficiente y cumplimiento de las normas técnicas.

El presente trabajo utiliza el modelo de certificación propuesto por Oliveira (2023), considerando las causas y los efectos entre el deterioro y el rendimiento, utilizando el valor de referencia del I_{QD} . Este valor, en porcentaje, clasifica el edificio en una de las bandas de rendimiento, de A a E.

En la categoría A ($D_E > 95\%$), son los inmuebles nuevos o reformados, en excelentes condiciones con pocos daños visibles. En la categoría B ($80\% < D_E < 95\%$), inmuebles seminuevos en buen estado, con reparaciones sencillas que no comprometan ni el aspecto ni la seguridad. En la categoría C ($60\% < D_E < 80\%$), inmuebles que necesitan una intervención especializada debido a fallos visibles del sistema. En la categoría D ($40\% < D_E < 60\%$), inmuebles que requieran una intervención rigurosa, con daños apreciables que afecten a la seguridad. En la categoría E ($D_E < 40\%$), inmuebles que presentan daños importantes que requieren un análisis en profundidad para su posible renovación o reutilización.

Después de situar el edificio en las bandas de clasificación, en función del indicador de calidad y rendimiento, es posible elaborar el marbete de certificación con la mejor representación de la situación global del edificio y sus componentes. El marbete sigue el modelo propuesto por PBE Edifica (2024), con adaptaciones, como se presentará al final del análisis de cada estudio de caso.

Estudio de caso nº 1

El edificio seleccionado fue el Super Centro Carioca de Vacinação (SCCV), en Río de Janeiro - RJ, que se encuentra en el mismo edificio donde se inauguró el Centro de Desinfección de Botafogo, en 1905. Al igual que el Castillo Morisco de Fiocruz, fue proyectado por Oswaldo Cruz y diseñado por el arquitecto Luiz Moraes Júnior.

El edificio también alberga el Observatorio Carioca de Atención Primaria y Vigilancia en Salud, responsable en gestionar las inscripciones realizadas por los Equipos de Salud de la Familia y de integrar los territorios donde actúan la atención primaria y la vigilancia sanitaria; y el Centro de Referencia de Inmunobiológicos Especiales (CRIE), que presta atención especializada a personas con inmunodeficiencia congénita, infección por VIH, enfermedades neurológicas, cardiopatías, neumopatías, enfermedades hematológicas, pacientes trasplantados, personas intolerantes a inmunobiológicos comunes por alergias o por convivir con inmunodeprimidos, como profesionales sanitarios y familiares de inmunodeprimidos; además de apoyar la investigación de casos sospechosos de efectos adversos posteriores a la vacunación.

El SCCV está alojado en un único edificio de dos plantas con un estilo arquitectónico ecléctico y construido con dos sistemas básicos: (i)

albañilería de bloques de granito y pasta de aceite de ballena y (ii) albañilería de ladrillo cerámico macizo con pasta tradicional. Los marcos de las ventanas son de madera maciza y hierro fundido, con acristalamiento artesanal, y el tejado es de celosía de madera y tejas cerámicas.

El edificio histórico, situado en el barrio de Botafogo, se construyó para albergar una unidad precursora del servicio sanitario en la lucha contra enfermedades como la peste bubónica, la tuberculosis, el cólera y la fiebre amarilla. Ahora renovado, el edificio funciona como centro de inmunización, ampliando el acceso de la población a la vacunación.

El plano original del edificio, que se muestra en la figura 1, tenía muros gruesos y espacios dispuestos con el mayor número posible de aberturas para favorecer la iluminación y ventilación naturales y también optimizar el flujo de personas. Los distintos usuarios entraban en el edificio por un lado y salían por el opuesto, para evitar el contacto con otros que esperaban ser atendidos.

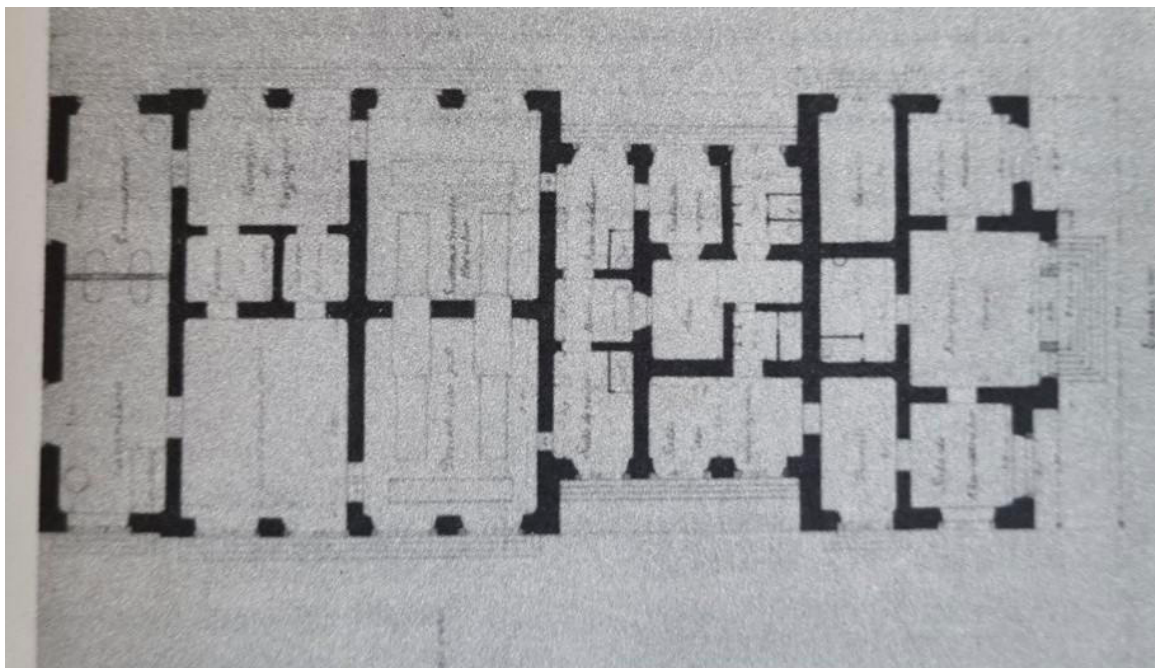


Figura 1. Plano de planta del Centro de Desinfección de Botafogo, en 1905

Fuente: Rede OTICS-Rio.

Gracias a una comunicación inteligente entre las salas, el espacio es una prueba de la maestría del arquitecto Luiz Moraes Júnior y una demostración de cómo, en aquella época, ya estaba presente la idea de utilizar la calidad de los edificios sanitarios como estrategia de control de las infecciones ambientales.

El edificio fue objeto de una renovación completa a lo largo de 2022 para satisfacer las necesidades del nuevo servicio de vacunación. Las obras preservaron las características originales del edificio, como los elementos arquitectónicos y los sistemas constructivos, integrándolos en una estructura moderna y funcional. La obra combinó tradición y modernidad, preservando el patrimonio histórico y cultural del lugar.

En la Figura 2, Actualmente se puede ver la fachada principal del edificio (noroeste).

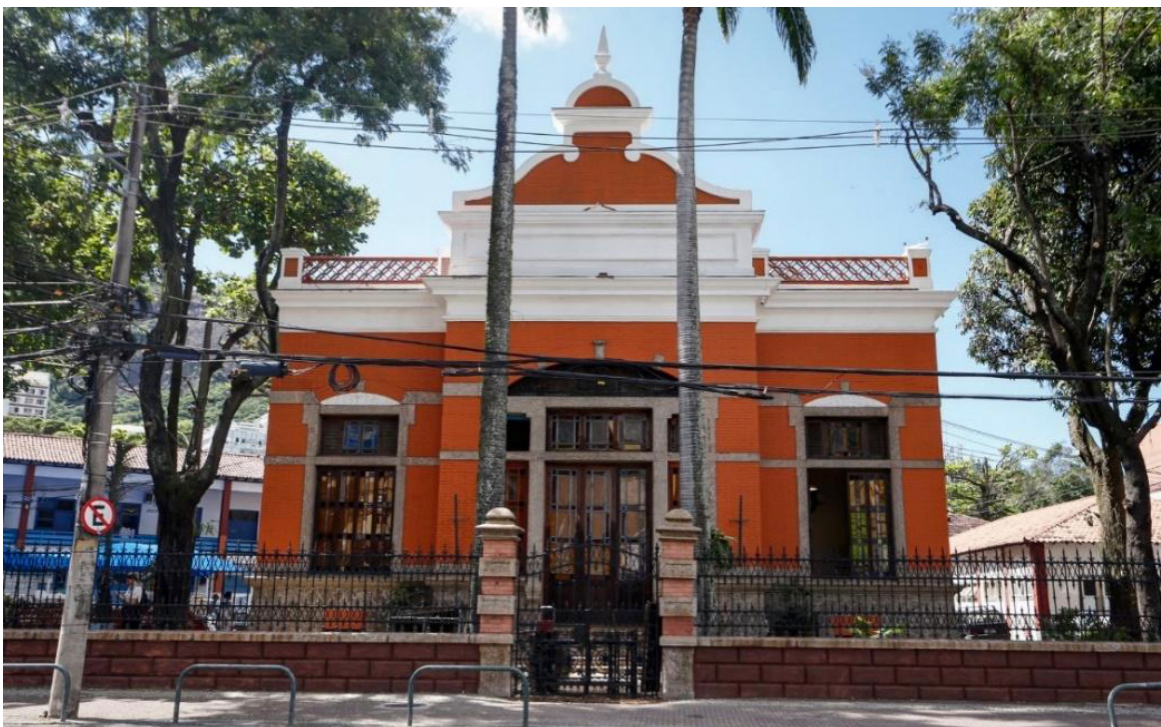


Figura 2. Fachada principal del SCCV, en 2023

Fuente: Secretaria Municipal de Saúde de Río de Janeiro.

Después de la remodelación, el 28 de enero de 2023, el edificio fue reinaugurado como Super Centro Carioca de Vacinação, 118 años después de la entrada en funcionamiento del Centro de Desinfección de Botafogo. En la nueva configuración del edificio, es posible observar que la conformación general de los espacios ha cambiado poco a lo largo de las décadas de uso, aunque haya pasado por muchas funciones diferentes.

La programación físico-funcional del establecimiento está personalizada y adaptada a las necesidades específicas de la localidad. Ha combinado funciones y actividades para crear un establecimiento personalizado y garantiza su eficacia y adecuación a la realidad de la comunidad en la que se encuentra.

Entre las funciones y actividades generales desarrolladas en el Centro de Vacunación Súper Carioca, de acuerdo con las clasificaciones de la RDC

50 y observadas durante las visitas técnicas, se encuentran: la prestación de servicios electivos de promoción y atención a la salud en régimen ambulatorio; la atención a la salud, incluyendo actividades de promoción, prevención, vigilancia de la salud comunitaria y atención a pacientes externos de forma programada y continua; la formación y desarrollo de recursos humanos e investigación; la atención directa o indirectamente relacionada con la atención y el cuidado de la salud, en funciones de docencia e investigación; la prestación de servicios de apoyo a la gestión y ejecución administrativa; y la atención al establecimiento en funciones administrativas.

Resultados del estudio de caso nº 1

El SCCV ha sido clasificado como edificio nuevo o regular, según el estado de conservación de Heidecke. Aunque el edificio lleva 119 años en uso, las labores de mantenimiento realizadas en él durante más de un siglo han permitido conservar su capacidad funcional.

Se han observado los valores de uso, históricos, artísticos, culturales y simbólicos, de los que se obtiene el I_{sc} de 5. Se asignaron las siguientes ponderaciones a cada elemento del edificio: fachadas = 0,30; sistema estructural = 0,35; proyecto arquitectónico = 0,20; e implantación = 0,15. A partir de la media de los I_{sc} y del peso asignado a cada sistema, el I_p global del edificio fue de 0,71, lo que sugiere que el edificio tiene una importancia patrimonial alta, situándose dentro del rango de clasificación $0,50 < I_{sc} \leq 0,75$.

Después de realizar la inspección del edificio y evaluar los criterios de valoración de los factores A a G, se otorgaron los siguientes valores a cada factor: Factor A = 1,2; Factor B = 1,0; Factor C = 1,2; Factor D = 1,0; Factor E = 1,0; Factor F = 1,2; y Factor G = 1,0. El resultado de los valores es $ESL = 1,728$.

La inspección del edificio se llevó a cabo bajo el registro del Término de Responsabilidad Técnica CRT/RJ nº CFT2403513830, y las visitas al lugar se realizaron los días 8/2/2024, 20/5/2024 y 21/5/2024. El valor final GUTC calculado para el edificio fue 0,0657, correspondiente a la media aritmética del valor de todos los elementos evaluados.

El valor encontrado para el deterioro de los principales elementos del edificio es igual a 0,1111, y el valor encontrado para el deterioro de los elementos generales es igual a 0,1333. Utilizando estos valores, es posible calcular el indicador del deterioro de la estructura como equivalente a 0,1221, o 12,21%, clasificando el deterioro de la estructura como inexistente o mínimo. Por lo tanto, el valor del factor de rendimiento especial de la estructura es igual a 0,7341, ou 73,41%.

Utilizando los valores encontrados para el factor de rendimiento, el significado cultural, la importancia patrimonial, la vida útil estimada, evaluación GUT_c e indicador de deterioro, es posible calcular el indicador de calidad y rendimiento para el SCCV igual a 0,8325, ou 83,25%.

De este modo, la certificación del SCCV está en la categoría B de calidad y rendimiento, con un IQD de 83,25%.

La Tabla 3 presenta los valores de cada parámetro evaluado, el valor del indicador de calidad y rendimiento y el intervalo de certificación respectivo.

Elemento de evaluación/certificación		SCCV
Estado de conservación de Heidecke (C)		Entre nuevo y regular (0,003)
Inspección del edificio por la metodología GUT_c (media general)		0,0657
Importancia cultural (I_{sc})		Importancia considerable (5)
Importancia patrimonial (I_p)		0,71
Deterioro de los principales elementos (DM)		0,1111
Deterioro de los elementos generales (DG)		0,1333
Indicador de deterioro (ID)		0,1221 ou 12,21%
Factor de rendimiento (D)		0,7341 ou 73,41%
Vida útil estimada del edificio (ESL)		1,728
Indicador de calidad y rendimiento (I_{QD})	Organización física y funcional	69,17%
	Dimensionamiento, cuantificación e instalaciones de los espacios del edificio	69,17%
	Presentación	73,44%
	Funcionalidad	70,01%
	Seguridad	70,61%
	Condiciones ambientales para el control de infecciones	71,22%
	General	83,25% B ($80\% < I_{QD} < 95\%$)

Tabla 3. Criterios evaluados y rangos de certificación del SCCV

La Figura 3 presenta el marbete de certificación SCCV en la categoría B de calidad y rendimiento.

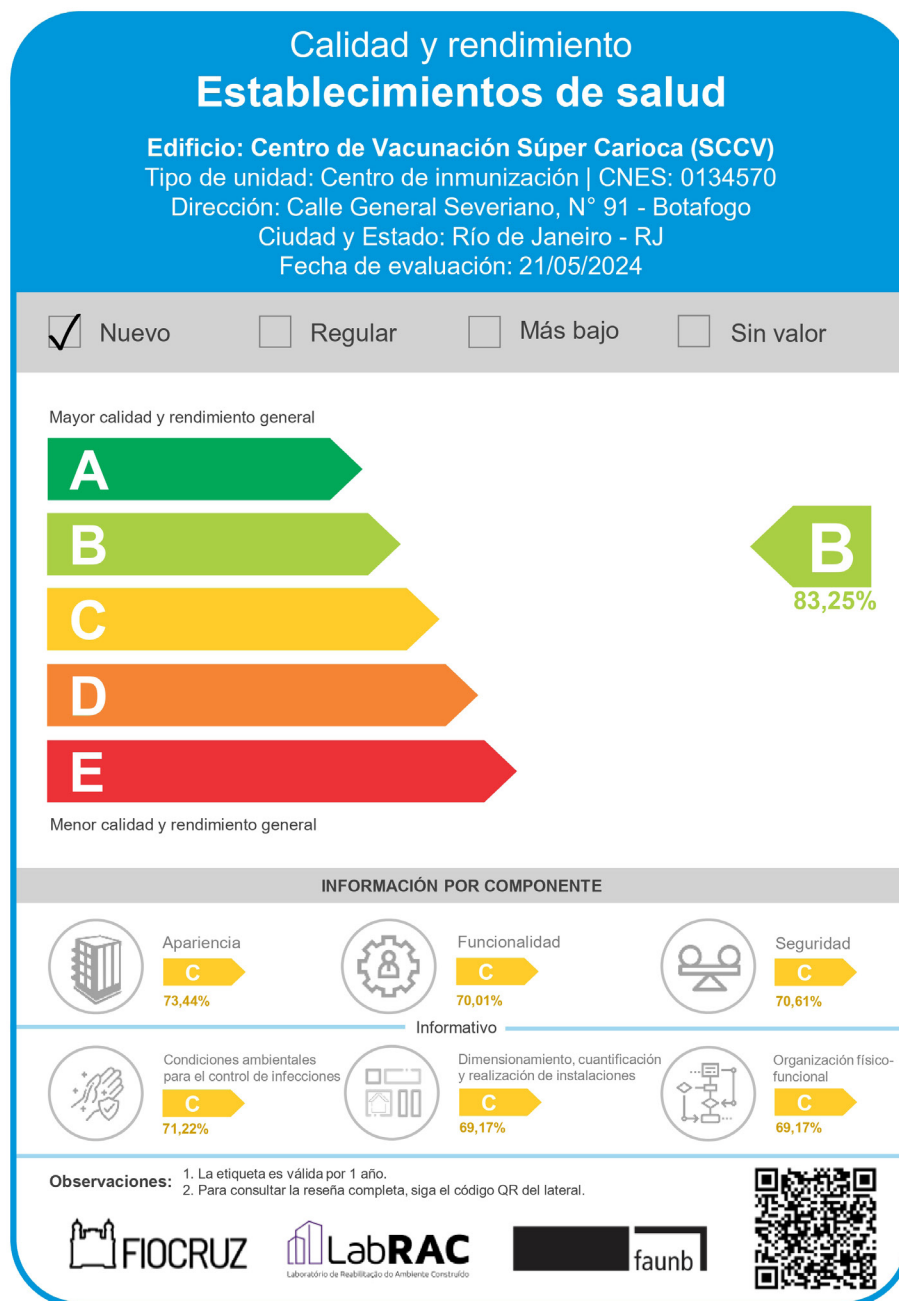


Figura 3. Marbete de certificación del SCCV

Fuente: Elaborado por el autor a partir del modelo propuesto por PBE Edifica (2024).

Discusión del estudio de caso nº 1

El SCCV reveló un estado de conservación con bajo deterioro en los elementos principales y generales (ID de 12,21%) y un importante factor de rendimiento (73,41%). En general, esto sugiere que aunque

el SCCV opera en un edificio con 119 años de uso, la necesidad de intervenciones y el nivel de urgencia son bajos. El edificio tiene un buen significado cultural e importancia patrimonial (Isc de 5 e Ip de 0,71), lo que supone un tratamiento diferenciado en cuanto a su valorización histórica y conservación. Además, la vida útil estimada es elevada (1,728), lo que refleja una mayor estabilidad estructural y una menor necesidad de intervenciones correctivas a corto plazo. En lo que respecta a la certificación, el SCCV recibió una calificación en el rango B por su calidad general (IQD de 83,25%), lo que sugiere que la unidad está cerca de alcanzar niveles de excelencia.

La renovación del SCCV destaca el valor de preservar el patrimonio arquitectónico de la ciudad de Río de Janeiro. El edificio no sólo representa un hito de la salud pública en Brasil, sino que también refleja el rico patrimonio cultural e histórico que moldea la identidad de Río. La conservación de este espacio reafirma el compromiso de valorar el patrimonio como un bien colectivo, contribuyendo a reforzar el vínculo de la población con su historia y ampliando el acceso a servicios de salud de calidad.

En el contexto de Río de Janeiro, donde la arquitectura histórica forma parte inseparable del paisaje y del imaginario urbano, las iniciativas de conservación combinadas con la funcionalidad de los espacios sanitarios son fundamentales para el desarrollo urbano sostenible y el bienestar social.

Estudio de caso nº 2

En la región del Distrito Federal, en 2016 se llevó a cabo el Concurso Público Nacional de Proyectos Arquitectónicos y Complementarios para la Unidade Básica de Saúde nº 5 de Riacho Fundo II (UBS-5), en el Residencial Parque do Riacho. Promovido por la Companhia do Desenvolvimento Habitacional do Distrito Federal (Codhab - DF), el concurso eligió como ganador al Estudio Preliminar nº 270. El proyecto ganador dio lugar al UBS-5, seleccionado para este estudio de caso.

Inaugurado el 1 de septiembre de 2021, rápidamente fue reconocido como el más grande de Brasil (DF, 2021), adquiriendo repercusión internacional por los estándares arquitectónicos modernos y conceptuales empleados (Souza, 2017).

Con un estilo arquitectónico modernista, la UBS-5 se construyó con cimientos y forjados de hormigón armado. Los pilares son metálicos, al igual que la estructura de soporte del tejado. Los tabiques interiores son de compuestos termoacústicos e impermeables, recubiertos de baldosas cerámicas cuando es necesario, y los marcos de las ventanas son de

aluminio. Se diseñó y construyó en una sola planta y se organizó en tres módulos formados por bloques rectangulares con patios interiores.

La Figura 4 muestra la vista aérea de la unidad, donde pueden verse los tres módulos que la componen.



Figura 4. Vista aérea de la UBS-5, desde la elevación izquierda (noreste)
Fuente: Saboia+Ruiz Arquitectos

Entre las funciones y actividades desarrolladas en la UBS-5, de acuerdo con las clasificaciones de la RDC 50, se encuentran las siguientes: prestación de servicios electivos de promoción de la salud y asistencia en régimen ambulatorio; asistencia sanitaria, incluidas la promoción de la salud, la prevención, la vigilancia de la salud comunitaria y la asistencia a pacientes ambulatorios de forma programada y continuada; formación y desarrollo de recursos humanos e investigación; asistencia relacionada con la atención sanitaria y asistencia en funciones de enseñanza e investigación; funciones administrativas y apoyo a la gestión; y servicios de apoyo logístico.

Resultados del estudio de caso nº 2

El UBS-5 se clasificó como edificio *regular*, conforme al estado de conservación de Heidecke. La clasificación se basa en las deficiencias del

edificio debidas a un mantenimiento inadecuado en los tres años que lleva en uso desde su inauguración.

Observando los valores patrimoniales, se obtuvo el I_{sc} de 2, puesto que sólo se puntuaron los valores de uso y artísticos. Se asignaron los siguientes pesos: fachadas = 0,30; sistema estructural = 0,35; proyecto arquitectónico = 0,20; e implantación = 0,15. A partir de la media de los I_{sc} y del peso asignado a cada sistema, se obtuvo el I_p global del edificio de 0,23, lo que sugiere que el edificio tiene mínima importancia patrimonial, ubicándose en el intervalo de clasificación $0,00 < I_{sc} \leq 0,25$.

Después de evaluar los criterios de valoración de los factores A a G, se asignaron los siguientes valores: Factor A = 1,0; Factor B = 1,2; Factor C = 1,0; Factor D = 1,0; Factor E = 1,0; Factor F = 1,2; y Factor G = 1,0. El resultado de los valores es $ESL = 1,44$.

La inspección del edificio se llevó a cabo bajo el registro del Término de Responsabilidad Técnica CRT/DF nº CFT2403672375, y la visita al lugar se realizó el día 16/7/2024. El valor final GUT_c calculado para el edificio fue de 0,1887, correspondiente a la media aritmética del valor de todos los elementos evaluados.

El valor encontrado para el deterioro de los principales elementos del edificio es igual a 0,5555, y el valor encontrado para el deterioro de los elementos generales es igual a 0,0667. Utilizando estos valores, el indicador de deterioro de la estructura es igual a 0,2690, o 26,90%, clasificando el deterioro de la estructura como inexistente o mínimo. Por lo tanto, el valor del factor de rendimiento especial es igual a 0,5445, o 54,45%.

Utilizando los valores encontrados para el factor de rendimiento, el significado cultural, la importancia patrimonial, la vida útil estimada, evaluación GUT_c e indicador de deterioro, es posible calcular el indicador de calidad y rendimiento para el 0,5360, o 53,60%. De este modo, el UBS-5 está certificado en la categoría D de calidad y rendimiento.

La Tabla 4 muestra los valores de cada parámetro evaluado, el valor del indicador de calidad y rendimiento y el rango de certificación respectivo.

Elemento de evaluación/certificación		UBS-5
Estado de conservación de Heidecke (C)		Regular (0,025)
Inspección del edificio por la metodología GUT _C (media geral)		0,1887
Importancia cultural (I _{sc})		Algún significado (2)
Importancia patrimonial (I _p)		mínima (0,23)
Deterioro de los principales elementos (DM)		0,0227
Deterioro de los elementos generales (DG)		0,5555
Indicador de deterioro (ID)		0,0667
Factor de rendimiento (D)		0,2690 ou 26,90%
Vida útil estimada del edificio (ESL)		0,5445 ou 54,45%
Indicador de calidad y rendimiento (IQD)	Organización física y funcional	49,83%
	Dimensionamiento, cuantificación e instalaciones de los espacios del edificio	48,83%
	Presentación	49,35%
	Funcionalidad	49,07%
	Seguridad	48,12%
	Condiciones ambientales para el control de infecciones	48,96%
	General	53,60% D (40% < I _{QD} < 60%)

Tabla 4. Resultados de los parámetros evaluados y rangos de certificación para la UBS-5

La Figura 5 presenta el marbete de certificación de la UBS-5 en la categoría D de calidad y rendimiento general.

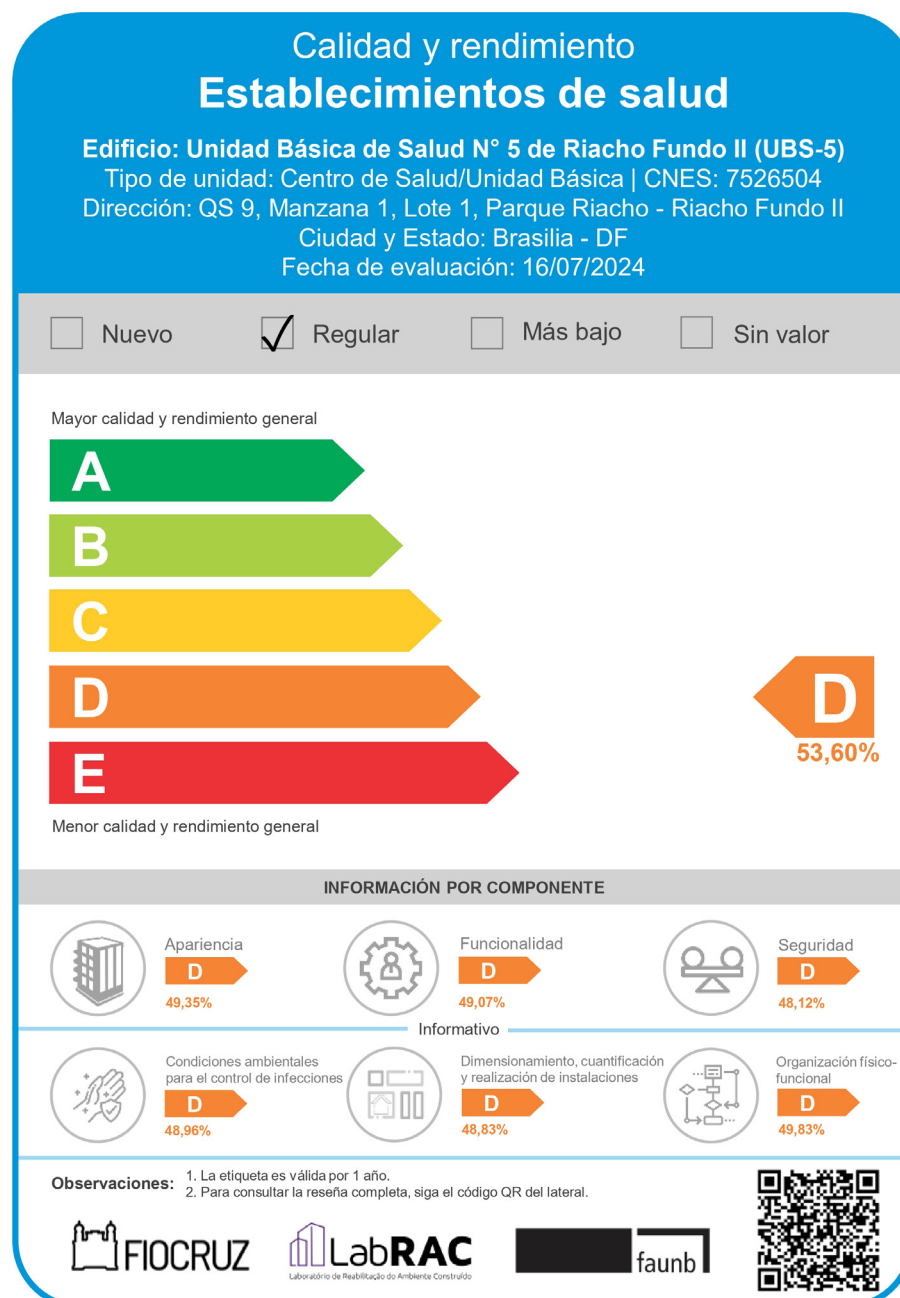


Figura 5. Marbete de la certificación de la UBS-5

Fuente: Elaborado por el autor a partir del modelo propuesto por PBE Edifica (2024).

Discusión del estudio de caso n° 2

La UBS-5 reveló un estado de conservación con deterioro en los elementos principales y generales (ID de 26,90%) y factor de rendimiento medio (54,45%), mostrando la necesidad de intervenciones con un bajo nivel de urgencia, posiblemente debido a la falta de mantenimiento preventivo en la unidad. La importancia cultural y patrimonial es mínima (I_{sc} de 2 y I_p de

0,23), y la vida útil estimada es buena (1,44). Con respecto a la certificación, la UBS-5 fue clasificada en la categoría D de calidad general (I_{QD} de 53,60%), lo que indica que la unidad requiere mejoras para alcanzar el nivel adecuado de calidad y rendimiento.

Las debilidades en el proceso de conservación de este espacio son un reto para el compromiso del Estado de valorización del patrimonio como bien colectivo de la población, así como de garantizar el acceso a servicios de salud de calidad.

De este modo, mantener la UBS-5 en excelentes niveles de calidad y rendimiento agrega valor a la salud pública del Distrito Federal y muestra el valor de preservar el patrimonio construido.

Conclusiones

La metodología propuesta es una alternativa viable y eficaz para la evaluación y certificación de edificios sanitarios, ya que permite un análisis integral del estado de conservación, rendimiento y sostenibilidad de los edificios, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones en la gestión y mantenimiento de estos espacios.

Además de valorar el patrimonio cultural, el entorno físico seguro y de calidad repercute positivamente en la adherencia de los usuarios a los servicios de salud, contribuyendo al acceso regular a la atención preventiva. Esta calidad no solo mejora la experiencia de los usuarios, sino que refuerza el compromiso de la población con la salud, fomentando la prevención y la continuidad de la atención.

El impacto de esta atención en la calidad del entorno construido se traduce en un servicio de salud más eficiente, reforzando la capacidad del sistema para responder a las necesidades de los usuarios. De este modo, el Sistema Único de Salud se beneficia de una infraestructura y una planificación más resilientes que apoyan la salud de la población de forma integral y continua, en consonancia con los principios de universalidad y equidad.

La investigación destacó la importancia de llevar a cabo un mantenimiento preventivo de estos edificios, de acuerdo con las normas reglamentarias y los procesos de inspección de edificios, con el objetivo de prolongar su vida útil. De esta manera, una correcta evaluación de la condición de las estructuras puede evitar elevados costos en el futuro y garantizar un entorno más seguro para usuarios y trabajadores.

La certificación de edificios está intrínsecamente vinculada a la mejora de los servicios que se prestan en estos establecimientos, ya que proporciona

entornos más seguros, confortables y adecuados para usuarios y profesionales, lo que repercute positivamente en la calidad de la atención.

Analizando el rendimiento de los componentes individuales y del sistema en su conjunto, se observó que, cuando trabajan juntos, los sistemas de edificios funcionan mejor que sus elementos aislados.

La aplicación del método en edificios muy diferentes demuestra que puede adaptarse a distintos tipos de establecimientos de salud, lo que permite utilizarlo en contextos más variados y con ajustes mínimos, lo que amplía el ámbito de aplicabilidad de la metodología propuesta, convirtiéndola en una herramienta más eficaz.

Los resultados también refuerzan el papel del método como herramienta práctica para orientar intervenciones sostenibles y eficaces en edificios sanitarios, contribuyendo a la gestión urbana y a la valorización del patrimonio público.

Bibliografia

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR)/Diretoria Colegiada. **Resolução-RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002**. Brasília – DF, 2002.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **ABNT NBR ISO 9001:2015 – Sistemas de gestão da qualidade** – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

DONEGÁ, A. A. **Desempenho morfológico de estabelecimentos assistenciais de saúde via inspeção predial**. 2021. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2021.

GBC Brasil – Green Building Council Brasil. **Leadership in Energy and Environmental Design - LEED**. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

GUIMARÃES, L. R. N. **Avaliação de bens patrimoniais via modelos acoplados de depreciação e significância cultural: O caso do CEF-Metropolitana, Núcleo Bandeirante** – DF. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2021.

ISO – International Organization for Standardization. **ISO 15686-8:2008 Buildings and constructed assets** – Service-life planning – Part 8: Reference service life and service-life estimation. Geneva, 2008.

MEIRA, I. O. **Indicador de vulnerabilidade para gestão da conservação de edifícios de valor cultural: um estudo aplicado em museus modernistas**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2019.

MEIRA, I. O.; ZANONI, V. A. G. (2020). **Indicador de Vulnerabilidade para Gestão da Conservação de Edifícios de Valor Cultural**. Paranoá, 13(26), 157-174.

MS – Ministério da Saúde (BR). **Acolhimento nas práticas de produção de saúde**. 2ª ed. Brasília – DF, Editora do Ministério da Saúde, 2010.

MS – Ministério da Saúde (BR). **Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde**. SOMASUS – Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde. (Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde, v. 3) Brasília – DF, Ministério da Saúde, 2013.

MOREIRA, F. D. **Os desafios postos pela conservação da arquitetura moderna**. Revista CPC, (11), 152-187, 2011.

OLIVEIRA, I. P. **Critérios para certificação e avaliação de edificações: uma abordagem integrada em degradação e desempenho**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2023.

OLIVEIRA, I. P.; PANTOJA, J. C. **Proposta de análise do Patrimônio Histórico Teatro Nacional Cláudio Santoro – Brasília**. ReBEFA, [S.l.], v. 6, n. 2, jul. 2021.

PAIVA, J. V.; AGUIAR, J.; PINHO, A. **Guia técnico de reabilitação habitacional**. 1ª ed. Lisboa, LNEC, 2006, 2 vol., 467 p.

PANTOJA, J. C.; MOURA, S. P. N.; VARUM, H.; CAIED, S. **A Influência da Ponderação na Avaliação do Grau de Criticidade em Edificações de Múltiplos Pavimentos Via Inspeção Predial**. Paranoá, [S. l.], n. 26, p. 126-139, 2020.

PBE EDIFICA – Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações. **Sobre o PBE Edifica**. Recuperado em 5 de dezembro de 2024, de <https://www.pbeedifica.com.br/sobre>

SOUZA E. **1º Lugar no Concurso para a Unidade Básica de Saúde em Parque do Riacho** – Codhab-DF. Brasil, ArchDaily Brasil, 2017. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/874775/1o-lugar-no-concurso-para-a-unidade-basica-de-saude-em-parque-do-riacho-codhab-df>. Acesso em: 5 dez. 2024.

VANZOLINI – Fundação Carlos Alberto Vanzolini. **A certificação AQUA-HQE™**. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/organizacoes/certificacoes/aqua-hqe/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

WELL – International WELL Building Institute. **The WELL Building Standard™ version 2 (WELL v2™)**. Disponível em: <https://v2.wellcertified.com/en/wellv2/overview/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

Autores

Rafael Santos Gonçalves de Assis Graduado en Gestión Pública, técnico en Edificaciones, magíster em Evaluación y Certificación de Edificaciones de Establecimientos de Salud por la Fundación Oswaldo Cruz (Fiocruz) y estudiante de Arquitectura y Urbanismo en la Universidad de Brasília (UnB). Ha sido asesor de proyectos de la Secretaría Municipal de Salud de Río de Janeiro (SMS/RJ); asesor técnico del Núcleo de Estudios sobre Bioética y Diplomacia en Salud (Nethis) de Fiocruz Brasília; analista de proyectos de la Fundación para el Desarrollo Científico y Tecnológico en Salud (Fiotec); y, actualmente, es empleado permanente de la Compañía de Desarrollo Habitacional del Distrito Federal (Codhab-DF).

<https://orcid.org/0000-0002-9497-5671>

rafaelsgam@gmail.com

Gerson Oliveira Penna Médico, graduado en la Universidad Federal de Pará (UFPA); dermatólogo por la Sociedad Brasileña de Dermatología (SBD); especialista en planificación estratégica; doctor en Medicina Tropical por la Universidad de Brasília (UnB); con posdoctorado en Salud Pública por la Universidad Federal de Bahía (UFBA). En 2021, fue reconocido entre los científicos que más contribuyeron a los estudios sobre enfermedades desatendidas en todo el mundo durante los últimos 10 años. En 2024, fue incluido entre los investigadores que se encuentran dentro del 2% más influyente del mundo en sus áreas, según la lista de la Universidad de Stanford y el repositorio de datos Elsevier.

<https://orcid.org/0000-0001-8967-536X>

gerson.penna@fiocruz.br

Márcio Augusto Roma Buzar Ingeniero civil, graduado en la Universidad Estatal de Maranhão (UFMA), magíster y doctor en Estructuras y Construcción Civil por la Universidad de Brasília (UnB), y con posdoctorado en la Universidad de Oporto (FEUP), en Portugal, bajo la supervisión del profesor catedrático Humberto Varum. Es profesor asociado de la Universidad de Brasília; fue coordinador del Programa de Posgrado de la Facultad de Arquitectura de 2013 a 2015; participa en el programa de Posgrado de la FAU-UnB desde 2005, en las áreas de Tecnología, Medioambiente y Sostenibilidad, y Sistemas Estructurales; y, actualmente, es director de Gestión, Articulación y Proyectos Educativos del Fondo Nacional de Desarrollo de la Educación (FNDE).

<https://orcid.org/0000-0002-1164-2784>

marcio.buzar@gmail.com

Ana Luíza Alves de Oliveira Ingeniera civil, magíster en el área de Desempeño y doctora en Estructuras por la Universidad de Brasilia (UnB), en colaboración con la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Oporto (FEUP). Propuso el Método Acoplado Integridad y Seguridad (Método MAIS) para la evaluación de edificaciones en hormigón armado. Fue profesora del curso de Ingeniería Civil en el Centro Universitario de Brasilia (UniCeub) y del curso de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Brasilia (UnB). Actualmente, es investigadora del Laboratorio de Rehabilitación del Ambiente Construido (LabRAC) y del programa de investigación sobre Estructuras Existentes – Metodologías de Evaluación Basadas en la Confiabilidad del PPG-FAU (UnB).

<https://orcid.org/0000-0003-1976-2497>

analuiza.aoliveira@gmail.com

João da Costa Pantoja Ingeniero civil, graduado y magíster en Estructuras y Construcción Civil por la Universidad de Brasilia (UnB), doctor en el área de Estructuras por la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (PUC/Rio), con estancia doctoral en la University of Illinois at Urbana-Champaign, Illinois, Estados Unidos. Posdoctorado en la Universidad de Oporto (FEUP). Es profesor adjunto del Departamento de Tecnología en el área de Estructuras de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Brasilia, desde agosto de 2014. Tiene especialización en modelos numéricos aplicados a estructuras, patología de estructuras, inspecciones especializadas, rehabilitación estructural orientada a la conservación del patrimonio, modelos multicriterio para la evaluación de inmuebles urbanos y bienes singulares, además de modelos para la certificación de emprendimientos.

<https://orcid.org/0000-0002-0763-0107>

joaocpantoja@gmail.com

Arquitectura hospitalaria sensible a la neurodiversidad

Autor

Ciro Férrer Herbster Albuquerque Universidade Federal do Ceará (UFC)

DOI: 10.62558/2358-3630/22.02.02

Resumen

Este artículo aborda la neurodiversidad en los entornos hospitalarios, con especial atención a las necesidades de los niños neurodivergentes, como los diagnosticados con TEA o TDAH. Mediante una revisión bibliográfica integradora, se analizó el impacto de las afecciones neurodivergentes en la experiencia hospitalaria y se destacaron las estrategias de diseño inclusivo para atender a esta población. Se seleccionaron estudios de casos de proyectos hospitalarios inclusivos para ejemplificar la aplicación práctica de estas estrategias. La investigación dio como resultado unas directrices prácticas para aplicar el diseño receptivo en entornos sanitarios pediátricos, haciendo hincapié en la importancia de la claridad, la previsibilidad y el control del entorno para los pacientes neurodivergentes y sus familias. Estas directrices pretenden orientar a arquitectos, diseñadores y profesionales sanitarios en la creación de espacios que promuevan una experiencia agradable y receptiva para la neurodiversidad. Destaca la importancia de la evaluación práctica y la adaptación de las directrices propuestas en diferentes contextos sanitarios pediátricos, haciendo hincapié en el compromiso continuo con la investigación y el desarrollo para evolucionar los enfoques de diseño receptivo, elevando los porcentajes de eficacia, empatía y acogida a la hora de satisfacer las diversas necesidades de la comunidad neurodivergente.

Palabras clave

Entornos hospitalarios, diseño, niños, TEA, neurodiversidad

Introducción

El dolor derivado de los procedimientos médicos adquiere una dimensión potencialmente traumática en la experiencia de los niños en los ámbitos sanitarios (Trottier *et al.*, 2019). Los procedimientos dolorosos son recurrentes en hospitales y ambulatorios, y se manifiestan en pruebas diagnósticas, vacunaciones, extracciones de sangre y procedimientos quirúrgicos menores. (Stevens *et al.*, 2011). Aunque son imprescindibles para la prevención y el tratamiento, estos procedimientos generan ansiedad, dolor y angustia tanto en los niños como en sus padres y en los profesionales de la salud. (Dewan *et al.*, 2023). Para promover la comodidad y mitigar el malestar, es imperativo que los profesionales sanitarios presten atención a las distintas necesidades, incluidas las relacionadas con la neurodiversidad en niños y adolescentes.

En el contexto de la neurodiversidad en los entornos hospitalarios, es fundamental reconocer la diversidad de las afecciones neurológicas, que abarcan aproximadamente entre el 15% y el 20% de los casos de neurodivergencia, según el *Centers for Disease Control and Prevention* (2022). Algunos ejemplos son el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH), el trastorno del espectro autista (TEA), la dispraxia y la dislexia, cuyos distintos efectos se traducen en diferentes sensibilidades sensoriales (Doyle *et al.*, 2020).

Los niños neurodivergentes a menudo se enfrentan a complejidades sanitarias adicionales y a estancias prolongadas en centros médicos. Por ejemplo, los niños autistas pueden padecer trastornos gastrointestinales, epilepsia y trastornos crónicos del sueño, asociados a mayores riesgos de ansiedad y depresión, especialmente exacerbados durante la pandemia. En vista de ello, para el diseño de entornos sanitarios inclusivos, las estrategias de diseño eficaces se centran en ofrecer opciones, reducir los estímulos sensoriales y simplificar la experiencia sanitaria, abarcando elementos como la claridad visual, la previsibilidad, la orientación accesible y el contacto con la naturaleza.

Asimismo, proporcionar a los niños un mayor control sobre su entorno inmediato surge como un componente esencial para minimizar el estrés durante las visitas médicas, lo que puede lograrse regulando la iluminación, suprimiendo los dispositivos ruidosos, proporcionando controles individuales de temperatura y creando espacios terapéuticos con opciones de movilidad y comodidad. El diseño físico, las estrategias operativas y las innovaciones tecnológicas desempeñan un papel clave a la hora de proporcionar experiencias positivas a los pacientes neurodivergentes y sus familias en la pediatría médica. Esto incluye el uso de aplicaciones móviles, guías de navegación espacial, visitas virtuales y la reducción de las interacciones interpersonales cuando proceda.

De esta forma, la arquitectura inclusiva no sólo beneficia a los niños neurodivergentes, sino que permite ganancias para toda la población, promoviendo entornos más cohesionados, permeables y flexibles que se ajusten a las variadas necesidades de los pacientes pediátricos en los entornos sanitarios.

Neurodiversidad: conceptos, tipologías y problemas en el ámbito hospitalario

El concepto de neurodiversidad fue creado en 1999 por la socióloga australiana Judy Singer, describiendo las diversas formas en que se conecta el cerebro humano, lo que da lugar a habilidades, necesidades y capacidades únicas (Armstrong, 2011). Estas variaciones repercuten en la dinámica social, el funcionamiento cognitivo, las habilidades motoras, la atención, los estímulos sensoriales, el habla, el lenguaje y el aprendizaje. Cuando se introdujo, el término se conceptualizó de forma similar a la biodiversidad, destacando no un subgrupo específico de individuos, sino más bien las innumerables variaciones del cerebro humano.

A medida que el término evolucionó, como describe Feinstein (2018), la neurodiversidad empezó a categorizar a los individuos como neurodivergentes o neurotípicos. Los neurotípicos son aquellos que muestran los patrones típicos de pensamiento y comportamiento humano esperados por la sociedad, mientras que los neurodivergentes se desvían de estos patrones, como se ilustra en la figura 1. Esta categorización permite una comprensión más refinada de las diferentes formas en que funciona el cerebro, proporcionando una base para discutir y abordar la variabilidad neurológica de una manera más precisa e inclusiva.

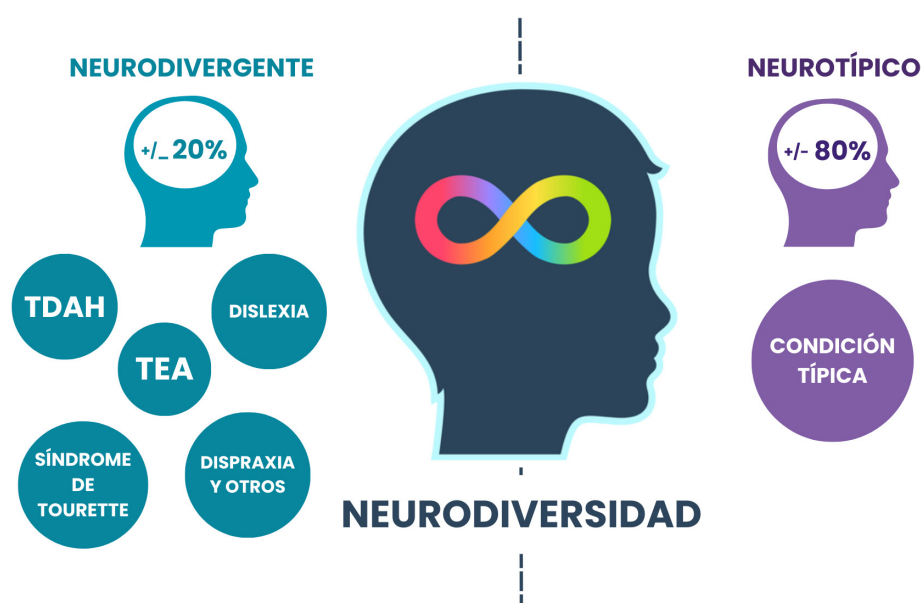


Figura 1. Composición del grupo de neurodiversidad y subgrupos, neurotípico y neurodivergente.
Fuente: Elaborado por el autor (2023).

Los niños neurodivergentes tienen un funcionamiento neurocognitivo atípico, es decir, fuera de la media esperada, debido a trastornos del neurodesarrollo, variables genéticas y ambientales, entre otras causas probables. Incluso entre los considerados neurotípicos, uno de cada cuatro tendrá problemas de salud mental, como depresión o estrés, en algún momento de su vida. Debido a los casos diarios de infradiagnóstico, más del 50% de la sociedad desconoce esta diferenciación neurológica, lo que pone en peligro el respeto y la plena integración de todas las personas neurodiversas.

Los directivos de hospitales progresistas de Estados Unidos están empezando a reconocer que la integración de la neurodiversidad puede conferir una ventaja significativa al tratamiento médico, fomentando experiencias acogedoras y cualitativas en el centro sanitario, además de reducir las estancias hospitalarias y el coste de los analgésicos. Este reconocimiento es evidente en las instalaciones del *Thompson Autism and Neurodevelopmental Center* (CHOC) y del *Medical University of South Carolina Shawn Jenkins Children's Hospital*. Cabe señalar que este movimiento inclusivo está impulsando una serie de políticas, programas y procedimientos más inclusivos, aunque su impacto en la arquitectura hospitalaria esté apenas empezando.

En el segmento sobre ansiedad, estrés y depresión en la red hospitalaria, el informe COVID-19 *Health Care Workers Study* (HEROES), de 2022, reveló que entre el 14,7% y el 22% de los trabajadores sanitarios entrevistados en 2020 presentaban síntomas indicativos de un episodio depresivo, mientras que entre el 5% y el 15% habían pensado en el suicidio. Además, el estudio indica que en algunos países sólo un tercio de los empleados busca tratamiento psicológico, a pesar de que trabajan en centros hospitalarios que carecen de infraestructuras inclusivas. En 2021, aproximadamente el 36% de los jóvenes brasileños mostraron síntomas de depresión y ansiedad durante la pandemia, según un estudio realizado por la Facultad de Medicina de la USP (FMUSP), en el que participaron unos 6.000 jóvenes de entre 5 y 17 años. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la depresión es una de las principales causas de enfermedad y discapacidad entre los adolescentes, y el suicidio es la tercera causa de muerte en el grupo de edad de 15 a 19 años. Las consecuencias de no abordar las condiciones de salud mental en la adolescencia se extienden a la edad adulta, perjudicando la salud física y mental, además de limitar las oportunidades futuras. En este contexto, la promoción de la salud mental y la prevención de los trastornos se vuelven fundamentales para que los adolescentes prosperen (OPS, 2022).

De esta forma, considerar la arquitectura inclusiva podría estimular mejoras en la recepción, el tratamiento y el respeto por la salud biopsicosocial de los pacientes, los profesionales sanitarios y el resto del personal hospitalario. En este sentido, el Diseño Basado en la Evidencia (DBE), con su énfasis en la neurociencia aplicada a la arquitectura, ha

surgido como una prometedora herramienta de diseño para crear entornos hospitalarios inclusivos que favorezcan la salud de los usuarios.

La metodología adoptada en este artículo se basa en una exhaustiva revisión bibliográfica, que abarca una amplia variedad de fuentes académicas y profesionales relacionadas con la neurodiversidad en entornos hospitalarios. Se analizaron estudios de casos concretos de proyectos hospitalarios inclusivos, como el *Thompson Autism and Neurodevelopmental Center* CHOC y el *Medical University of South Carolina Shawn Jenkins Children's Hospital*, que tienen en cuenta las necesidades de los niños neurodivergentes, así como las estrategias de diseño y funcionamiento aplicadas en estos proyectos. Además, el método incluye la propuesta de directrices prácticas para la aplicación de principios de diseño inclusivo en entornos sanitarios pediátricos, con especial atención al fomento de la claridad, la previsibilidad y el control del entorno para los pacientes neurodivergentes y sus familias.

Neurociencia aplicada a la arquitectura hospitalaria en respuesta a la neurodiversidad

Según Moser (1998), el espacio físico desempeña un papel crucial a la hora de influir en el comportamiento y el desarrollo del público neurodivergente. En este marco, el diseño del entorno hospitalario debe orientarse a crear sensaciones agradables y contribuir al progreso de las personas con diversas afecciones neurológicas, así como al bienestar de sus familias.

Para lograr ese objetivo, es esencial comprender el impacto del entorno construido en el procesamiento sensorial en el contexto de la neurodiversidad. Por lo tanto, es necesario conocer la importancia de la arquitectura multisensorial y sus adaptaciones, especialmente en los centros hospitalarios terapéuticos. El objetivo principal es desarrollar estrategias arquitectónicas receptivas, respaldadas por pruebas, dirigidas al público objetivo, incluidos los pacientes, sus familias y los profesionales sanitarios implicados.

El entorno dedicado a las personas neurodivergentes requiere una arquitectura centrada en las necesidades de procesamiento sensorial de cada usuario. Como subraya Mostardeiro (2019), el procesamiento sensorial se ve profundamente afectado en personas con diversas afecciones neurológicas. Angela Bourne y otros autores, en *Designing for Autism Spectrum Disorders*, resaltan que el público neurodivergente “presenta diversos niveles de sensibilidad al entorno, conocidos como hipersensibilidad e hiposensibilidad, que abarcan los cinco sentidos: oído, vista, tacto, olfato y gusto”. (Bourne *et al.*, 2016, p.4).

En el contexto de la percepción sensorial, las diferencias de procesamiento, descritas por Grandin *et al.* (2015), señalan que estas

personas interpretan los estímulos ambientales de forma diferente, aunque sus sentidos funcionen con normalidad. Este cambio en el procesamiento sensorial puede provocar síntomas como confusión mental, estrés y malestar. Los individuos neurodivergentes tienen formas diferentes de interpretar la información sensorial del entorno externo en comparación con los individuos neurotípicos, es decir, aquellos con un desarrollo neurológico regular.

Según Gaines *et al.* (2016), La integración sensorial, que abarca la percepción de estímulos sensoriales como el tacto, el oído, el olfato, la vista, el movimiento (vestibular) y la posición del cuerpo en el espacio (propiocepción), es fundamental para comprender una situación y reaccionar con eficacia. Esta capacidad permite interpretar adecuadamente la funcionalidad de cada entorno dentro del espacio construido (Figura 2).

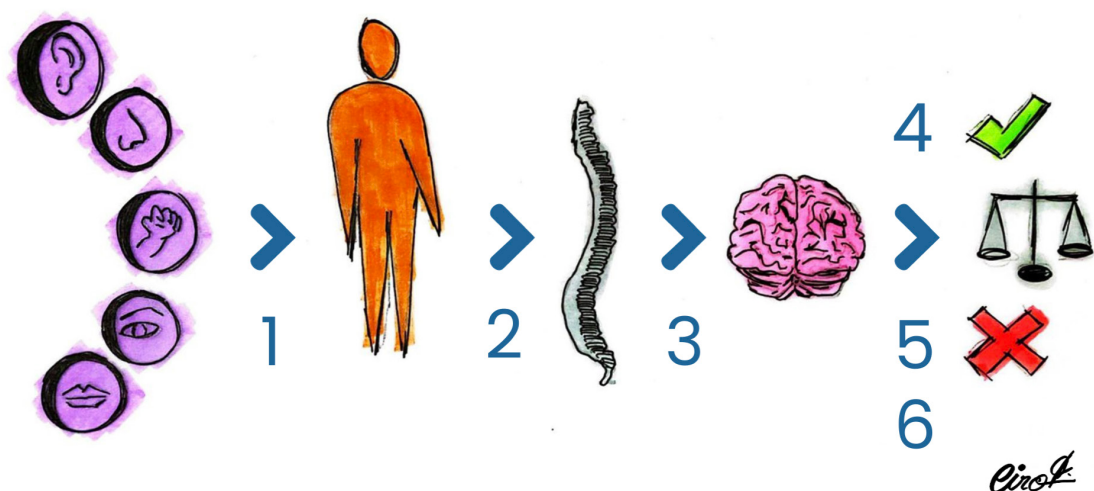


Figura 2. Integración sensorial mediante la combinación de estímulos sensoriales presentes en el entorno construido. 1. el mundo exterior (entorno) interactúa con el mundo interior (cuerpo, SNC) a través de los receptores sensoriales; 2. los nervios periféricos llevan los datos a la médula espinal; 3. a continuación, la información llega al cerebro a través de las vías nerviosas de la médula espinal; 4. nivel equilibrado de información sensorial procesada; 5. nivel alto de excitación: la información sensorial superflua pasa por el “filtro” del cerebro, lo que provoca excitación, confusión y distracción; 6. Bajo nivel de excitación: la información sensorial procesada en el cerebro es insuficiente, lo que provoca distracción, retrasos y accidentes. Fuente: Elaborada por el autor (2023).

La individualidad de la integración sensorial en individuos neurodivergentes puede manifestarse como hipersensibilidad o hiposensibilidad, es decir, una respuesta excesiva o insuficiente a los estímulos sensoriales, respectivamente. Por ejemplo, un niño puede tener una sensibilidad aumentada al sonido (hasta el más mínimo ruido puede resultar molesto) y, al mismo tiempo, tener un sentido del olfato menos sensible (sólo son perceptibles los olores fuertes). En consecuencia, Neumann *et al.* (2021), Aiochio e Queiroz (2020) y Mostafa (2010) describen algunas reacciones probables relacionadas con el procesamiento sensorial que pueden experimentar los públicos neurodivergentes, como se muestra en la Tabla 1.

PERCEPCIÓN SENSORIAL EN FUNCIÓN DE LOS DISTINTOS PROCESOS SENSORIALES		
SENTIDOS	HIPOSENSIBLE	HIPERSENSIBLE
AUDICIÓN	Disfrutan con los ruidos fuertes; pueden no responder cuando se les llama; disfrutan haciendo ruidos fuertes y excesivos.	Sensible a los ruidos fuertes; identifica los sonidos con facilidad; no le gustan los ruidos de fondo.
VISIÓN	No tienen en cuenta a las personas o los objetos del entorno; sólo ven los contornos de los objetos; les gustan los colores vivos o la luz solar intensa.	Les molestan los colores brillantes y la luz solar intensa; se distraen fácilmente con movimientos espaciales; miran fijamente objetos o personas en determinados momentos.
TACTO	Utilizan el tacto de forma excesiva y a menudo inútil (para quienes les observan) con personas y objetos.	Sensibles a ciertos tejidos; evitan el tacto y se sienten incómodos con ello; no les gusta estar sin zapatos ni mojarse.
PALADAR + OLFATO	Pueden ingerir objetos no comestibles; buscan olores fuertes; no notan ciertos aromas.	Son selectivos a la hora de comer; eligen texturas antes de ingerir alimentos; aprecian los olores y las temperaturas fuertes.
SISTEMA PROPIOCEPTIVO	Inconscientes en cuanto a la posición espacial del cuerpo; pueden confundir distintas sensaciones internas con el hambre.	Generalmente tienen una postura corporal diferente y pueden tener dificultades para manejar objetos pequeños.
SISTEMA VESTIBULAR	En general se mueven excesiva e inútilmente desde la perspectiva del observador; se entusiasman con las tareas que implican movimiento.	Parecen desequilibrados; se alteran cuando sus pies están fuera del suelo o boca abajo.
SISTEMA INTEROCEPTIVO	Suelen tener una percepción reducida de las señales corporales, lo que puede dificultar el reconocimiento de necesidades básicas como el hambre, el cansancio o el malestar. Esta disminución de la percepción puede llevar a una búsqueda de estímulos adicionales, como forma de compensar la falta de información interna. En consecuencia, la dificultad para identificar y responder a las necesidades del propio cuerpo puede repercutir negativamente en la autorregulación emocional, lo que requiere estrategias específicas para promover una mayor conciencia y equilibrio sensoriales.	Suelen tener respuestas intensificadas a los estímulos internos, percibiendo las sensaciones normales de forma desbordante. Esta elevada reactividad puede provocar episodios de ansiedad, irritabilidad y conductas de rechazo, ya que las señales corporales -como los cambios en el ritmo cardíaco o la respiración- se sienten de forma desproporcionada. Esta dificultad para modular la intensidad de las sensaciones puede poner en peligro la regulación emocional y crear dificultades para adaptarse a entornos y situaciones cotidianas.

Tabla 1. Diferencias entre percepción sensorial hipersensible e hiposensible. Fuente: Adaptado de Neumann *et al.* (2021); Aiochio y Queiroz (2020); Mostafa (2010).

Analizar los sentidos de forma cuidadosa y organizada se perfila como una estrategia para ayudar al tratamiento y la inclusión social de las personas neurodivergentes a través de la arquitectura multisensorial (Aiochio; Queiroz, 2020; Mostafa, 2010). La estética, la funcionalidad y los aspectos sensoriales deben armonizarse adecuadamente para crear un entorno cómodo y acogedor para el público neurodivergente, facilitando interacciones agradables en el centro hospitalario entre pacientes, acompañantes, profesionales sanitarios y demás trabajadores.

En este sentido, los retos predominantes en los entornos hospitalarios convergen en el procesamiento sensorial de cada usuario, es decir, dependen de cómo el sistema nervioso central gestiona la información recibida de los órganos sensoriales, como los estímulos visuales, auditivos, táctiles, gustativos, olfativos, propioceptivos, interoceptivos y vestibulares (Machado *et al.*, 2017). Los pacientes neurodiversos tienden a sufrir sobreestimulación o subestimulación debido a factores ambientales como la iluminación, el sonido, la textura, el olor, la temperatura, la calidad del aire o la sensación general de seguridad. Cualquier enfoque integral del diseño para la neurodiversidad debe tener muy en cuenta estos aspectos experienciales del entorno hospitalario, especialmente en las unidades pediátricas (Ozel *et al.*, 2020).

De este modo, la aplicación de la neuroarquitectura al diseño de hospitales permite formular estrategias espaciales capaces de tener en cuenta las diversas afecciones neurológicas que se manifiestan en los entornos sanitarios. Un planteamiento eficaz para permitir usos diversificados en el lugar de tratamiento consiste en proporcionar una sensación de control y autonomía mediante opciones espaciales (Bury *et al.*, 2020). Esta independencia permite tanto a neurodivergentes como a neurotípicos gestionar sus propias necesidades con dignidad y autonomía. Los entornos versátiles que ofrecen un repertorio de preferencias ponen de relieve las diferencias de forma constructiva, fomentando el respeto y la integración. Estos entornos también facilitan los ajustes individuales y operativos, permitiendo reorganizar el espacio del paciente, por ejemplo, durante su hospitalización o tratamiento terapéutico, como se ilustra en la Figura 3



Figura 3. En el Hospital Infantil Shawn Jenkins, las habitaciones de los pacientes se han inspirado en las casas de playa locales, con suelos de madera, alfombras y muebles sencillos. Están pensadas para animar a los niños a decorar sus propias habitaciones, con superficies pintadas, estanterías y escritorios. Fuente: perkinswill.com (2022).

A continuación, se destacan algunos de los conocimientos derivados de la neurociencia aplicada a la arquitectura, también conocida como neuroarquitectura, que se han identificado como aplicables a las unidades hospitalarias. Estos conocimientos, extraídos de la revisión bibliográfica, están relacionados con variables ambientales: orientación y organización espacial, referencias espaciales, calidad acústica, confort térmico, grado de estimulación e iluminación. (Rosqvist *et al.*, 2020).

Wayfinding y organización espacial

El proceso de *wayfinding* se refiere a la orientación y la navegación en entornos construidos. Un proyecto eficaz de *wayfinding* debe crear un diseño medioambiental que estimule la curiosidad, la recompensa y la exploración, y que al mismo tiempo proporcione placer en el descubrimiento. Además, debe ser intuitivo, para que los visitantes y ocupantes habituales comprendan fácilmente su ubicación y encuentren la ruta deseada. (Rosqvist *et al.*, 2020; Feinstein, 2018).

Sin embargo, para las personas con trastornos neurodivergentes como el TDAH y el TEA, la presencia de repetición, previsibilidad y límites claros puede ofrecer una sensación de seguridad. En este contexto, la necesidad de un orden espacial legible resulta crucial en el diseño. Entre las estrategias eficaces de diseño espacial se incluye la creación de espacios

memorables que utilicen el ritmo de los elementos comunes para generar una reconfortante sensación de orden, evitando al mismo tiempo la repetición confusa de espacios o características idénticas (O'Malley *et al.*, 2022).

Los puntos de referencia, como las escaleras o las obras de arte, las entrepisos y las líneas de visión claras, incluidas las vistas al exterior, son elementos que pueden ayudar a los usuarios a orientarse en el edificio (figura 4). Las variaciones significativas de iluminación en cada entorno también pueden ser beneficiosas, ya que las personas tienden naturalmente a gravitar hacia espacios más luminosos (figura 5). El uso estratégico de materiales, colores y señalización también desempeña un papel importante en este contexto (Edelstein, 2005).



Figura 4. La sala sensorial del Hospital Infantil Shawn Jenkins está pensada para neurodivergentes, con diversos estímulos táctiles en la pared, formados por juguetes y tonos de color. Fuente: perkinswill.com (2022).



Figura 5. En el Hospital Infantil Shawn Jenkins, la vista de la entrada principal fue esencial para que el equipo de diseño creará un espacio tranquilo y redujera el estrés ambiental en el interior, además de proporcionar una iluminación natural que variara a lo largo del día. Fuente: perkinswill.com (2022).

En entornos complejos, una señalización clara y coherente resulta esencial para algunas personas neurodivergentes. Los mensajes claros, la tipografía sencilla - sin serifa - y la jerarquía informativa son estrategias eficaces para aliviar la sobrecarga visual. Las indicaciones coherentes con mensajes redundantes en colores, números y palabras proporcionan asistencia multimodal a diversos usuarios de edificios cuando se dirigen a sus destinos (Figura 6).



Figura 6. En el Hospital Infantil Shawn Jenkins, los sectores de atención están divididos por colores resaltados en las paredes y las señales de los pasillos. Fuente: perkinswill.com (2022).

Oportunidades espaciales para elegir

Los entornos hospitalarios que ofrecen una diversidad de configuraciones brindan a los usuarios la posibilidad de elegir el medio más adecuado para sus tareas específicas. Los espacios compartidos y abiertos facilitan la socialización, mientras que los espacios más pequeños y cerrados favorecen la sensación de refugio y acogida individual. La ausencia de este cuidado en la gestión del espacio puede dar lugar a la acumulación sensorial de alertas sonoras y visuales, asociadas al ruido de las interacciones y el movimiento, lo que contribuye a crear un ambiente estresante para la mayoría de los usuarios. Kaplan (1996) denominó fatiga mental a esta elevada demanda de atención cognitiva.

En este escenario, cuando la atención del paciente decae debido a un aumento excesivo de estímulos sensoriales en el ambiente construido, tiende a encontrar más dificultades para enfrentar situaciones ansiógenas y estresantes. Los estudios resaltan que la restauración de la atención cognitiva puede promoverse a través de recursos directos o indirectos de la naturaleza, como vistas al exterior, parques, jardines y caminos arbolados (Albuquerque *et al.*, 2016; Horn, 2016). Este proceso de restauración se ha definido como *Teoría de la restauración de la atención* (Kaplan, 1996).

Al evaluar los entornos restauradores desde la neurociencia y la psicología ambiental, se observa que están compuestos por una serie de aspectos sensoriales relacionados con la biofilia, es decir, la necesidad innata del

ser humano de estar en contacto con la naturaleza. La propuesta es que este contacto con los elementos naturales, cuando se realiza de forma adecuada, es capaz de promover experiencias cualitativas en las esferas cognitiva, conductual, emocional y social (Gressler, 2013). En la Figura 7, el jardín restaurador en la terraza del *Boston Children's Hospital*, conocido como *Longwood Rooftop Healing Garden*, se destaca como un ejemplo interesante en el contexto hospitalario.



Figura 7. Vista aérea del jardín sensorial en la terraza del *Boston Children's Hospital*, titulado de *Longwood Rooftop Healing Garden*. Fuente: Chi-atheneum.org (2019).

Equipar algunos espacios con tecnología y designar otros como zonas libres de tecnología ofrece opciones adicionales para mejorar la experiencia del usuario en el entorno hospitalario. Además de permitir momentos de pausa y reflexión, estos espacios ofrecen alivio de los diversos estímulos externos presentes en los pasillos de los hospitales, como se ilustra en la figura 8. Estas opciones también permiten a las personas encontrar un nivel cómodo de exposición e interacción social (Horn, 2016).



Figura 8. Sala de meditación en el Hospital Infantil Shawn Jenkins. Fuente: perkinswill.com (2022).

Calidad acústica y bienestar térmico

Los sonidos cotidianos presentes en el entorno hospitalario, en su configuración clásica, no sólo pueden dificultar la concentración de los empleados, sino también prolongar la hospitalización y/o el tratamiento de los pacientes. Esto se debe al aumento de los niveles de ansiedad y estrés que experimentan los pacientes, desencadenados por el ruido excesivo (Dokmanic *et al.*, 2013). En este caso, cuando el entorno construido carece de tratamiento acústico, incluso los pequeños ruidos pueden resultar ensordecedores para los usuarios especialmente sensibles o propensos a la distracción, como los que padecen Trastorno del Espectro Autista (TEA) y Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) (Honeybourne, 2019; Tadeu *et al.*, 2011).

Según Emar, Smith y Coats (2022), un diseño acústico eficaz para el lugar de trabajo debe ofrecer una variedad de configuraciones auditivas que den soporte a distintas actividades, convenientemente ubicadas en cada zona de trabajo. Además, el diseño acústico puede incluir la integración de sistemas de enmascaramiento acústico¹ o de ruido blanco² para mejorar el bienestar (Figura 9).

Junto con la acústica, el bienestar térmico se clasifica sistemáticamente en la investigación sobre el lugar de trabajo como uno de los principales factores que generan incomodidad, lo que repercute negativamente en el tratamiento de los pacientes. Así, la falta de bienestar térmico se asocia a un aumento de la duración de la estancia de los pacientes (Heerwagen *et al.*, 2011; Sundell *et al.*, 2011).

¹ El enmascaramiento acústico consiste en la adición controlada de ruido audible, normalmente mediante la generación de un sonido de bajo volumen, para ocultar o disimular sonidos no deseados en un entorno.

(Awada *et al.*, 2022). El objetivo principal es reducir la percepción o las molestias causadas por ruidos no deseados, proporcionando una capa sonora más uniforme y menos intrusiva.

² El ruido blanco es un tipo de sonido caracterizado por tener una distribución de frecuencias uniforme, lo que significa que todas las frecuencias dentro de un rango de escucha se emiten con la misma intensidad. Estudios, como el de Awada *et al.* (2022), muestran que un nivel de ruido blanco de 45 dB daba lugar a un mejor rendimiento cognitivo en términos de atención sostenida, precisión y velocidad de ejecución, así como a una mayor creatividad y menores niveles de estrés. En la práctica, el ruido blanco se utiliza a menudo en contextos como el enmascaramiento del sonido, la terapia del sonido o para crear un muro de sonido, que ayuda a enmascarar otros sonidos no deseados, promoviendo un entorno más tranquilo y apacible.

El bienestar térmico puede variar en función de factores personales como la ropa, el nivel de actividad y el metabolismo, así como de factores neurológicos. Una solución a esta variedad es proporcionar controles de temperatura individuales, como una ventana operable o un difusor de aire, para que los pacientes y el personal puedan ajustar su entorno térmico en función de sus necesidades individuales (Kapp, 2007; Frankenhauser, 1986).

Según los cálculos, los controles individuales de temperatura pueden asociarse a aumentos de productividad de hasta el 7%, dependiendo de la naturaleza del tratamiento del paciente o de la tarea realizada por el profesional de la salud (Heerwagen *et al.*, 2011; Sundell *et al.*, 2011). Otros elementos de un diseño térmico eficaz para el ambiente de trabajo son:

- . Control de la captación solar en los espacios perimetrales, para evitar el sobrecalentamiento de las personas cercanas a las ventanas;
- . Mejora del rendimiento del revestimiento exterior del edificio, para garantizar un acondicionamiento uniforme en todo el espacio;
- . Diseño de espacios térmicamente variados, como un atrio con ventilación natural o un patio exterior, para que las personas puedan elegir un lugar que se adapte a sus preferencias térmicas.



Figura 9. El CHOC – Children's Hospital of Orange County proporciona zonas de refugio en los pasillos. Estos entornos pueden proporcionar confort acústico para mejorar los estímulos estresantes del entorno hospitalario. Fuente: healthcaresnapshots.com (2020).

Alumbrado

En términos más generales, diversos estudios, como el de Boubekri *et al.* (2014, p.14), demuestran que “[...] las personas que trabajan en un entorno soleado duermen mejor y se ríen más que las que pasan el día en oficinas mal iluminadas”, lo que contribuye a mejorar la calidad del sueño y a reducir los problemas físicos y mentales. Kellert y Calabrese (2015) destacan que la percepción de los cambios en la iluminación natural a lo largo del día puede lograrse mediante el contraste entre la luz y la sombra (Figura 10), lo que influye en las emociones de los usuarios en el entorno construido. La luz solar, asociada a elementos como grandes ventanales, claraboyas, zonas al aire libre, vistas al exterior, ventanas que se abren (Kellert, 2012), balcones, cubiertas, terrazas, jardines (Huiberts, 2015), paredes de cristal y claraboyas (Paiva, 2021), desempeña un papel crucial en este contexto.



Figura 10. Espacio exterior para el personal de salud del Hospital Infantil Shawn Jenkins. Fuente: perkinswill.com (2022).

La iluminación ofrece una oportunidad adicional para que el diseño adaptable marque la diferencia. Las luminarias fluorescentes, con sus parpadeos y zumbidos, pueden distraer y ser perceptibles únicamente para los neurodivergentes. La sustitución por iluminación LED de calidad es prometedora (Kapp, 2020; Joye, 2007). Investigaciones realizadas en la Universidad de Toronto han sugerido que los niveles de luminosidad intensos pueden intensificar las valencias emocionales, influyendo en ellas positiva o negativamente, mientras que la reducción del brillo de las luces puede dar lugar a decisiones más racionales (Kapp, 2020). Los estudios

también indican que ajustar el color y la intensidad de la iluminación eléctrica a lo largo del día para imitar los cambios diurnos de la naturaleza puede reducir el estrés.

Estos beneficios pueden afectar positivamente tanto a los pacientes neurodivergentes como a los neurotípicos durante la hospitalización (Largo-WIGHT *et al.*, 2011). Las normas de iluminación, como la *tunable White* (blanco ajustable) que simula la intensidad y la temperatura de color de la iluminación natural en interiores (figura 11), ofrecen directrices sobre la luz natural en los lugares de trabajo. En cuanto a la iluminación hospitalaria, los estudios indican que un diseño inadecuado puede aumentar la percepción del dolor durante la hospitalización de los pacientes (Peccin, 2002).



Figura 11. Utilización del sistema *tunable white* en las habitaciones de los pacientes y en los pasillos de los hospitales. Fuente: Adaptado de lumicenteriluminacao.com.br (2020).

En última instancia, la capacidad del personal hospitalario para adaptar la iluminación en función de las preferencias de los pacientes puede redundar en una mayor eficiencia en el tratamiento farmacológico, así como mitigar el estrés y el agotamiento mental de los pacientes y sus familiares, según Maslin (2022) (Figura 12). Para el personal sanitario, unos sistemas de iluminación más eficientes pueden contribuir a aumentar la productividad y el bienestar en el lugar de trabajo (Edelstein, 2005).



Figura 12. Utilización de mecanismos tecnológicos que ajustan las variables de temperatura, acústica e iluminación de la habitación del paciente, en el Hospital Infantil Shawn Jenkins. Fuente: perkinswill.com (2022).

Grado de estimulación y sistemas operativos

Al considerar la adaptación de los entornos hospitalarios para satisfacer las necesidades de las personas neurodivergentes, es esencial tener en cuenta la hiposensibilidad o hipersensibilidad a experiencias sensoriales específicas, una característica distintiva de estos individuos. Como destacan Neumann *et al.* (2021), Aiochio y Queiroz (2020) y Mostafa (2010), diversas reacciones relacionadas con el procesamiento sensorial, categorizadas como hiposensibles o hipersensibles, son comunes en los neurodivergentes, como en el caso del Trastorno del Espectro Autista (TEA), que se muestra en la Tabla 1.

En situaciones en que los pacientes neurodivergentes tienen condiciones neurológicas específicas en relación con el procesamiento sensorial, la existencia de estímulos visuales, auditivos y olfativos puede comprometer la eficacia del tratamiento hospitalario, provocando irritabilidad cuando hay hipersensibilidad sensorial. Por otro lado, la falta de estímulos ambientales puede ser problemática para las personas con hiposensibilidad, resultando en la incapacidad de concentrarse armoniosamente en el ambiente debido a la falta de estímulos (Maslin, 2022). Por lo tanto, crear opciones que permitan a los pacientes controlar o elegir el nivel de estimulación sensorial de su entorno es crucial para el diseño responsivo.

Ofrecer a los pacientes oportunidades de opción es una estrategia válida para mejorar la experiencia en el entorno hospitalario (Maslin, 2022). Entre

3 Según Kellert e Calabrese (2015), los fractales son formas geométricas complejas y repetitivas que se dan en la naturaleza y se incorporan a los entornos construidos para crear una conexión visual y estética con la naturaleza. Son modelos matemáticos que se repiten a diferentes escalas. En el marco del diseño biofílico, la inclusión de fractales puede verse en elementos arquitectónicos, diseño de interiores y paisajismo, imitando patrones que se encuentran en la naturaleza, como hojas, flores, nubes, montañas, entre otros. La idea es crear entornos que evoquen la complejidad y la belleza natural.

4 El diseño biofílico, basado en Kellert y Calabrese (2015), se caracteriza por ser un enfoque en el campo de la arquitectura y el diseño que busca integrar elementos naturales y patrones que se encuentran en la naturaleza en los espacios construidos. Este enfoque pretende crear entornos que fomenten las conexiones emocionales y físicas entre las personas y la naturaleza, con el objetivo de mejorar el bienestar, la productividad y la calidad de vida. El término biofílico deriva de biofilia, que se refiere a la afinidad innata que los seres humanos tienen con la naturaleza.

las estrategias eficaces se incluyen minimizar el desorden visual, crear zonas tranquilas y libres de tecnología e incorporar áreas de descanso y alivio en las zonas de circulación, como demuestra Horn (2016).

La selección minuciosa de los colores desempeña un papel importante. Los tonos azules y verdes tienden a calmar y tranquilizar, mientras que colores como el amarillo, el naranja y el rojo tienden a estimular y dar energía. Los colores disonantes o contradictorios, que a menudo pasan desapercibidos para las personas neurotípicas, pueden perturbar profundamente a quienes tienen una sensibilidad exacerbada (Bury *et al.*, 2020).

Además de los colores, los dibujos y las texturas también contribuyen a la estimulación sensorial. El uso de modelos previsibles, simetría o fractales³ puede ayudar a los neurodivergentes a comprender, gestionar y evaluar sus condiciones cognitivas, mientras que la elección de patrones orgánicos y texturas naturales puede resultar más comprensible y tranquilizadora para este segmento de la población (Armstrong, 2011; Mandelbrot, 1975).

Según Ben-Alon *et al.* (2019), los materiales naturales suelen proporcionar más comprensión, tranquilidad y elevación del ánimo que los materiales sintéticos a las personas neurodivergentes. En general, los principios del diseño biofílico⁴, integradas con la neuroarquitectura, demuestran amplias repercusiones beneficiosas en la calidad de la salud de los profesionales sanitarios y en la recuperación de los pacientes, tanto neurotípicos como neurodivergentes (Figura 13).



Figura 13. Diseño biofílico representado por aspectos que recuerdan al fondo marino aplicado a la sala de resonancia magnética de un entorno hospitalario pediátrico, en el Hospital Infantil Shawn Jenkins. Fuente: perkinswill.com (2022).

El debate sobre la arquitectura sensible en los entornos hospitalarios, con especial atención a la neurodiversidad, refleja la creciente concienciación sobre la importancia de satisfacer las necesidades de las personas neurodivergentes. La experiencia de los pacientes neurodivergentes se ve muy afectada por los estímulos sensoriales, ya que algunos son hipersensibles y otros hiposensibles. Este público, especialmente los niños, suele pasar más tiempo en centros sanitarios debido a problemas de salud concomitantes como trastornos gastrointestinales, epilepsia y trastornos del sueño. Además, problemas de salud mental como la ansiedad y la depresión también son frecuentes en este grupo, y la pandemia exacerba aún más estas preocupaciones.

Al diseñar el entorno hospitalario para que sea adaptable a todos, es crucial ofrecer una variedad de opciones que permitan a los usuarios encontrar un espacio que atienda a sus necesidades específicas para la tarea deseada (O'Haire, 2017). Todos los aspectos del espacio - color, iluminación, materialidad, elementos del campo visual y estímulos sensoriales - deben diseñarse con un propósito y una intención, como ya se ha dicho.

Para atender eficazmente las necesidades del público neurodivergente, es esencial el diseño adaptable, que toma como punto de partida la prioridad de la claridad, la repetición, la previsibilidad y el control del entorno por parte de los pacientes. Esto implica crear espacios con poca estimulación sensorial, ofrecer iluminación regulable y eliminar los dispositivos ruidosos y los equipos automáticos. Estrategias arquitectónicas que proporcionen control sobre el entorno, como el uso de colores coherentes y una navegación intuitiva, son clave para crear una atmósfera tranquila y controlada para los pacientes.

Además del diseño físico, las estrategias operativas y tecnológicas, como las aplicaciones móviles y las terapias alternativas, desempeñan un papel importante en la mejora de la experiencia del paciente neurodivergente. Minimizar las interacciones interpersonales e incorporar tecnología de la información sanitaria puede reducir la ansiedad y ofrecer una base para la comunicación escrita, haciendo que la experiencia sea más cómoda.

Un caso interesante de aplicación de la tecnología en el entorno hospitalario se puso en práctica en el *Thompson Autism and Neurodevelopmental Center* - CHOC (Figura 14). Ubicado en el lobby de la nueva Bill Holmes Tower, que alberga el espectáculo interactivo *Turtle Talk with Crush*, donado por la *Walt Disney Imagineering*. La tecnología permite a los pacientes hospitalizados interactuar con los personajes de la película *Buscando a Nemo*, a través de la realidad virtual. (Choc, 2020).

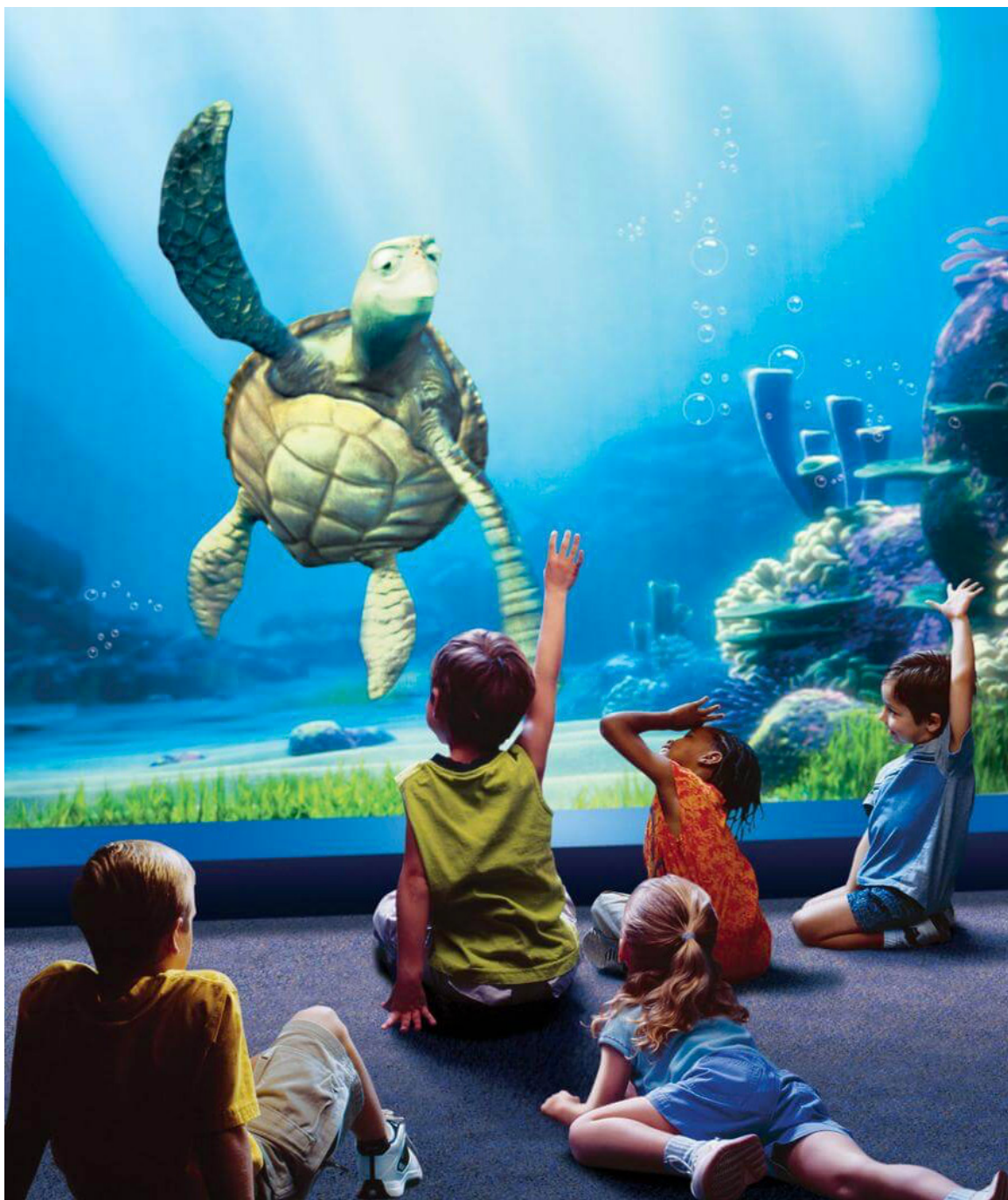


Figura 14. La cooperación infantil del CHOC con la Disneyland Resort ha sido mágica desde el principio, contribuyendo a la recuperación de los pacientes de la unidad pediátrica del hospital. Fuente: choc.org (2021).

Conclusiones y recomendaciones

La arquitectura sensible a la neurodiversidad desempeña un papel clave en la promoción del bienestar y la creación de entornos integradores. Siguiendo estas directrices, los profesionales de la arquitectura pueden contribuir significativamente a mejorar la experiencia de los pacientes neurodivergentes en los entornos hospitalarios. Comprender las necesidades sensoriales y cognitivas específicas de estas personas es crucial para crear espacios que no sólo cumplan los requisitos clínicos, sino que también promuevan una sensación de seguridad, comodidad y autonomía. Si se invierte en la aplicación de estas prácticas, los entornos sanitarios pueden ser más accesibles, acogedores y eficaces para toda la diversidad de usuarios.

. **Wayfinding y la organización espacial:** dar prioridad a un diseño intuitivo, con elementos de *wayfinding* claros que faciliten la orientación espacial; utilizar puntos de referencia visuales y focales para ayudar a identificar ubicaciones y direcciones; evitar repeticiones confusas de espacios o elementos idénticos, fomentando un orden legible.

. **Oportunidades espaciales para elegir:** ofrecer una variedad de configuraciones que permita a los usuarios elegir entornos adaptados a sus necesidades; crear espacios compartidos para la socialización y espacios más pequeños para el refugio individual; minimizar los estímulos sensoriales excesivos y ofrecer opciones de control sobre el entorno.

. **Calidad acústica:** integrar soluciones acústicas eficaces para crear diversas adaptaciones auditivas; evitar el excesivo ruido, sobre todo en áreas sensibles, y considerar las tecnologías de enmascaramiento del sonido; garantizar una señalización clara y coherente para facilitar la orientación en entornos complejos.

. **Bienestar térmico:** ofrecer mandos individuales de temperatura para adaptarse a las preferencias térmicas de cada uno; controlar las ganancias solares y mejorar el rendimiento del revestimiento exterior para mantener un entorno térmicamente confortable; diseñar espacios térmicamente variados para que los usuarios puedan elegir ubicaciones acordes con sus preferencias térmicas.

. **Alumbrado y grado de estimulación:** utilizar la iluminación natural siempre que sea posible, con grandes ventanales y espacios al aire libre; adoptar sistemas de iluminación regulables para permitir cambios en la intensidad y temperatura de la luz a lo largo del día; considerar el uso de tecnología LED de calidad para minimizar el parpadeo y proporcionar confort visual.

. Sistemas operativos: integrar estrategias operativas, como aplicaciones móviles, para minimizar las interacciones interpersonales y dar el control a los pacientes; sondear terapias y tecnologías alternativas, como la realidad virtual, para mejorar la experiencia del paciente neurodivergente; implantar sistemas que permitan opciones individuales, creando un entorno más personalizado.

Por lo tanto, en un contexto en el que se da prioridad a la salud y el bienestar de todos los usuarios, la arquitectura de entornos hospitalarios sensibles a la neurodiversidad emerge como crucial para un enfoque holístico y compasivo. La neurociencia aplicada a la arquitectura hospitalaria puede proporcionar una base sólida para orientar estos esfuerzos hacia la creación de entornos verdaderamente inclusivos y beneficiosos. Aunque no existe una solución única, la aplicación continuada de estas estrategias arquitectónicas puede proporcionar espacios flexibles, seguros y acogedores. Se necesita investigación futura para adaptar las directrices propuestas a las diversas necesidades de los públicos neurodivergentes con el fin de promover una experiencia acogedora y cualitativa. El compromiso con una arquitectura receptiva en el entorno sanitario es esencial para promover el bienestar y el tratamiento eficaz de la población neurodivergente y en constante evolución.

Bibliografia

AIS, The American Institute of Stress. **Workplace Stress: Are you experiencing workplace stress?** AIS, 2013. Disponível em: <https://www.stress.org/workplace-stress>. Acesso em: 15 mar. 2023.

ALBUQUERQUE, D. DA S., SILVA, D. S., e KUHNEN, A. Preferências Ambientais e Possibilidades de Restauro Psicológico em Campi Universitários. **Psicologia: Ciência e Profissão**, 36(4), 893-906, 2016. Disponível em: <10.1590/1982-3703002972015>. Acesso em: 15 out. 2023.

ALOCHIO, Geovana dos Santos, QUEIROZ, Virginia Magliano. Arquitetura e autismo: orientações para espaços terapêuticos, p. 925-937. In: **Anais do VIII Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído e do IX Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral**. São Paulo: Blucher, 2020.

ARMSTRONG, Thomas. **The Power of Neurodiversity Unleashing the Advantages of Your Differently Wired Brain**. Hachette Books, 2011.

AWADA, M. *et al.* Cognitive performance, creativity and stress levels of neurotypical young adults under different white noise levels. **Sci Rep**, 2022.

BEN-ALON, L. *et al.* The Biophilic Power and Environmental Urgency of Earthen Construction. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 290, n. 1, p. 012006, 1 jun. 2019.

BOUBEKRI, M. *et al.* Impact of windows and daylight exposure on overall health and sleep quality of office workers: A case-control pilot study. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, 4(05), 461-466, 2014.

BOURNE, Angela *et al.* **Designing for Autism Spectrum Disorders**. 1. ed. [S. l.]: Routledge, 233p., 2016.

BURY, S. M., HAYWARD, S. M., DISSANAYAKE, C., e HEDLEY, D. **Supporting a neurodiverse workforce: A mental health and well-being resource and training package**. Melbourne: La Trobe University, 2020.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION – CDCP. **Autism Spectrum Disorder Data and Statistics**. Atlanta, Georgia: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, 2022.

CHOC. CHOC **Children's Partnership with the Disneyland Resort has Been Magical from the Start**. Disponível em: <<https://www.choc.org/articles/choc-childrens-partnership-with-the-disneyland-resort-has-been-magical-from-the-start/>>. Acesso em: 6 out. 2023.

DOKMANIĆ, I., PARHIZKAR, R., WALTHER, A., LU, Y. M., e VETTERLI, M. Acoustic echoes reveal room shape. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 110(30), 12186–12191, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1073/pnas.1221464110>>. Acesso em: 2 dez. 2023.

DOYLE, N. **Neurodiversity at work**: A biopsychosocial model and the impact on working adults. Br Med Bull, 2020.

EDELSTEIN, E. **Influence of Architectural Lighting on Health**. Implications, 2005.

EMAR, M., SMITH, E., COATS, T. J. **Background noise in an Emergency Department**: an observational study from staff and patient perspectives. Medrxiv, n. Disponível em: <<https://doi.org/10.1101/2022.05.20.22275148>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

FEINSTEIN, Adam. **Autism Works**: A Guide to Successful Employment Across the Entire Spectrum. Routledge, 2018.

GRESSLER, S. C. e GÜNTHER, I. A. Restorative environments: Definition, history, approaches and research. **Estudos de Psicologia**, 18(3), 487–495, 2013. Disponível em: <[10.1590/S1413-294X2013000300009](https://doi.org/10.1590/S1413-294X2013000300009)>. Acesso em: 15 dez. 2023.

HEERWAGEN, J., e BLOOM, M. **Sound Matters – How to Achieve Acoustic Comfort in the Contemporary Office**. GSA Public Buildings Service, 2011.

HONEYBOURNE, V. **The Neurodiverse Workplace**: An Employer's Guide to Managing and Working with Neurodivergent Employees, Clients and Customers. Jessica Kingsley Publishers, 2019.

HORN, V. L. **Service Animal Relief Areas**: Guidance and Best Practice [PowerPoint presentation]. 7th Annual FAA National Civil Rights Training Conference for Airports, Washington, DC, United States, 2016. Disponível em: <<https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/>>. Acesso em: 17 dez. 2023.

HUIBERTS, S. **Light, space and mood**: How natural light in architecture affects mood and health. Amsterdam: University of Amsterdam, 2015.

JOYE, Y. Architectural Lessons from Environmental Psychology: The Case of Biophilic Architecture. **Review of General Psychology**, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/1089-2680.11.4.305>>. Acesso em: 7 jan. 2024.

KAPLAN, R. **The role of nature in the context of the workplace**. Landscape and Urban Planning, 26, 1993, p.193–201, 1993.

KAPP, S. **Autistic Community and the Neurodiversity Movement**: Stories from the Frontline. Singapore: Palgrave Macmillan, 2020.

KELLERT, S. R. The biological basis for human values of nature. In: VALDÉS-PÉREZ, G. (ed.). **Ethical Land Use: Principles of Policy and Planning**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2012.

KELLERT, S. R., CALABRESE, E. F. **The practice of biophilic design**. 2015. Disponível em: <<https://www.biophilic-design.com/>>. Acesso em: 8 dez. 2024.

LARGO-WIGHT, E., CHEN, W. W., DODD, V., e WEILER, R. Healthy Workplaces: The Effects of Nature Contact at Work on Employee Stress and Health. **Public Health Reports**, 2011.

MACHADO, A. C. C. DE P. *et al.* Processamento Sensorial no Período da Infância em Crianças Nascidas Pré-Termo: Revisão Sistemática. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 35, n. 1, p. 92-101, 2017.

MANDELBROT, B. B. **The Fractal Geometry of Nature**. W. H. Freeman and Company, Nova Iorque, 1975.

MASLIN, Steve. **Designing Mind-Friendly Environments Design and Architecture for Everyone**. Jessica Kingsley Publishers, 2022.

MOSTAFA, Magda. Housing Adaptation for Adults with Autistic Spectrum Disorder. **Open House International**. 35. 37-48, 2010. Disponível em: <10.1108/OHI-01-2010-B0004>. Acesso em: 16 dez. 2023.

NEUMANN, Helena Rodi; MIYASHIRO, Larissa Akemi Silva; PEREIRA, Larissa Victorino. Arquitetura Sensível ao Autista: quais diretrizes de projeto adotar? **Estudos em Design**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 60-77, 29, 2021.

O'HAIRE, M. Research on animal-assisted intervention and autism spectrum disorder, 2012-2015. **Applied developmental science**, 21(3), 200-216, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10888691.2016.1243988>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

O'MALLEY, M., INNES, A. e WIENER, J. M. (Dis)Orientation and Design Preferences Within an Unfamiliar Care Environment: A Content Analysis of Older Adults' Qualitative Reports After Route Learning. **Environment and Behavior** 54, no. 1, pp. 116-42, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0013916520953148>>. Acesso em: 15 jan. 2024.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE – OPAS. Saúde mental dos adolescentes – OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde, 2022.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE – OPAS. The Covid-19 *Health Care Workers Study* (Heroes) Informe Regional De Las Américas, 2022.

OZEL, M.; OZEL, C. Effect of window-to-wallarea ratio on thermal performance of building wall materials in Elazığ, Turkey. **PloS one**, vol.15, n. 9, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237797>>. Acesso em: 15 dez. 2023.

PAIVA, A. The role of the physical environment on memorization of experiences: perspectives and possibilities. **Conference of ANFA SYMPOSIUM**, 2021.

PECCIN, A. **Iluminação Hospitalar**. Estudo de caso: espaços de internação e recuperação. Faculdade de Arquitetura, Tese de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2002.

POLANCZYK, G. Pandemia é responsável por cerca de 36% dos casos de depressão em crianças e adolescentes. **Jornal da USP – Atualidades**, 2021.

ROSQVIST, H. B. B.; CHOWN, N.; STENNING, A. **Neurodiversity Studies**, A New Critical Paradigm. Routledge, 2020.

SUNDELL, H. L. *et al.* Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. **Indoor Air**, 2011, vol.21, pp.191-204.

TADEU, A. J. B; MATEUS, D. M. R. Sound transmission through single, double and triple glazing. Experimental evaluation. **Applied Acoustics**, 2021, vol.62, n.3, pp.307– 325, 2011.

Autor

Ciro Férrer Herbster Albuquerque Arquitecto y urbanista. Asesor e investigador académico centrado en Envejecimiento Humano, Salud Cognitiva, Derecho a la Ciudad, Urbanismo y Enfermedades Neurodegenerativas. Estudiante de Maestría en el Programa de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Línea de Investigación en Urbanismo y Derecho a la Ciudad, PPGAU+D, en la Universidad Federal de Ceará (UFC). Postgraduado en Gerontología; Neurociencia y Comportamiento Humano; Neurociencia y Aprendizaje; Neurociencia aplicada a la Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Miembro de la Academia de Neurociencia para la Arquitectura (ANFA), de la Sociedad Brasileña de Geriatria y Gerontología (SBGG), de la Asociación Brasileña de Ergonomía (ABERGO) y de la Red Internacional de Acciones Sostenibles (RIAS).

Contactos: ciro.ferrer@hotmail.com ou ciro.ferrer@alu.ufc.br | +55 (85) 99917.6340.

Salud 4.0 y Lean Healthcare en los hospitales de Santa Catarina: mapeando la adopción y explorando la integración

Autores

João Paulo Lucchetta Pompermaier Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Julia Madrid Kaefer Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Lizandra Garcia Lupi Vergara Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

DOI: 10.62558/2358-3630/22.02.03

Resumen

La salud se ha transformado a un ritmo acelerado, acompañando las significativas transformaciones globales derivadas, principalmente, de los avances tecnológicos y del conocimiento médico y científico. Ante la creciente demanda de calidad y optimización de los recursos hospitalarios, este estudio tiene como objetivo investigar la integración de las tecnologías de Salud 4.0 y las prácticas de Lean Healthcare en los hospitales del estado de Santa Catarina, mediante la realización de entrevistas semiestructuradas con gestores de instituciones públicas y privadas. Entre las tecnologías incorporadas destacan el historial clínico electrónico, la telemedicina, la inteligencia artificial, la robótica y los exámenes de imagen avanzados, que traen beneficios como agilidad, seguridad y optimización de procesos, pero también desafíos, como el costo y la resistencia al cambio. Los resultados indican que las prácticas de Lean Healthcare están poco difundidas y que muchas instituciones desconocen su aplicación. Los desafíos en la implementación de nuevas tecnologías y prácticas son similares en las instituciones estudiadas, evidenciando barreras comunes en el sector hospitalario.

Palabras clave

salud 4.0; lean healthcare; gestión hospitalaria.

Introducción

La salud se ha transformado a un ritmo acelerado, debido principalmente a los avances tecnológicos y al conocimiento médico y científico, a los cambios en las dinámicas epidemiológicas, al creciente número de pacientes crónicos, al crecimiento poblacional y al aumento de la expectativa de vida (Mendonca; Rodrigues, 2023). Estas transformaciones están demandando cambios en toda la estructura organizacional de las instituciones hospitalarias, exigiendo la actuación activa de los gestores en la toma de decisiones alineadas con los objetivos y la planificación estratégica organizacional para los próximos años.

La creciente demanda de servicios de salud de calidad y la necesidad de optimizar los recursos hospitalarios han impulsado la búsqueda de soluciones innovadoras. Las instituciones han experimentado aumentos significativos en los gastos y un crecimiento exponencial en la demanda de pacientes, lo que conlleva “costos más elevados, haciendo que la atención sea costosa y, en contrapartida, la inversión en la optimización de la agilidad en el área no crece en la misma proporción” (Chaves; Daú; Scavarda, 2024, p. 2). En este contexto, dos conceptos emergen con fuerza como motores de transformación: Salud 4.0 y Lean Healthcare.

El término Salud 4.0 surge de la Cuarta Revolución Industrial y se caracteriza como una estructura para conectar, automatizar y autonomizar los servicios de salud, aumentando la eficiencia, la eficacia, la accesibilidad, la mejora y la personalización de los servicios ofrecidos a la población (Al-Jaroodi *et al.*, 2022). Salud 4.0 “sirve como un catalizador tecnológico para el crecimiento acelerado al integrar tecnologías industriales de punta” (Gupta; Singh, 2023, p. 933), mediante la interconexión mejorada entre aspectos físicos y digitales y soluciones provistas por tecnologías innovadoras de información y comunicación (Mukhopadhyay; Banerjee; Das Mukhopadhyay, 2024). El desarrollo tecnológico traído por este concepto viene rodeado de altas expectativas para resolver, o al menos minimizar, algunas de las cuestiones mencionadas al inicio de esta introducción (Mendonca; Rodrigues, 2023).

Por su parte, las prácticas Lean Healthcare son un enfoque del lean aplicado a los servicios hospitalarios, orientado a la reducción de desperdicios y a la mejora continua de los procesos. El principio básico es “hacer cada vez más con cada vez menos recursos —ya sean esfuerzo humano, equipos, tiempo y/o espacio—” (Souza Lima, 2022, p. 5). Así, es “tanto un conjunto de herramientas como un sistema de gestión, un método de mejora continua y el compromiso de los empleados, una aproximación que nos permite resolver los problemas de verdadera importancia” (Graban, 2013, p. 3).

Desde la década de 1990, los prestadores de servicios de salud comenzaron a buscar inspiración en otros sectores para enfrentar los desafíos relacionados con la calidad y los costos de los servicios (Shortell; Bennett; Byck, 2001). En ese contexto, el Lean Healthcare surgió como una estrategia para disminuir o eliminar desperdicios y actividades que no aportan valor a los procesos de atención en salud. De este modo, la utilización del enfoque lean para aumentar la eficiencia de la atención clínica hospitalaria fue reconocida como una estrategia eficaz para reducir gastos y mejorar los resultados (Montesarchio *et al.*, 2012; Tlapa *et al.*, 2020).

La combinación de estos dos enfoques (Salud 4.0 y Lean Healthcare) puede representar avances significativos en la gestión hospitalaria, generando impactos en términos de calidad y seguridad del paciente, costos, tiempos de espera y organización de los equipos (Grabán, 2013). Salud 4.0 cumple un papel esencial en la mejora de todo el sistema de salud, optimizando procesos, reduciendo errores médicos, contribuyendo a la toma de decisiones y perfeccionando el cuidado del paciente (Al-Jaroodi; Mohamed; Abukhousa, 2020), siendo un concepto sólido para llevar al país a nuevos niveles en las políticas de salud (Valentim *et al.*, 2018). Sin embargo, esta integración también está asociada a desafíos, especialmente en países en desarrollo, como Brasil, donde las restricciones presupuestarias y la infraestructura pueden dificultar su implementación. Además, las tecnologías han evolucionado más rápidamente que las culturas organizacionales, lo que ha contribuido al aumento de dificultades relacionadas con los recursos humanos, las finanzas, las instalaciones físicas y la seguridad del paciente (Thimbleby, 2013).

Frente a las cuestiones expuestas, comprender cómo Salud 4.0 y Lean Healthcare pueden contribuir a los hospitales es fundamental para proponer directrices que puedan apoyar la modernización y el perfeccionamiento de las instituciones. En este sentido, el objetivo de este estudio es investigar la integración de las tecnologías de Salud 4.0 y de las prácticas de Lean Healthcare en la eficiencia operativa y en la calidad de la atención en los hospitales del estado de Santa Catarina, Brasil.

La elección de Santa Catarina se justifica por su destacada red hospitalaria, que incluye instituciones de referencia en innovación y gestión en salud, lo que proporciona un escenario ideal para investigar los conceptos propuestos. Además, se considera la necesidad de delimitar la muestra para un análisis más profundo y contextualizado, capaz de contribuir a la comprensión de un panorama sobre los conceptos en estudio, teniendo en cuenta que el estado presenta características socioeconómicas y de infraestructura hospitalaria que permiten evaluar la incorporación de

tecnologías de Salud 4.0 y de prácticas de Lean Healthcare en un contexto regional específico, facilitando la recolección y el análisis de los datos de acuerdo con las particularidades locales.

Metodología

La investigación se caracteriza por su naturaleza aplicada, ya que implica la recolección de datos en campo, con el objetivo de encontrar soluciones prácticas para cuestiones específicas. Con un enfoque cualitativo, se clasifica como una investigación exploratoria, cuyo propósito es profundizar en la comprensión del problema en estudio, facilitando su explicación y posibilitando la construcción de hipótesis (Gil, 2002).

La metodología se estructuró en tres etapas principales:

- 1 contextualización;
- 2 entrevistas semiestructuradas;
- 3 análisis de los datos e interpretación de resultados.

Etapla 1: Contextualização

A revisão da literatura foi conduzida por meio de uma pesquisa abrangente em artigos publicados em bases acadêmicas e científicas nacionais e internacionais, além de teses, dissertações e livros. O objetivo dessa etapa foi aprofundar o conhecimento sobre os conceitos centrais do estudo: saúde 4.0 e lean healthcare. Por meio da revisão, mapearam-se as tecnologias emergentes da saúde 4.0 incorporadas ou em processo de incorporação nos hospitais, bem como se analisou o estado da arte das práticas lean aplicadas ao contexto hospitalar. Assim, foi possível identificar lacunas, benefícios e desafios da adoção dessas tecnologias e práticas, fornecendo a base para o desenvolvimento da pesquisa e a discussão dos resultados obtidos.

Etapla 2: Entrevistas semiestructuradas

Las entrevistas constituyen el principal método de recolección de datos primarios y ofrecen una flexibilidad importante para el trabajo, ya que el entrevistador puede repetir o aclarar preguntas, formularlas de manera diferente, explicitar definiciones y asegurarse de que está siendo comprendido. Ofrecen, principalmente, la oportunidad de obtener datos que no se encuentran en fuentes físicas, aunque no por ello menos relevantes para la investigación, además de permitir evaluar las actitudes del entrevistado, observando lo que dice y cómo lo dice. El enfoque semiestructurado permite además flexibilidad en las respuestas, posibilitando que los entrevistados compartan información más allá de lo previsto en el guión, enriqueciendo el análisis de los datos (Gil, 2002).

En la presente investigación, se realizaron entrevistas con 12 gestores hospitalarios que trabajan en instituciones públicas y privadas del estado de Santa Catarina. Las entrevistas se llevaron a cabo por videoconferencia, siguiendo el guión previamente definido (Cuadro 1). Estas entrevistas fueron diseñadas para explorar en profundidad la aplicación de las tecnologías de Salud 4.0 y las prácticas de Lean Healthcare en los hospitales.

Parte I: Datos sociodemográficos	
1	Formación
2	Tiempo de experiencia profesional
3	Institución (pública o privada)
4	Cargo que ocupa
5	Tiempo en el cargo
Parte II: Datos específicos	
1	¿Qué tecnologías emergentes ya han sido incorporadas en su hospital?
2	¿Cuáles son los beneficios y los desafíos asociados a esta incorporación?
3	¿Se han incorporado prácticas de Lean Healthcare en su hospital?
4	¿Cuáles son los beneficios y los desafíos asociados a esta incorporación?
5	¿Hubo integración de las tecnologías emergentes con las prácticas de Lean Healthcare?
6	Si hubo integración: ¿cómo se ha llevado a cabo esa integración en su hospital? ¿Puede dar ejemplos concretos? ¿Qué beneficios y desafíos fueron identificados?
7	Si no hubo integración: si existiera tal integración, ¿cómo podría contribuir a su hospital?

Cuadro 1. Guión de las entrevistas semiestructuradas. Fuente: Autores, 2025.

El reclutamiento de los participantes se realizó en los meses de septiembre y octubre de 2024 mediante muestreo aleatorio simple, que consiste en la selección aleatoria de participantes a partir de la población objetivo determinada en la investigación (Gil, 2002). Los hospitales fueron mapeados a partir del Registro Nacional de Establecimientos de Salud (CNES), con consultas específicas para el estado de Santa Catarina. Con el fin de alcanzar a la población objetivo, se contactó directamente a los hospitales, invitando a sus gestores a participar en la investigación de forma voluntaria, anónima y confidencial.

Según datos de diciembre de 2024, del Observatorio de Política y Gestión Hospitalaria (OPGH) de la Fundación Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), extraídos a partir del CNES, Santa Catarina cuenta con 306 hospitales, divididos en: hospital de día aislado, hospital especializado, hospital general, policlínica/ centro de especialidades/centros de parto normal y sala de emergencias/ atención urgente. Además, estos se clasifican en los siguientes sistemas jurídicos: privado con fines lucrativos, privado sin fines lucrativos, público y de enseñanza. La muestra de 12 gestores hospitalarios participantes en la investigación corresponde al 3,92 % del total de hospitales.

Etapas 3: Análisis de datos

Considerando las respuestas obtenidas en las entrevistas, se realizó el análisis de contenido según lo propuesto por Bardin (2016). Este análisis tiene como finalidad transformar los datos en bruto del conjunto de respuestas, mediante procesos de selección, agregación y enumeración, en una representación clara del contenido, destacando las principales características presentes en el texto.

El análisis de contenido se divide en tres etapas:

- (i) preanálisis;
- (ii) exploración del material;
- (iii) tratamiento de los resultados, inferencia e interpretación (Bardin, 2016).

La etapa de preanálisis se refiere a la organización, transcripción y lectura preliminar de los documentos, así como a la elaboración de indicadores que fundamenten la interpretación final. La etapa de exploración del material consiste en la codificación, descomposición o enumeración de los datos, transformando el contenido bruto en unidades de análisis a través de patrones, recurrencias y significados identificados en el material analizado. Finalmente, en la etapa de tratamiento de los resultados, inferencia e interpretación, los resultados son interpretados y procesados, y posteriormente presentados para análisis. En esta etapa se realizan inferencias, es decir, deducciones lógicas a partir de las respuestas obtenidas en las entrevistas y del marco teórico adoptado.

Resultados y discusiones

Los resultados de la investigación presentan un panorama de los hospitales de Santa Catarina respecto a la integración de las tecnologías de Salud 4.0 y las prácticas de Lean Healthcare, contando con la participación de 12 gestores hospitalarios de distintas instituciones y regiones del estado, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Distribución geográfica de los participantes. Fuente: Autores, 2025.

La distribución geográfica abarcada por la investigación enriquece los resultados y contribuye a trazar un panorama que corresponde a la realidad estatal en sus diferentes regiones.

En cuanto a los datos sociodemográficos de los participantes, se puede delinear el perfil de los encuestados: 58,3 % de instituciones públicas y 41,7 % privadas. La formación profesional fue diversa, predominando enfermeros/as con distintos tiempos de experiencia profesional. La Figura 2 presenta una infografía sociodemográfica de los participantes, mostrando los principales datos de categorización de la muestra.

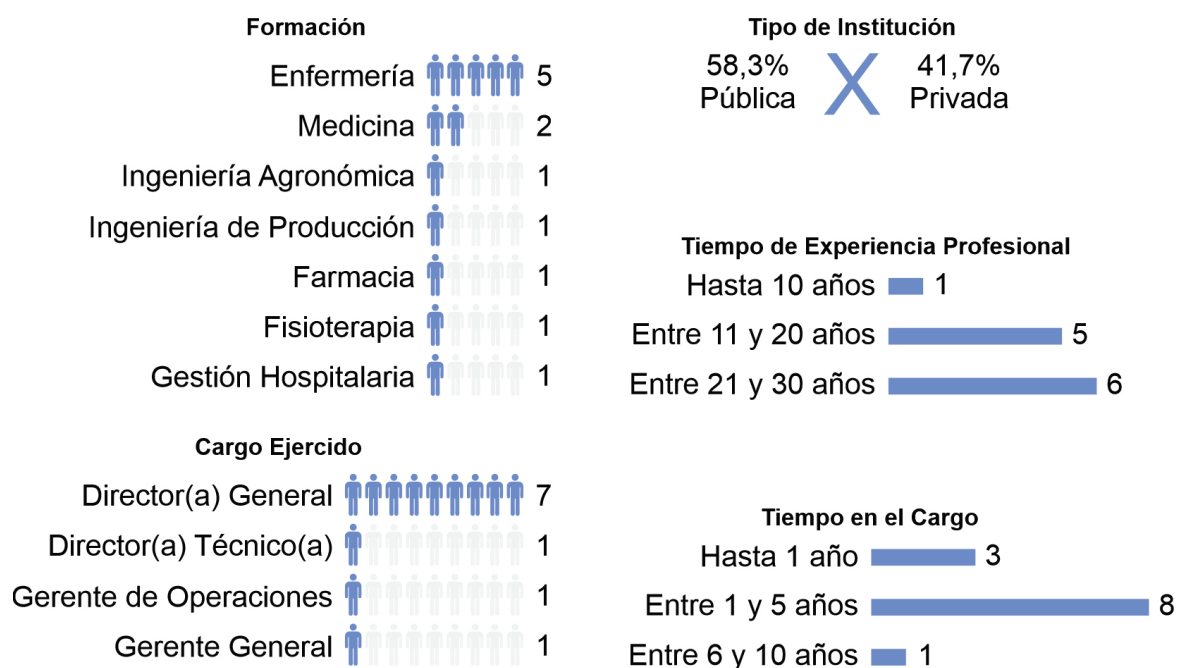


Figura 2. Infografía sociodemográfica de los participantes. Fuente: Autores, 2025.

En primer lugar, se les formuló a los participantes la siguiente pregunta:

“¿Qué tecnologías emergentes ya han sido incorporadas en su hospital?”.

A partir de las respuestas, se realizó una categorización, presentada en el Cuadro 2.

Categoría	Subcategoría	Frecuencia
Historia clínica electrónica	Totalmente implementada	9
	Parcialmente implementada	1
	En proceso de implementación	1
Telemedicina	Totalmente implementada	4
	Parcialmente implementada	1
	En proceso de implementación	1
Inteligencia artificial	Parcialmente implementada	5
Robótica	Parcialmente implementada	2
Pruebas de imagen avanzadas	Totalmente implementada	4
	Parcialmente implementada	2

Cuadro 2. Categorización de las tecnologías emergentes incorporadas. Fuente: Autores, 2025.

La mayoría de los hospitales afirmó utilizar la historia clínica electrónica, considerada actualmente como el principal instrumento tecnológico para el funcionamiento pleno de las unidades hospitalarias.

Sin embargo, uno de los entrevistados (E4) destacó la implementación parcial del sistema, utilizando documentos híbridos (manuscritos y digitales) para los registros médicos; otro (E7) señaló que el sistema se encuentra en fase de implementación, con la digitalización de los procesos hospitalarios.

La telemedicina fue impulsada durante la pandemia de COVID-19, pero su uso aún es limitado dentro del sistema de salud terciario (Lima *et al.*, 2022). Algunos gestores indicaron su utilización con énfasis en diagnósticos a distancia; sin embargo, se evidencia una prevalencia del no uso en los hospitales.

E11 explica que la telemedicina facilita la gestión remota de imágenes de exámenes, como tomografía, ultrasonido, rayos X y electrocardiograma, permitiendo que el servicio de radiología funcione de manera eficiente. De esta forma, los exámenes se realizan en el hospital y los informes médicos se elaboran a distancia. Esto beneficia tanto a los médicos, que no necesitan estar presentes, como a los pacientes, que pueden acceder a los resultados de forma remota.

E9 relata que, en su hospital, la telemedicina fue implementada en 2014, con enfoque principal en la trayectoria del paciente oncológico. Actualmente, el hospital es referencia para 52 municipios, utilizando la telemedicina para optimizar la atención y facilitar el seguimiento de estos pacientes.

Por otro lado, E8 señala que su hospital no utiliza la telemedicina, pero cree que es una herramienta importante para solucionar varios de los problemas existentes.

Con respecto a la inteligencia artificial (IA), se observó que su uso está siendo más ampliamente difundido, aplicándose en tomografía y resonancia magnética, facilitando la emisión de informes, en la farmacia clínica y en el área del Centro de Diagnóstico por Imagen (CDI), además de en procesos administrativos y de gestión.

La IA se ha convertido en una herramienta esencial en la medicina, siendo ampliamente utilizada en diversas áreas como el diagnóstico y el tratamiento, gracias a su capacidad de reproducir el pensamiento humano y almacenar grandes volúmenes de información (Leite, 2019). Esta tecnología ya se aplica en varios campos para predecir y analizar imágenes médicas, optimizando la salud de los pacientes (Arias, 2019). Además,

la IA ayuda en la identificación de enfermedades y en la realización de diagnósticos más precisos, con la ventaja de detectar patrones que los seres humanos muchas veces no consiguen (Santos, 2021). Otro beneficio es la posibilidad de actualizar datos en tiempo real, lo que mejora la gestión hospitalaria y la prevención de complicaciones, evitando así el colapso de los sistemas de salud (Tomás, 2020).

La robótica es una realidad limitada a pocos hospitales, mencionada por solo dos entrevistados (E4, E6) como parcialmente implementada. Se evidencia que su uso se restringe principalmente a procesos quirúrgicos. En cuanto a los exámenes de imagen avanzados, los entrevistados informaron sobre su implementación total o parcial, destacando principalmente el uso de tomografía, resonancia magnética, ultrasonido y rayos X.

En este escenario de comprensión sobre las tecnologías emergentes, los participantes respondieron a la pregunta:

“¿Cuáles son los beneficios y los desafíos asociados a esta incorporación?”.

El Cuadro 3 presenta la categorización elaborada, así como la decodificación de las respuestas obtenidas que evidencian la percepción de los gestores entrevistados.

Categoría	Subcategoría	Respuesta
Beneficios	Agilidad	Reducción en el tiempo de realización de exámenes
		Visualización integrada de datos de diferentes hospitales
		Agilidad en la transmisión de información
		Acceso rápido a las historias clínicas electrónicas
		Ahorro y agilidad en los procesos
	Seguridad	Integración con IA para apoyar decisiones
		Mejora en la comprensión del historial del paciente
		Mejora en el control de costos
		Reducción de riesgos humanos
		Aumento de la seguridad mediante la digitalización
	Eliminación del uso de papel	Integración de información
		Reducción de costos mediante herramientas digitales
	Calidad del servicio	La telemedicina evita el desplazamiento de los pacientes
		Mejora en la calidad del servicio
		Reducción del esfuerzo humano y mayor seguridad
		Mejora en la atención mediante herramientas digitales
	Optimización de procesos	Automatización de procesos
		Estandarización y optimización de procesos
		Mejora en el flujo de información
		Control interno en tiempo real
Desafíos	Costo	Recursos financieros limitados
		Alto costo de implementación
		Dificultad para cuantificar el retorno financiero
	Resistencia al cambio	Resistencia de los profesionales
		Complejidad para elegir lo que realmente agrega valor
		Resistencia cultural a la tecnología
	Conocimiento especializado	Necesidad de actualización de los profesionales
		Dificultad para encontrar las herramientas adecuadas
		Mano de obra calificada
	Integración entre sistemas	Necesidad de estandarización entre todos los hospitales del estado
		Expansión de los sistemas al nivel primario y secundario

Cuadro 3. Categorización de los beneficios y desafíos de la incorporación de tecnologías emergentes. Fuente: Autores, 2025.

Es posible observar que los beneficios están fuertemente relacionados con la mejora en la eficiencia de los procesos y la calidad de la atención, mientras que los desafíos generalmente implican barreras financieras, culturales y de conocimiento técnico.

Entre los principales beneficios, la agilidad de los procesos es ampliamente reconocida. E2 señala que, en su hospital, por ejemplo, la sustitución de un tomógrafo antiguo por uno más moderno redujo significativamente el tiempo de los exámenes, lo que se refleja directamente en la capacidad de atención y en la eficiencia operativa del hospital. Otro beneficio recurrente es la seguridad que aportan las nuevas tecnologías, ya sea en la protección de datos y expedientes médicos, como lo informó E7, o en la optimización del uso de antibióticos y en el control de infecciones, como ejemplificó E8. Estas herramientas no solo mejoran la calidad del servicio, sino que también generan un ahorro considerable, al evitar gastos con procedimientos innecesarios y reducir el tiempo de respuesta en los tratamientos.

Sin embargo, los desafíos son importantes, especialmente en instituciones que dependen de recursos públicos. La cuestión del costo fue señalada ampliamente por algunos gestores, como E3, E5 y E6, quienes indicaron que la falta de recursos limita la estandarización y expansión de estas tecnologías a todos los hospitales del estado. Además, el retorno financiero de muchas inversiones aún es difícil de medir, lo que representa un riesgo para hospitales con dificultades económicas.

La resistencia al cambio también aparece como un obstáculo significativo. E3 señala la dificultad de lograr que los profesionales adopten el uso de herramientas digitales, como los expedientes electrónicos, una barrera que compromete la eficiencia del proceso.

Otro punto mencionado es la falta de mano de obra calificada. Según E8, hay una escasez de profesionales con el conocimiento necesario para operar las nuevas herramientas y tecnologías, lo que limita el potencial de adopción y el pleno uso de estas innovaciones. Esto fue reforzado por E6, quien señaló la dificultad de elegir qué tecnologías realmente agregan valor y reducen costos, considerando la amplia oferta disponible en el mercado y la falta de experiencia en el análisis de costo-beneficio.

Posteriormente, se preguntó a los participantes: “¿Las prácticas de lean healthcare ya han sido incorporadas en su hospital?”. Tras el análisis de las respuestas obtenidas, se elaboró el Cuadro 4, que contiene detalladamente las prácticas incorporadas o no.

Entrevistado	Incorporação	Detalhes
E1	Parcial	Implementación de procesos internos de control y mejora continua en urgencias y otras áreas operativas.
E2	Sí	Participación en diversos programas del gobierno federal y colaboraciones con instituciones reconocidas (Hospital Israelita Albert Einstein, Hospital Sirio-Libanés y Hospital Moinhos de Vento).
E3	En proceso	La implementación del lean está ocurriendo gradualmente.
E4	No	No recuerda ejemplos claros de prácticas lean, pero menciona una política de “cero papel” e integración de sistemas.
E5	No	-
E6	Sí	Aplicación del <i>lean</i> en urgencias y en el centro quirúrgico con consultoría del Hospital Sirio-Libanés. Resultados significativos en la reducción de la sobrecarga.
E7	Sí	Participación en diversos programas de mejora continua y optimización de procesos, incluyendo acreditación y uso de Grupos Relacionados por Diagnóstico (DRG).
E8	No	-
E9	Sí	Aplicación del lean en urgencias, centro quirúrgico y oncología, mediante consultorías específicas con grandes hospitales [no mencionó nombres].
E10	En proceso	Ya participó del programa lean en urgencias y está en proceso de realizar la segunda etapa: lean en el centro quirúrgico.
E11	No	-
E12	Sí	El hospital está certificado por la Organización Nacional de Acreditación (ONA) en el nivel 1; las prácticas de optimización de procesos y gestión del tiempo, por ejemplo, forman parte de los requisitos.

Cuadro 4. Incorporação das práticas lean healthcare. Fuente: Autores, 2025.

La incorporación de las prácticas lean healthcare en hospitales presenta un panorama bastante diverso, según se observa en las respuestas de los gestores entrevistados. Mientras algunos hospitales están avanzados en la implementación de estas prácticas, otros aún están en fases iniciales o ni siquiera han comenzado el proceso.

Entre los hospitales que ya las han incorporado, se observan ejemplos exitosos, como el mencionado por E2, quien participó en varios programas nacionales en colaboración con instituciones reconocidas como el Hospital Israelita Albert Einstein, el Hospital Sirio-Libanés y el Hospital Moinhos de Vento. Esta participación trajo mejoras significativas en áreas como infectología y gestión de costos. E6 señala que una consultoría del Hospital Sirio-Libanés permitió aplicar la metodología lean en urgencias y en el

centro quirúrgico, resultando en impactos positivos como la reducción de la sobrecarga y la optimización de los procesos en el área de urgencias. E9 menciona la aplicación del lean en urgencias, en el centro quirúrgico y en oncología, reportando resultados significativos: la media de estancia hospitalaria se redujo de 6,6 días a 3,2 días, mientras que el número de cirugías mensuales en el centro quirúrgico se duplicó, pasando de 700 a 1.400. El entrevistado explica que este avance se logró mediante la eliminación de desperdicios y la adopción de la metodología lean, que ha sido aplicada con éxito en el hospital durante cuatro años consecutivos.

El proyecto “Lean en las Urgencias” tiene como objetivo principal reducir la sobrecarga y mejorar los tiempos de atención en los servicios de urgencia de hospitales públicos y filantrópicos de Brasil. Iniciado en 2017 por el Hospital Sirio-Libanés, es una iniciativa del Ministerio de Salud a través del Programa de Apoyo al Desarrollo Institucional del Sistema Único de Salud (PROADI-SUS), que busca aplicar el lean para optimizar los flujos de atención y mejorar la calidad de los servicios prestados. La metodología lean se centra en la identificación y eliminación de desperdicios, proporcionando herramientas que permiten una mejor comprensión de los procesos y aumentando la eficiencia organizacional. El equipo responsable del proyecto es interdisciplinario, combina actividades presenciales y remotas, y utiliza la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar, Controlar) para capacitar a los profesionales y garantizar la mejora continua de los servicios de salud. De esta forma, el “Lean en las Urgencias” no solo promueve la eficiencia operativa, sino que también busca maximizar el valor de los servicios ofrecidos a los pacientes (PROADI-SUS, 2023). Como continuidad del programa, la Fase II contempla la aplicación de las prácticas lean en el centro quirúrgico, con los mismos objetivos y finalidades que la primera fase.

Otros hospitales se encuentran en etapas más iniciales de implementación. Como explica E3: “las prácticas lean se están implementando gradualmente, con enfoque en mejoras continuas”. E7, por su parte, explica que “existe una participación en programas de acreditación y protocolos de optimización de procesos”, especialmente en áreas asistenciales y administrativas. El uso de herramientas como los Grupos Relacionados por Diagnóstico (DRG, por sus siglas en inglés) es un ejemplo de cómo estas prácticas pueden impactar positivamente la gestión hospitalaria.

El DRG es un sistema de clasificación utilizado en hospitales para agrupar a los pacientes hospitalizados, en función de características clínicas similares y niveles equivalentes de recursos necesarios durante la hospitalización. Desarrollado entre las décadas de 1960 y 1970 por la Universidad de Yale, en Estados Unidos, el DRG fue creado para facilitar la gestión de costos

hospitalarios, correlacionando tipos de pacientes según el tratamiento y los recursos disponibles (Mullin, 1986 *apud* Noronha *et al.*, 1991). Este sistema es fundamental para la gestión financiera de las instituciones de salud, ya que permite a los hospitales clasificar casos agudos —aquellos cuya media de estancia no supera los 30 días— en grupos homogéneos. La construcción del sistema tiene en cuenta variables como edad, diagnóstico principal, comorbilidades, complicaciones y procedimientos realizados. Así, el DRG no solo ayuda en la asignación de recursos, sino que también permite comparar el rendimiento hospitalario, siendo ampliamente utilizado en varios países, con adaptaciones y mejoras para ajustarse a las necesidades locales (Silva, 2019; Noronha, 2004).

Por otro lado, existen hospitales donde las prácticas lean aún no han sido aplicadas o están en una fase embrionaria. E4, por ejemplo, menciona que no recuerda prácticas específicas, pero destacó el esfuerzo por eliminar el uso de papel e integrar sistemas de exámenes y prescripciones médicas, una acción que, aunque no sea oficialmente lean, comparte principios de eficiencia y eliminación de desperdicios.

Esta variación en el nivel de adopción de las prácticas lean puede estar relacionada con varios factores, como la disponibilidad de consultoría especializada, la participación en programas gubernamentales y la cultura organizacional de los hospitales. Al ser consultados sobre “¿Cuáles son los beneficios y desafíos asociados con esta incorporación?”, la mayoría de los entrevistados menciona la optimización de procesos y la mejora en la calidad de los servicios prestados como principales ventajas. Estas prácticas permiten un ajuste más eficiente de los flujos de trabajo, resultando en una mejor atención al paciente y mayor seguridad en los procesos asistenciales.

Sin embargo, los desafíos también son destacados. La resistencia al cambio es un tema recurrente, ya que muchos profesionales tienen dificultades para adaptar sus prácticas habituales a nuevas metodologías. La necesidad de invertir en capacitación y formación es esencial para garantizar que todos los colaboradores estén alineados con los objetivos lean. Además, la integración de sistemas y la interconexión de información son cuestiones críticas que deben abordarse para maximizar los beneficios de la digitalización y automatización.

Los desafíos financieros también son mencionados, especialmente en instituciones públicas, donde los costos operativos y la necesidad de optimizar recursos son constantes. La falta de personal calificado, especialmente en niveles operativos, representa un obstáculo adicional.

Por último, se preguntó a los participantes sobre la existencia de integración entre las tecnologías emergentes y las prácticas lean

healthcare. Las respuestas de los profesionales entrevistados revelan una diversidad de experiencias y perspectivas, destacando tanto los beneficios como los desafíos asociados con esta integración.

La mayoría de las respuestas (7 de 12) indican que no ha habido una integración efectiva entre tecnologías emergentes y prácticas lean healthcare, principalmente debido a la falta de recursos financieros y a la resistencia cultural. Sin embargo, hay un claro reconocimiento (6 respuestas positivas) de los beneficios que esta integración podría aportar, como la mejora de la eficiencia organizacional y la seguridad del paciente. A pesar de ello, en la mayoría de los hospitales, estos beneficios aún no se han evidenciado plenamente.

Por un lado, algunos hospitales están avanzando, con la instalación y calibración de sistemas de gestión hospitalaria. Este tipo de sistema puede facilitar potencialmente la integración de procesos y mejorar la eficiencia organizacional, minimizando desperdicios y optimizando el uso de recursos. Otros mencionaron la importancia de integrar los monitores de signos vitales con los sistemas de gestión hospitalaria, destacando que esta automatización podría mejorar significativamente la calidad de la atención.

Sin embargo, la mayoría de los hospitales ha enfrentado dificultades financieras en los últimos años, especialmente después de la pandemia de COVID-19, lo que ha llevado a una escasez de inversiones en tecnologías necesarias para dicha integración (ANAHP, 2024). Muchos entrevistados destacaron la importancia de cambiar la cultura dentro de las organizaciones. La resistencia de los colaboradores a adoptar nuevos procesos y la dificultad para comprender la importancia de la colaboración intersectorial fueron puntos críticos mencionados.

Además, la falta de interconexión entre los sistemas utilizados en los hospitales resulta en errores y fallos en la comunicación, lo que perjudica la eficiencia y la seguridad del paciente. La gestión de datos y la posibilidad de crear paneles de control informativos son pasos importantes en la dirección correcta, pero muchos hospitales aún no han conseguido implementar esta integración de forma completa.

Consideraciones finales

Las transformaciones globales están impulsando cambios en las estructuras de salud, resultando en la incorporación de nuevas tecnologías y prácticas que pueden contribuir al aumento de la productividad y a la reducción de desperdicios. Así, en la presente investigación se propuso investigar la integración de las tecnologías de la salud 4.0 y de las prácticas lean healthcare en la eficiencia operativa y en la calidad de la atención en los hospitales del Estado de Santa Catarina.

Se evidenció que, mientras las tecnologías emergentes ofrecen avances prometedores para el sector hospitalario, su pleno potencial solo será alcanzado cuando se enfrenten adecuadamente los desafíos relacionados con el costo, la capacitación y la resistencia al cambio. Las instituciones de salud deben trabajar en estrategias que contemplen la capacitación continua de sus profesionales, la gestión eficaz de los recursos y la sensibilización de los equipos para que estén más abiertos a la innovación. Esto permitirá que los hospitales aprovechen al máximo las tecnologías disponibles, garantizando una atención más segura, ágil y de calidad para sus pacientes.

Las prácticas lean healthcare son una realidad en pocos hospitales. A pesar de los esfuerzos, muchas instituciones aún no conocen la metodología ni saben cómo implementarla. Cuando se lleva a cabo esta implementación, suele estar restringida a determinados sectores hospitalarios, aunque presenta mejoras significativas, tal como mencionaron los gestores entrevistados.

La integración entre las tecnologías emergentes de la salud 4.0 y las prácticas lean healthcare presenta un gran potencial para transformar la eficiencia operativa y la calidad de los servicios prestados. No obstante, enfrenta desafíos significativos, como la falta de recursos financieros y la resistencia cultural. Superar estas barreras es fundamental para que los hospitales puedan obtener los beneficios esperados y, así, contribuir a un sistema de salud más eficaz y centrado en el paciente.

El desarrollo de esta investigación proporciona soporte para los hospitales y gestores que deseen incorporar tecnologías emergentes o prácticas lean healthcare, ayudando en el desarrollo de una cultura que valore la reducción de desperdicios y la mejora en la calidad de la atención al paciente. En términos generales, la realidad de los hospitales en Santa Catarina es muy similar. A pesar de que los hospitales privados cuentan con más recursos financieros, los desafíos son los mismos, lo que evidencia barreras en la implementación de nuevas tecnologías o prácticas.

Para futuras investigaciones, se sugiere ampliar el estudio a otros estados del país, posibilitando trazar un panorama más amplio de las prácticas de salud 4.0 y lean healthcare, que extienda el alcance geográfico y represente de forma más completa la realidad nacional.

Consideraciones éticas

La investigación fue sometida al Comité de Ética en Investigación con Seres Humanos (CEPSH) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC) (CAAE 81424924.0.0000.0121), siendo aprobada bajo el dictamen n.º

7.157.381. Los participantes firmaron el Término de Consentimiento Libre e Informado (TCLE), aceptando participar de forma voluntaria, anónima y confidencial.

Agradecimientos

El presente trabajo fue realizado con el apoyo de la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior – Brasil (CAPES), a través del Programa de Excelencia Académica (PROEX), y del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), mediante la beca de Productividad en Desarrollo Tecnológico y Extensión Innovadora concedida a LGLV.

Referencias Bibliográficas

- AL-JAROODI, J. *et al.* Healthcare 4.0 Managing a Holistic Transformation. In: IEEE INTERNATIONAL SYSTEMS CONFERENCE (SYSCON), 2022, Montreal. **Anais...** Montreal: IEEE, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/SysCon53536.2022.9773863>.
- AL-JAROODI, J.; MOHAMED, N.; ABUKHOUSA, E. Health 4.0: On the Way to Realizing the Healthcare of the Future. **IEEE Access**, v. 8, p. 211189–211210, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3038858>.
- ANAHF. Associação Nacional de Hospitais Privados. **Hospitais reduzem expansão por falta de recursos financeiros**. Disponível em: <https://www.anahp.com.br/noticias/hospitais-reduzem-expansao-por-falta-de-recursos-financeiros/>. Acesso em: 22 out. 2024.
- ARIAS, V. *et al.* Una introducción a las aplicaciones de la inteligencia artificial en Medicina: Aspectos históricos. **Revista Latinoamericana de Hipertensión**, v. 14, n. 5, p. 590-600, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/1702/170262877013/170262877013.pdf>. Acesso em: 22 out. 2024.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- CHAVES, D. K.; DAÚ, G.; SCAVARDA, A. Healthcare 4.0: A inovação tecnológica na saúde. In: VI SEVEN INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY CONGRESS, 2024, Itupeva. **Anais...** Itupeva: Seven, 2024. DOI: <https://doi.org/10.56238/sevenVImulti2024-040>.
- DE LIMA, I. S. *et al.* Avanço da telemedicina no Brasil no período de pandemia da COVID-19: uma revisão sistemática da literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 3, p. 10505–10525, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n3-214>.
- FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **Observatório de Política e Gestão Hospitalar**. 2024. Disponível em: https://tabnet.fiocruz.br/dash/dash_sc01.html. Acesso em: 11 out. 2024.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GRABAN, M. **Hospitais Lean**: melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários. Tradução de Raul Rübenich. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- GUPTA, A.; SINGH, A. Healthcare 4.0: recent advancements and futuristic research directions. **Wireless Personal Communications**, v. 129, n. 2, p. 933-952, mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11277-022-10164-8>.

LEITE, C. D. C. Inteligência artificial, radiologia, medicina de precisão e medicina personalizada. **Radiologia Brasileira**, v. 52, p. VII-VIII, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2019.52.6e2>.

MENDONCA, B. S.; RODRIGUES, L. F. Exploring Research Trends in Healthcare 4.0. In: IANO, Y.; SAOTOME, O.; VASQUEZ, G. L. K.; PEZZUTO, C. C.; ARTHUR, R.; DEOLIVEIRA, G. G. (eds.). **Proceedings of the 7th Brazilian Technology Symposium (BTSYM 21): Emerging Trends in Human Smart and Sustainable Future of Cities**, v. 1, p. 106-114, 2023. Smart Innovation Systems and Technologies. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-04435-9_10.

MONTESARCHIO, V. *et al.* Lean oncology: a new model for oncologists. **Journal of Translational Medicine**, v. 10, p. 74, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1186/1479-5876-10-74>.

MUKHOPADHYAY, M.; BANERJEE, S.; DAS MUKHOPADHYAY, C. Internet of Medical Things and the Evolution of Healthcare 4.0: Exploring Recent Trends. **Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics**, v. 6, n. 2, p. 182-194, abr. 2024. DOI: <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v6i2.402>.

NORONHA, M. F. *et al.* O desenvolvimento dos "Diagnosis Related Groups" - DRGs: Metodologia de classificação de pacientes hospitalares. **Revista de Saúde Pública**, v. 25, n. 3, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101991000300007>.

NORONHA, M. F.; PORTELA, M. C.; LEBRÃO, M. L. Potenciais usos dos AP-DRG para discriminar o perfil da assistência de unidades hospitalares. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, supl. 2, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2004000800019>.

PROADI-SUS. **Lean nas Emergências**. 2023. Disponível em: <https://hospitais.proadi-sus.org.br/projeto/apoio-as-aco-es-estrategicas-do-sus-lean-nas-emergencias1>. Acesso em: 22 out. 2024.

SANTOS, D. O.; LUCAS, L. B. Considerações sobre os desafios jurídicos do uso da Inteligência Artificial na medicina. **Revista da Faculdade de Direito da UFRGS**, n. 46, p. 71-92, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22456/0104-6594.107624>.

SHORTELL, S. M.; BENNETT, C. L.; BYCK, G. R. Assessing the impact of continuous quality improvement on clinical practice: what it will take to accelerate progress. **Milbank Quarterly**, v. 76, n. 4, p. 593-624, 510, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1111/1468-0009.00107>.

SILVA, A. R. A. Fatores associados ao nível de gasto com saúde: a importância do modelo de pagamento hospitalar. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE QUALIDADE EM SERVIÇOS E SISTEMAS DE SAÚDE, 2019, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Galoá, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17648/qualihosp-2019-111981>.

SOUZA LIMA, E. **Abordagem Lean aplicada à Transformação Digital na Administração Pública**: Introdução à Abordagem Lean. Fundação Escola Nacional de Administração Pública, Diretoria de Desenvolvimento Profissional. Brasília, DF: Enap, 2022.

THIMBLEBY, H. Technology and the Future of Healthcare. **Journal of Public Health Research**, v. 2, n. 3, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4081/jphr.2013.e28>.

TLAPA, D. *et al.* Effects of *Lean Healthcare* on Patient Flow: A Systematic Review. **Value in Health**, v. 23, n. 2, p. 260-273, fev. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jval.2019.11.002>.

TOMÁS, J. F.; MAYER-PUJADAS, M. A.; QUESADA-VARELA, V. J. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina: introducción antecedentes a la IA y robótica. **Atención Primaria**, v. 52, n. 10, p. 778-784, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2020.04.013>.

VALENTIM, R. A. M. *et al.* Conectividade e Digitalização no Contexto da Saúde Global: um Olhar para o Futuro Inspirado na Saúde 4.0. In: BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento do Complexo Industrial e Inovação em Saúde. **Avanços, desafios e oportunidades no complexo industrial da saúde em serviços tecnológicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2018, p. 254-273.

Autores

João Paulo Lucchetta Pompermaier Doctorando en el Programa de Posgrado en Arquitectura y Urbanismo (PósARQ) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC). Máster en Arquitectura y Urbanismo por la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC). Posgraduado en Neuroarquitectura por la Universidad del Sur de Santa Catarina (UNISUL). Especialista en Docencia en Educación Superior y en Diseño de Interiores, ambos por la Universidad Cruzeiro do Sul (UNICSUL). Graduado en Arquitectura y Urbanismo por la Facultad Empresarial de Chapecó (FAEM/UCEFF). Miembro del grupo de investigación GMETTA – Grupo Multidisciplinario de Ergonomía del Trabajo y Tecnologías Aplicadas (UFSC/CNPq) y del Grupo de Estudios en Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria (GEA-hosp/UFBA).

Correo electrónico: joaopaulopompermaier@gmail.com

Julia Madrid Kaefer Estudiante de maestría en el Programa de Posgrado en Ingeniería de Producción (PPGEP) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC). Graduada en Ingeniería de Producción por la Universidad Federal del Pampa (UNIPAMPA). Miembro del Grupo de Investigación en Modelado para el Aprendizaje (GMAP/UNISINOS/UFSC).

Correo electrónico: juliamkaefer@gmail.com

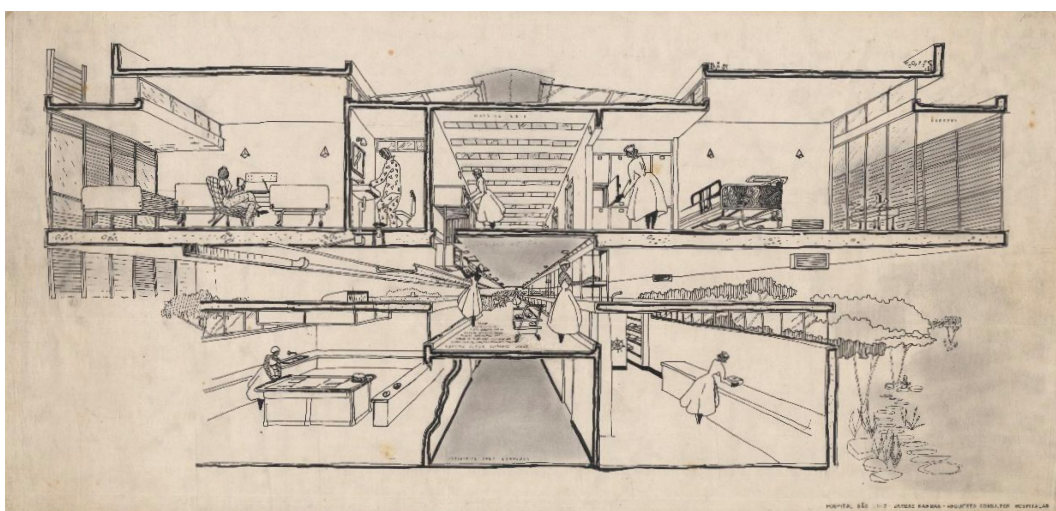
Lizandra Garcia Lupi Vergara Arquitecta, urbanista e ingeniera en seguridad laboral. Doctorado y maestría en Ergonomía por el Programa de Posgrado en Ingeniería de Producción (PPGEP) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC) y posdoctorado en la Universidad de Illinois, Urbana-Champaign, EE.UU. Profesora titular de Ingeniería de Producción en la UFSC, desempeñándose en la pregrado (DEPS) y en los programas de posgrado en Ingeniería de Producción (PPGEP) y Arquitectura y Urbanismo (PósARQ). Es supervisora del Laboratorio de Ergonomía (LABERGO) y del Laboratorio de Tecnología Asistiva y Ergonomía (LABTAE). Líder del grupo de investigación GMETTA – Grupo Multidisciplinario de Ergonomía del Trabajo y Tecnologías Aplicadas (UFSC/CNPq). Becaria del CNPq en Productividad y Desarrollo Tecnológico y Extensión Innovadora – DT 2.

Correo electrónico: l.vergara@ufsc.br

livro “Jarbas Karman, arquiteto”

Autor

Erick Rodrigo da Silva Vicente



1 Afirmação hecha en un artículo escrito para el periódico *Folha da Manhã*, en la edición del 24 de agosto de 1958, titulado *Só é bem planejado o hospital com decisivo desenvolvimento horizontal* (Solo está bien planificado el hospital con desarrollo horizontal decisivo). Se trata de una réplica al artículo publicado el 25 de mayo del mismo año, en el mismo periódico, que informaba el resultado del concurso cerrado de proyectos para la construcción de la primera torre del Hospital Israelita Albert Einstein, ganado por Rino Levi, Roberto Cerqueira Cesar y Luís R. de Carvalho Franco. El autor del artículo, identificado como I.J., realizó críticas a los proyectos concursantes sin profundizar en la complejidad de la planificación hospitalaria. Jarbas Karman, sin embargo, discrepó de las afirmaciones y obtuvo de los editores del periódico el derecho de réplica.

El libro *Jarbas Karman, arquiteto*, en fase final de revisión y con lanzamiento previsto para 2026, llenará parte de la laguna existente en la historiografía y la crítica de la arquitectura de los edificios hospitalarios, especialmente para las investigaciones que se apoyan en el análisis de proyectos. La publicación fue organizada por el IPH – Instituto de Investigaciones Hospitalarias Arquitecto Jarbas Karman, con textos míos y de la investigadora Monica Musatti Cytrynowicz, y está siendo editada por Romano Guerra Editora.

Karman escribió, en 1958, que pocos sabían “ver” un hospital¹. De hecho, no es tarea fácil identificar cuáles serían los aspectos más relevantes a observar en un proyecto hospitalario. Tal percepción está ligada a una interpretación crítica del tema, que a su vez necesita basarse en un repertorio técnico y teórico.

Buena parte de las publicaciones que abordan las transformaciones de los edificios hospitalarios no permite una analogía entre las descripciones textuales y las características espaciales, formales y materiales de los proyectos. Esto ocurre porque no presentan los planos arquitectónicos (plantas, cortes, elevaciones, implantaciones, etc.) ni dibujos que ilustran claramente las características proyectuales que fundamentan la importancia de los fenómenos. Este hecho también

dificulta la elaboración de paralelos y comparaciones entre diferentes soluciones de diseño.

La construcción de un marco teórico y la realización de una crítica en arquitectura, en el ámbito del proyecto de edificaciones y, más específicamente, de hospitales, dependen del análisis y la comparación de proyectos de diferentes autores, lugares y épocas. Consecuentemente, dependen de la interpretación minuciosa de los planos, ya que la composición del programa de necesidades, las relaciones funcionales, la organización de los flujos y la correspondencia entre los paradigmas biológicos y la compartimentación ambiental son determinantes para el resultado formal, espacial y material de los edificios.

En este sentido, se destaca el libro *Anatomía de los edificios hospitalarios*, de Lauro Miquelin, que se ha convertido en uno de los más citados en el área de la arquitectura hospitalaria en Brasil, precisamente por presentar al menos un plano (implantación, planta o corte) o una perspectiva isométrica de cada proyecto citado. Al ilustrar las soluciones arquitectónicas mediante plantas, cortes, implantaciones, planos esquemáticos o perspectivas isométricas —todos dibujados a mano y con gran riqueza de detalles—, el autor realizó una significativa contribución a la construcción de una base teórica y a la elaboración de diversas interpretaciones críticas, no sólo en relación con los cambios que han sufrido los edificios hospitalarios a lo largo del tiempo, sino también en lo que respecta a los elementos significativos del proyecto.

Para contribuir al enriquecimiento de la crítica y sumarse a las publicaciones que permiten una comprensión de la arquitectura mediante la analogía entre texto y dibujo, el libro sobre la obra de Karman se preocupó, más allá de la figura del arquitecto, en presentar su producción con énfasis en su rico acervo y en redibujos digitales de plantas y cortes de algunos de sus principales proyectos. La publicación cuenta con cuatro partes principales (además de una lista de obras): biografía; contextualización de la obra en el tiempo; ideas; y principales proyectos, entre edificios construidos y no construidos.

La primera parte aborda los orígenes y la trayectoria profesional del arquitecto. Hijo de inmigrantes húngaros, se graduó en Ingeniería Civil en 1941 por la Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo (Poli-USP). Tres años después, se graduó como arquitecto en el curso de posgrado de la misma institución. Su interés por los hospitales surgió al realizar un trabajo académico sobre el tema durante la especialización, que en la época era obligatoria para obtener el título de arquitecto. El texto aborda su paso por el SESP – Servicio Especial de Salud Pública; la maestría cursada en la Universidad de Yale, en EE. UU.; el curso de

Planificación Hospitalaria; su amistad con el arquitecto Rino Levi; su sociedad con el arquitecto Alfred Willer; y algunas de sus principales experiencias profesionales, entre ellas, su participación en el proceso de proyecto y construcción del Hospital Israelita Albert Einstein.

La segunda y tercera parte abordan su arquitectura. Primero, con el objetivo de contextualizar la obra del arquitecto en su época, se presenta un panorama de las transformaciones de los edificios hospitalarios en los siglos XIX y XX. El texto sugiere tres cambios paradigmáticos: el surgimiento del hospital pabellonario, la verticalización del edificio hospitalario y la crítica a los modelos preestablecidos. La producción de Jarbas Karman se inserta en un período de cuestionamiento respecto a la adopción casi automática de determinados modelos proyectuales y constructivos. El crecimiento de la demanda por nuevos hospitales, tras la creación de los IAPs y la estructuración del sector privado de la salud, coincidió con el aumento del interés de los arquitectos modernos por el tema. El desarrollo de cuestiones funcionales y de seguridad biológica resultó en nuevas interpretaciones de la organización funcional y en cómo la arquitectura podría contribuir a la definición de procesos operacionales más racionales. Este hecho dio lugar, especialmente en la segunda mitad del siglo XX, a proyectos más diversos, como puede observarse, por ejemplo, en las obras de Irineu Breitman, João Filgueiras Lima y, por supuesto, del propio Karman.

En la tercera parte, las estrategias proyectuales se abordan de manera más objetiva. Es importante destacar que el término “estrategia proyectual” se entiende en el texto como aquellas soluciones arquitectónicas recurrentes, empleadas en diferentes proyectos y épocas, que generalmente se relacionan con un mismo problema o cuestión. De esta forma, se desarrolla una investigación sobre cómo el arquitecto resolvía cuestiones relacionadas con el agrupamiento funcional, los accesos y circulaciones, la seguridad biológica y el confort físico y psicológico. Dicha investigación se presenta mediante la relación entre texto y dibujo, ya sea a través de plantas y cortes, o bien de diagramas arquitectónicos.

La cuarta y última parte exhibe 15 de sus principales proyectos, realizados entre 1956 y 1999. La presentación se realiza a través de memorias descriptivas, dibujos y documentos originales y, para facilitar la comprensión de la arquitectura, de plantas y cortes redibujados y estandarizados. Esto permite al lector investigar, tanto en las imágenes originales como en los redibujos, las cuestiones planteadas en el texto, además de comprender gráficamente, a escala, sus soluciones proyectuales y constructivas e incluso comparar los proyectos de Karman con los de otros autores, de diferentes lugares o épocas.

Tal como fue estructurado, el contenido del libro permite, por un lado, ampliar el repertorio técnico y calificar las prácticas profesionales, y por otro, ampliar el espectro de las estructuras teóricas y fomentar la crítica sobre la producción en el área de la arquitectura de edificios hospitalarios.

Referencias bibliográficas:

AQUINO, Paulo Mauro Mayer de; COSTA, Ana Beatriz Bueno Ferraz; VICENTE, Erick Rodrigo da Silva. **O desenho de hospitais de Jarbas Karman: exposição realizada durante o VII Congresso Brasileiro para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar**. São Paulo: IPH, 2017.

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

VICENTE, Erick Rodrigo da Silva. **As estratégias projetuais de Jarbas Karman: análises gráficas de cinco hospitais projetados na segunda metade do século 20**. Dissertação de mestrado. São Paulo, FAU USP, 2020.

ENGLISH

october 2025
IPH Magazine

VERSION

IPH Magazine

22th edition
October 2025

Editorial board

Fabio Bitencourt
Jorgeny Catarina Gonçalves
Marilena Pacios
Ricardo Karman diretoria@iph.org.br

Editor

Marcio Nascimento de Oliveira marcio@iph.org.br

IPH team

Maria Fernanda Mendes acervo@iph.org.br
Rita Moraes secretaria@iph.org.br
Terezinha Vendramini karman@karman.com.br

Graphic Design

Nathalia Duran

Translation

Spanish Martin y Claudia Cadillo
English Marina Jarouche

Cover Image

Shawn Jenkins Children's Hospital
Architecture Perkins & Will
Photographer Halkin Mason Photography

ISSN 2358-3630

DOI 10.62558/2358-3630/22.03

Mailing address

IPH - Instituto de Pesquisas Hospitalares Arquiteto Jarbas Karman
74 Vargem do Cedro Street, São Paulo - SP
Zip Code 01252-050
Phone number (+55 11) 3868-4830
e-mail revista@iph.org.br
website www.iph.org.br/revista

Summary

Editorial	173
Marcio Nascimento de Oliveira	
Article	175
Integrated Method for Quality and Performance Assessment and Certification of Healthcare Facility Buildings	
Rafael Santos Gonçalves de Assis Moraes, Gerson Oliveira Penna, Márcio Augusto Roma Buzar, Ana Luíza Alves de Oliveira and João da Costa Pantoja	
Article	201
Hospital Architecture Responsive to Neurodiversity	
Ciro Férrer Herbster Albuquerque	
Article	229
Healthcare 4.0 and Lean Healthcare in Santa Catarina hospitals: mapping adoption and exploring integration	
João Paulo Lucchetta Pompermaier, Julia Madrid Kaefer and Lizandra Garcia Lupi Vergara	
Review	248
Book review: "Jarbas Karman, architect"	
Erick Rodrigo da Silva Vicente	

Editorial

Dear readers,

It is with great satisfaction that we present the 22nd issue of IPH Magazine, reaffirming our commitment to providing high-quality, analytical and multidisciplinary knowledge concerning architecture and hospital infrastructure.

This year we have put together a selection of original works that reflect the complexity and diversity of the themes related to planning, managing and the future of health facilities.

We open this edition with the article “Integrated Method for Quality and Performance Assessment and Certification of Healthcare Facility Buildings”, which proposes an overarching model to assess and certificate healthcare buildings. The research presents objective criteria to qualify and quantify fundamental variables of conservation and performance, therefore significantly adding to the improvement of hospital infrastructure and evidence-based decisions.

The following article, “Hospital Architecture Responsive to Neurodiversity”, approaches an emerging and pressing topic: the delicate inclusion of neurodivergent patients in pediatric healthcare facilities. Starting with applied research, the author introduces practical guidelines for the development of projects that prioritize the plainness, predictability and the

control of the environment, providing more comfort and safety to patients and their families.

Focusing on an innovative and management-driven approach, the last article, "Healthcare 4.0 and Lean Healthcare in Santa Catarina Hospitals: Mapping Adoption and Exploring Integration", gives an updated panorama of how such methodologies are being applied. The research reveals the low dissemination of lean healthcare practices, as well as the common challenges faced by institutions upon the adoption of new technologies and processes. Such a contribution is crucial to thinking about the digital and cultural transformations the hospital sector is demanding.

Besides the articles, we offer you the review of a new book about Jarbas Karman, architect and founder of IPH. This work honors his trajectory, gathering drawings, unpublished photos and valuable records that help telling the story of one of the main names of Brazilian hospital architecture.

IPH Magazine continues to strengthen its position as a space where health professionals, architects, engineers, managers, scholars, and anyone interested in the improvement of healthcare facilities, come together. The diversity of themes and the multidisciplinary nature of the texts illustrate the dynamism and the relevance of this field.

We encourage all researchers, professionals and students to submit their work and contribute to the next issues of IPH Magazine. Together, we can build more humanized, efficient and innovative healthcare environments.

Enjoy your reading!

Arch. MSc. Marcio Nascimento de Oliveira, editor

Integrated Method for Quality and Performance Assessment and Certification of Healthcare Facility Buildings

Authors

Rafael Santos Gonçalves de Assis University of Brasília (UnB)

Gerson Oliveira Penna Oswaldo Cruz Foundation (Fiocruz)

Márcio Augusto Roma Buzar University of Brasília (UnB)

Ana Luíza Alves de Oliveira University of Brasília (UnB)

João da Costa Pantoja University of Brasília (UnB)

DOI: 10.62558/2358-3630/22.03.01

Abstract

This study presents a method for the assessment and certification of healthcare facility buildings, qualifying and quantifying critical variables related to maintenance and performance. The methodology involved experimental research, followed by the proposal of a standardized, multiparametric assessment model applied to two case studies: Super Centro Carioca de Vacinação (Rio de Janeiro) and Basic Health Unit 5 of Riacho Fundo II (Distrito Federal). The results demonstrate the applicability of the method in certifying buildings with varying degrees of conservation and complexity. A Quality and Performance Indicator (I_{QP}) was proposed to classify buildings into categories of excellence. It was concluded that the proposed model is flexible and adaptable, capable of being replicated across different facility types, offering support for decision-making and the implementation of public policies aimed at improving the quality of the built environment.

Keywords

Health Management; Health Facilities; Hospital Design and Construction; Public Health Surveillance; Sustainable Development.

Introduction

In Brazil, there is not enough academic literature concerning the quality of healthcare environments (MS, 2013). Without theoretical background, the usual practice is to repair a building just when it is critically damaged. This lack of a culture of maintenance affects the building directly, thus becoming a challenge that not only addresses the technical and material dimensions but also the theoretical framework of conservation (Moreira, 2011).

Nowadays, long-term preventive maintenance is one of the best strategies to preserve property assets, which includes the development of systems to carry out periodic inspection and maintenance that might replace repairs, as well as management systems aimed at the conservation and sustainability of real estate.

Maintenance, rehabilitation and improvement of buildings are strategies to boost their performance and efficiency, as they offer more advantages than building new spaces, whether for financial or environmental reasons. Therefore, such actions are beneficial not only for being sustainable – or ecological responsible –, but also for economically contributing to the management of buildings (Donegá, 2021).

Rehabilitation here is understood as operations aimed at the conservation and repair of architectural meaningful parts – considering historical, aesthetic and functional factors –, including an overall improvement to achieve the current levels of performance and demands. This concept can be applied to vast urban interventions as well as to building interventions. The improvement is a form of rehabilitation carried out to enable a higher-level performance (Paiva; Aguiar; Pinho, 2006).

Healthcare Facilities (HF) are worn out throughout their lifespan, whether due to natural aging or accidental natural or humane wrongdoings. Such changes compromise their functions, with possible risks to the safety of users (Pantoja *et al.*, 2020).

High-quality buildings and a functional environment are crucial to ensure the safety of users, besides providing comfort to and welcoming users and professionals.

Adopting a welcoming attitude towards the management of healthcare facilities favors a dependable and engaging relationship among users, staff and services, enhancing a culture of solidarity and legitimizing the public health system. Consequently, a high-quality healthcare facility and an environment that is both comfortable and welcoming also boost the alliance among healthcare system users, professionals and managers in the defense of the *Unified Health System* (SUS) as a vital public policy aimed at the Brazilian population (MS, 2010).

In Brazil, the HFs answer directly to the recommendations and norms dictated by the Ministry of Health (MH) and, additionally, to further regulatory agencies, such as the Brazilian Health Regulatory Agency (Anvisa). As to the architectonic planning of such buildings, the main norm to be considered is the Sanitary Regulation RDC-050/2002 (Anvisa, 2002) known as RDC-50, which presents the minimum spatial and functional requirement for all sorts of healthcare facilities, public or private.

This study seeks to support managers in making informed decisions regarding the importance and necessity of maintenance in healthcare facilities. It does so by providing standardized and systematic data on infrastructure conditions, as well as on the functionality and quality of healthcare environments. By facilitating the monitoring of deterioration levels and building performance, this research serves as an additional strategy to safeguard individuals' constitutional right to health.

The multiparametric model proposed in this study qualifies and quantifies key variables relevant to the evaluation of the conservation status and performance of healthcare facilities. This model was subsequently applied to the selected units to conduct case studies.

Methodology

This experimental research proposed a standardized assessment process using a multiparametric model designed to qualify and quantify the conservation status, performance, and certifications of healthcare facilities (HFs). The model was applied to two case studies, generating detailed information on the structural condition, functionality, and environmental quality of each facility.

Data was collected during site visits to the referenced units, during which documents and photographs were gathered to support the study's conclusions.

The assessment and certification process consisted of ten stages, covering the most relevant aspects of the analysis. These stages were organized in the most appropriate logical sequence for this type of evaluation, systematically structuring the various processes, as follows.

Definition of the elements of the assessment

Chosen according to the RDC 50, these elements respect parameters that encompass HF different typologies. According to the norm, the elements chosen are crucial to guarantee the proper operation of the buildings and a functional and safe environment, in accordance with the following aspects:

- *Aspect*: assessment of the aesthetic maintenance of the environment.
- *Functionality*: analysis of flows and organization of spaces.
- *Safety*: compliance with safety and accessibility norms.
- *Environmental conditions to control infections*: assessment of the environmental requirements that minimize the risk of infections.
- *Physical and functional organization*: structure and physical disposition of indoor elements.
- *Building dimensions and facilities*: adjustment of dimensions and technical systems to ensure the proper operation of services.

Assessing the conservation status (C)

The facilities are classified according to Heidecke's criterion by linking a Depreciation Coefficient (C) to the conservation status. The criterion results from the understanding that, throughout a building's lifespan, its conservation status will define future damage. There are nine conservation status proposed, (New = 0,000; Between new and regular = 0,003; Regular = 0,025; Between regular and simple repairs = 0,081; Simple repairs = 0,181; Between simple and important repairs = 0,332; Important repairs = 0,526; Between important repairs and no value = 0,752; and No value = 1,000), which will ascertain the qualitative and quantitative correlation that helps visual inspection (Oliveira; Pantoja, 2021).

Building inspection using the GUT_c Methodology

Proposed by Oliveira and Pantoja (2021), this model stands out for being easy and fast to apply in situations demanding problem solutions and risk management. Each element of the matrix (Severity (G), Urgency (U) and Tendency (T)) has its own function and it is assessed for each attribute being inspected, showing the impact and intensity of building damage, the mean time to repair and potential to aggravate. Afterwards, there is a qualitative description of the damage with its respective score, according to each element criterion.

The values to Severity, Urgency and Tendency may reach five different levels, with weight and rate (None = 1; Low = 3; Average = 6; High = 8; and Total = 10). The rate and score matrix have specific criteria for each level (Oliveira; Pantoja, 2021). GUT_c final value is calculated through the following equation (1):

$$GUT_c = \frac{(G + U + T) * (1 + C)}{60} \quad (1)$$

Where:

G = Weight adopted for severity

U = Weight adopted for urgency

T = Weight adopted for tendency

C = Heidecke conservation status

Assessing cultural importance (I_{sc})

Cultural importance is assessed as proposed by Guimarães (2021), using the seven criteria for heritage relevance developed by New South Wales Heritage Council, Australia (NSW). The variables analyze the values and their correlation with the history of the city, quantifying values concerning usage, economic appeal, history, artistic, cultural, symbolic and antique heritage.

For each value there are specific guidelines for inclusion or exclusion, which indicate how the assessment must be carried out. Therefore, *value* concerns the different qualities, features, meanings, perceptions or connections assigned to the elements to be maintained, including buildings, objects, places or landscapes.

For its qualifications, each value may receive a score of 1 to 0. The scores for each attribute are added up, resulting in the scale indicator that varies from 0 to 7. Afterwards, the value rate of each attribute is calculated, adding one weight for each, considering the relevance of each attribute to the building. The resulting value for I_{sc} defines the level of relevance (Invasive = 0; No relevance = 1; Some relevance = 2 a 3; Considerable relevance = 4 a 5; Outstanding relevance = 6 a 7).

Assessing patrimonial importance (I_p)

The weighted average of I_{sc} multiplied by the weight of the assessed attribute in relation to the highest value results in a value between 0 and 1 equivalent to the patrimonial importance, which indicates the importance according to the importance indicator. I_p is parameterized, being 0 the value related to the real estate without patrimonial relevance and 1 the value related to the real estate with maximum patrimonial representation for that social group.

The importance ranges according to I_p are: No importance = 0; Minor importance = $0,00 < I_{sc} \leq 0,25$; Moderate importance = $0,25 < I_{sc} \leq 0,50$; High importance = $0,50 < I_{sc} \leq 0,75$; Very high importance = $0,75 < I_{sc} \leq 1,00$ (Oliveira, 2023).

Assessing damages (ID)

Damages are assessed during the inspection of the building when flaws, the evaluation of intensity, extension of damages and the condition are determined.

The parameters used to classify the importance of the flaws are mild, severe or critical. The intensity ranges from 1 to 3, i.e., minor, moderate or high. The extension varies from 1 to 5, with five levels of percentage rating (<2; 2 - 10; 10 - 30; 30 - 70; e ≥ 70). The parametrized condition is classified after a matrix that correlates the flaw and its intensity to the extension of damages, resulting in six possible ranges of classification (0,17; 0,33; 0,50; 0,67; 0,83; e 1,00), with its respective description: abysmal; severe; bad; regular; good; and excellent.

To establish how much intervention on the elements is necessary, there is an assessment of the main elements (DM), whose value is determined by the ratio between the different scores rate of the element conditions and the highest score of these conditions.

Next, it is calculated the assessment of the damages of the general elements (DG), which is the ratio between the sum of each element damage score and the sum of the maximum scores of damages.

As a result, there is the value for the damage indicator (ID), which places the building among three ranges of reference ($ID < 0,40$; $0,40 < ID < 0,55$; e $ID > 0,55$), corresponding to three levels of damage: non-existent or weak; moderate; and very important. The ID is calculated through the following equation (2):

$$ID = 1 - \sqrt{\left(\frac{(1 - DM)^2 + (1 - DG)^2}{2} \right)} \quad (2)$$

Where:

DM = Damage of main elements

DG = Damage of general elements

To classify the condition and the extension of the damage, each element must also be assessed according to the need of intervention and extension of the spotted problem. This score varies from 0 to 3 (Oliveira, 2023).

Establishing the performance factor (D)

After calculating the damage indicator (ID), Oliveira (2023) proposes four equations to measure the performance factor (D), according to the features of the buildings to be evaluated and their purpose of usage, as follows: minimum (D_M), intermediate (D_I), superior (D_S), and special (D_E).

A property is considered of minimum performance when there is low investment concerning the quality of project, material and construction. It is seen as a low-endurance building, aimed at temporary occupation and doomed to go through more intense maintenance cycles, when compared to high-performance properties. The same reasoning is applied to properties of intermediary and high performances, which require higher criteria and investments at the initial phase of their life cycle (Oliveira, 2023).

On the other hand, properties of special performance propose studies concerning the cycles of maintenance and conservation, aiming at maximizing the quality of projects, materials, executive processes and preventive maintenance, avoiding damages. This group includes cultural patrimonies, bridges and overpasses of high importance, healthcare facilities, airport areas and other complex installations. The common characteristic in this group is that interrupting the service of such buildings would result in significant losses to the owners, whether private or public (Oliveira, 2023). The special performance curve is presented by the following equation (3):

$$D_E = -2,6868*(ID)^3 + 4,3466*(ID)^2 - 2,6683*(ID) + 1,0000 \quad (3)$$

Where:

ID = Damage Indicator.

Estimating a building lifespan (ESL)

The reference lifespan represents the estimate lifespan of the component or system, considering a projection of ideal usage and maintenance, i.e., it is an estimated period through which a component or system must function under ideal usage and maintenance conditions (ISO, 2008).

This value is calculated based on the Factorial Method presented by ISO 15686-8:2008 regulation, which evaluates components or systems in certain conditions of usage. It is expressed through a formula based on

seven variable factors that affect the reference lifespan of the component under analysis (Meira; Zanoni, 2020). ISO 15686-8:2008 factors are: Component quality level (Factor A); Project quality level (Factor B); Execution quality level (Factor C); Indoor environment characteristics (Factor D); Outdoor environment characteristic (Factor E); Usage conditions (Factor F); and Level of maintenance (Factor G) (ISO, 2008).

There is the attribution of numerical values (0,6; 0,8; 1,0; 1,2) to quantify the factors, according to criteria previously specified for the value of each one during the evaluation (MEIRA; 2019).

Factors A, B and C are related to the inherent characteristics of building elements. Factors D and E are related to environmental, indoor, and outdoor conditions, respectively. Factors F and G concern the conditions of operations/maintenance. The estimated lifespan is the result of the evaluation of all seven factors.

Integrated model to assess quality and performance (I_{QD})

Combining all variables into one indicator, it is possible to assess and certificate the buildings, with emphasis on their performance, while considering cultural, historical and longevity aspects, using the Quality and Performance Indicator (I_{QD}), presented in the following equation (4):

$$I_{QD} = 0,9 * D + 0,1 * \left(\frac{I_{sc}}{7} + I_p + \frac{ESL}{1,27} - GUTC - ID \right) \quad (4)$$

Where:

D = Performance indicator

Isc = Cultural relevance

I_p = Patrimonial importance

ESL = Lifespan estimative

GUTC = Assessment using the GUTC methodology

ID = Damage indicator

The formula prioritizes the performance factor, with corrections based on cultural relevance, patrimonial importance, estimated lifespan, the urgency of necessary interventions and damage indicator, resulting in one unique indicator for the certification.

Certification

The certification is a formal process that legitimates that a construction is in conformance with established standards, boosting building quality, safety and sustainability. For HF, the certification gains an even further relevant role, considering the direct impact on users and professionals well-being and safety. There are several certification models that might be applied, including specific ones concerning sustainability, like LEED (GBC, 2024) and Aqua-HQE (Vanzolini, 2024), which assess criteria such as energetic efficiency and rational use of natural resources. In the Brazilian context, PBE Edifica (PBE Edifica, 2024) is a reference in the classification of energetic efficiency, while Anvisa's RDC 50 establishes essential parameters for the architectonic and functional planning of healthcare facilities.

Besides ensuring technical compliance, the certification adds strategic value to the HF management. Models such as ISO 9001 (ABNT, 2015), aimed at quality management, enhance the standardization of processes, while systems such as WELL Certification (Well, 2024) covers health and well-being aspects of the built environment. In historical buildings, certifications concerning patrimonial conservation recognize and value cultural relevance, ensuring the preservation of meaningful architectonic elements.

Therefore, the certification process not only ensures physical and functional quality of the buildings but also strengthens their sustainability, increases their lifespan and optimizes the planning of preventive and corrective interventions, being in accordance with the principles of efficient management and respecting the technical and regulatory norms.

This work uses the certification model proposed by Oliveira (2023), considering the causes and effects between damage and performance, making use of the value of reference provided by IQD. Such value, in percentage, classifies the building in one of the performance ranges, from A to E.

Category A ($D_E > 95\%$) includes new or refurbished properties, in an excellent state of conservation and minor visible damage. Category B ($80\% < D_E < 95\%$) includes semi new properties in good state of conservation, with simple repairs that compromise neither their aesthetic nor their safety. Category C ($60\% < D_E < 80\%$) includes properties that require specialized intervention due to visible flaws in their systems. Category D ($40\% < D_E < 60\%$) includes properties that require severe intervention and present perceptible damage that affects safety. Category E ($D_E < 40\%$) includes properties with significant damage that require further analysis before possible refurbishments or their reuse.

After ranking the building based on their quality and performance indicator, it is possible to design a certification label that best represents the overall situation of the building and its components. The label follows the model proposed by PBE Edifica (2024), with adjustments, as presented after each case study analysis.

Case study # 1

The building chosen was the *Super Centro Carioca de Vacinação* (SCCV), in Rio de Janeiro – RJ, which operates in the same building where *Desinfectório de Botafogo* was launched, in 1905. Just like *Castelo Mourisco da Fiocruz*, it was conceived by Oswaldo Cruz and built by architect Luiz Moraes Júnior.

The building is also home to the *Observatório Carioca de Atenção Primária e Vigilância em Saúde*, responsible for managing the registration carried out by the Family and Health Teams and for integrating the operations of primary attention and health surveillance; and to the *Centro de Referência de Imunobiológicos Especiais* (CRIE), which provides specialized assistance to people with congenital immunodeficiency, HIV, neurological diseases, heart diseases, lung diseases, and blood diseases, as well as those who have undergone transplants and people who are intolerant to common immune biologic therapies due to allergies or for being in contact with immunosuppressive people, like health professionals and immunosuppressive relatives. Moreover, CRIE supports the investigation of suspicious cases of adverse events after vaccination.

SCCV operates in a single structure building with two floors. It presents eclectic architectonic style and is built with two basic systems: (i) granite block and whale oil plaster masonry; and (ii) solid tile brick with traditional plaster masonry. The window frames are made with solid wood and cast iron, with handicraft glass panes. The roof is made of wood weaves and clay tiles.

This historical building is in Botafogo neighborhood, and its initial purpose was to shelter a leading unit to fight diseases such as bubonic plague, tuberculosis, cholera and yellow fever. Now, after its revitalization, the building is used as an immunization center, increasing the population access to vaccination.

The building's original floor plan, shown in Illustration 1, had thick walls and spaces with a great number of openings to favor natural light and ventilation, besides optimizing people's flow. The users would access the building through one side and exit through another, to avoid contact with those waiting for their appointment.

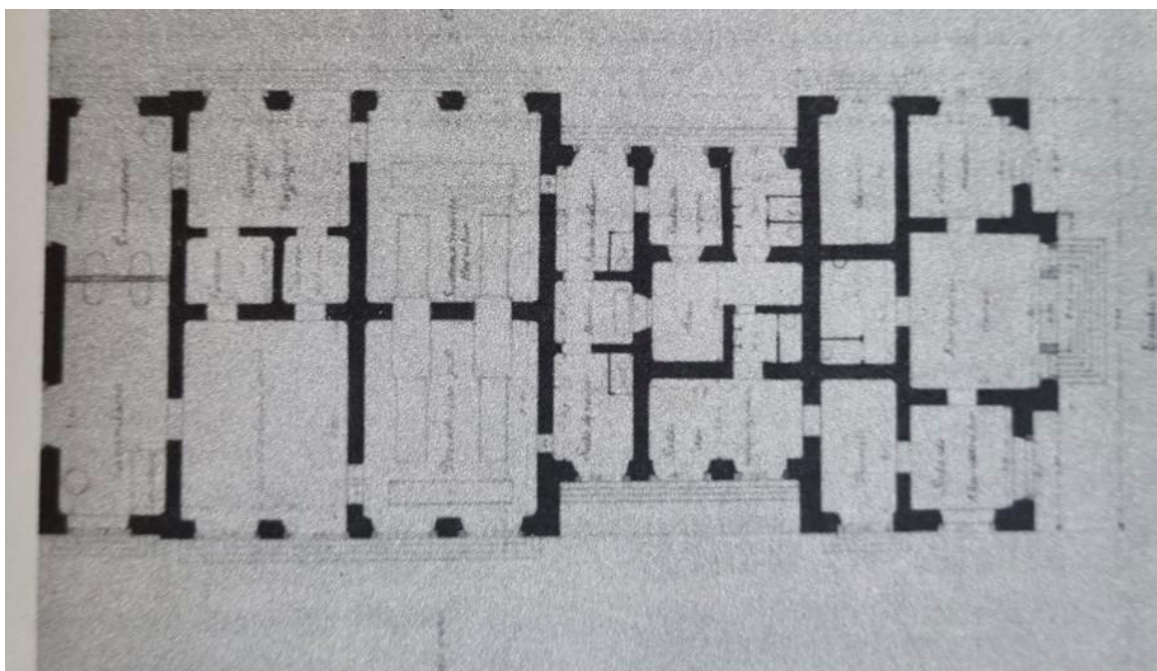


Illustration 1. *Desinfectório de Botafogo* floor plan, in 1905. Source: Rede OTICS-Rio.

With a smart communication between spaces, this building translates the mastery of architect Luiz Moraes Júnior, besides showing how, back then, the quality of healthcare buildings was already a strategy to control environmental infection.

To fulfill the needs of the new vaccination service, the building went through a complete refurbishment throughout 2022. The repairs preserved the building's original features, such as architectonic elements and building systems, which were integrated into a modern and functional structure. The operation combined tradition and contemporaneity, preserving the location's historic and cultural patrimony. Illustration 2 shows the current main façade of the building (northwest).

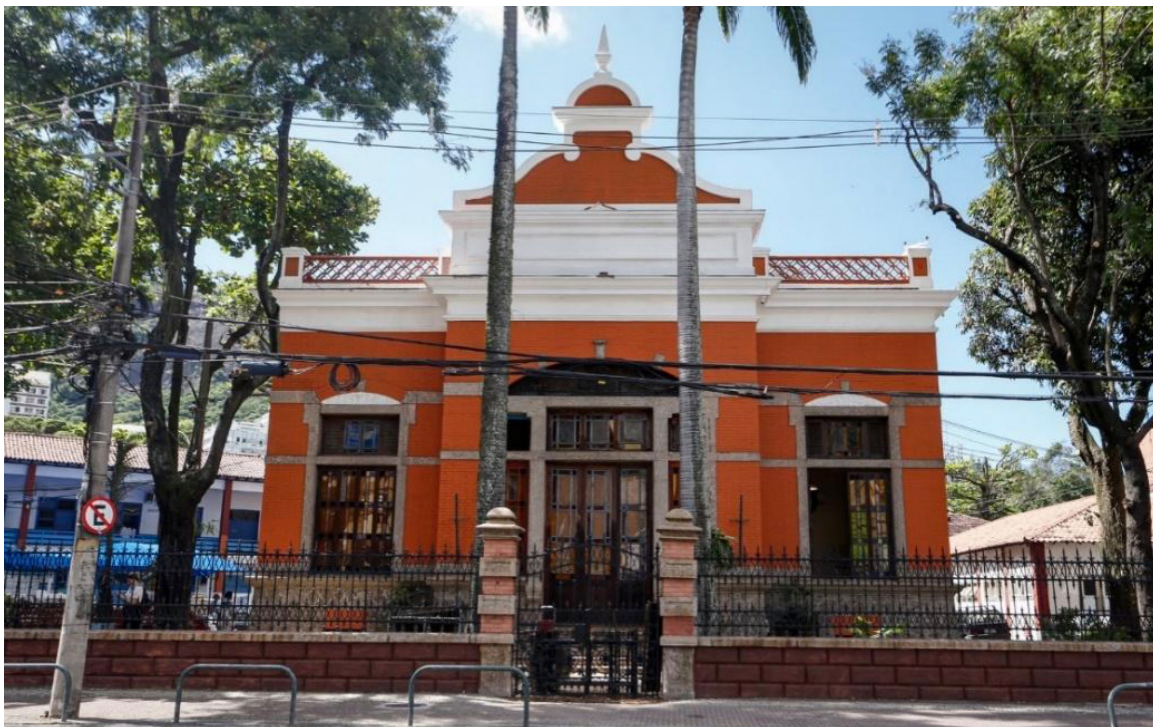


Illustration 2. Main façade of SCCV, in 2023. Source: Rio de Janeiro Municipal Health Department.

The building was reopened on January 28, 2023, as the *Super Centro Carioca de Vacinação*, 118 years after *Desinfectório de Botafogo* had gone into service. It is noteworthy that the general structure of spaces has hardly changed through decades of use, although handling the most diverse functions.

The physical and functional program of the establishment is customized and adapted to the specific needs of the location. Its responsibilities and activities are combined to offer a customized facility that ensures efficiency and suitability to the reality of the community to which it belongs.

Among the general responsibilities and activities developed at the *Super Centro Carioca de Vacinação*, according to RDC 50 classifications and observed during the technical visit, there are: ambulatory elective appointments aimed at health promotion and assistance; activities concerning health promotion and surveillance, and prevention against diseases in the community, with scheduled patient appointments and follow-ups; human resources and research development; appointments directly or indirectly related to health assistance and surveillance, concerning both teaching and research; supporting activities for administrative management and operation; and administrative support to the building.

Results from case study #1

SCCV building was ranked as between new and regular, according to Heidecke's maintenance status. Even though its 119 years of usage, the maintenance employed in the building over a century kept its functional capability.

The I_{sc} 5 resulted from the values of usage, historical, artistic, cultural, and symbolic. For each element of the building, there were the following weights: façades = 0,30; structural system = 0,35; architectonic project = 0,20; and implementation = 0,15. From the I_{sc} rate and the weight applied to each system, the building global I_p reached 0,71, suggesting that the building has high patrimonial importance, ranking in the classification range of $0,50 < I_{sc} \leq 0,75$.

After carrying out the building inspection and assessing the criteria for factors A to G, each factor received the following values: Factor A = 1,2; Factor B = 1,0; Factor C = 1,2; Factor D = 1,0; Factor E = 1,0; Factor F = 1,2; and Factor G = 1,0. The values together result in $ESL = 1,728$.

The building inspection was carried out under the Term of Technical Responsibility CRT/RJ CFT2403513830; the visits to the place took place on 2/8/2024, 5/20/2024 and 5/21/2024. The building's final GUT_c value was 0,0657, which corresponds to the arithmetic rate of the value of all elements assessed.

The value found for the damage of the main elements of the building equals 0,1111; and the value found for the damage of the general elements equals 0,1333. Therefore, the structure damage Indicator is 0,1221, or 12,21%, classifying the structure damage as inexistent or weak. Consequently, the value for the special performance of the structure is 0,7341, or 73,41%.

Employing the values found for performance, cultural relevance, patrimonial importance, estimated lifespan, GUT_c evaluation and damage indicator, it is possible to calculate SCCV's quality and performance indicator as 0,8325, or 83,25%.

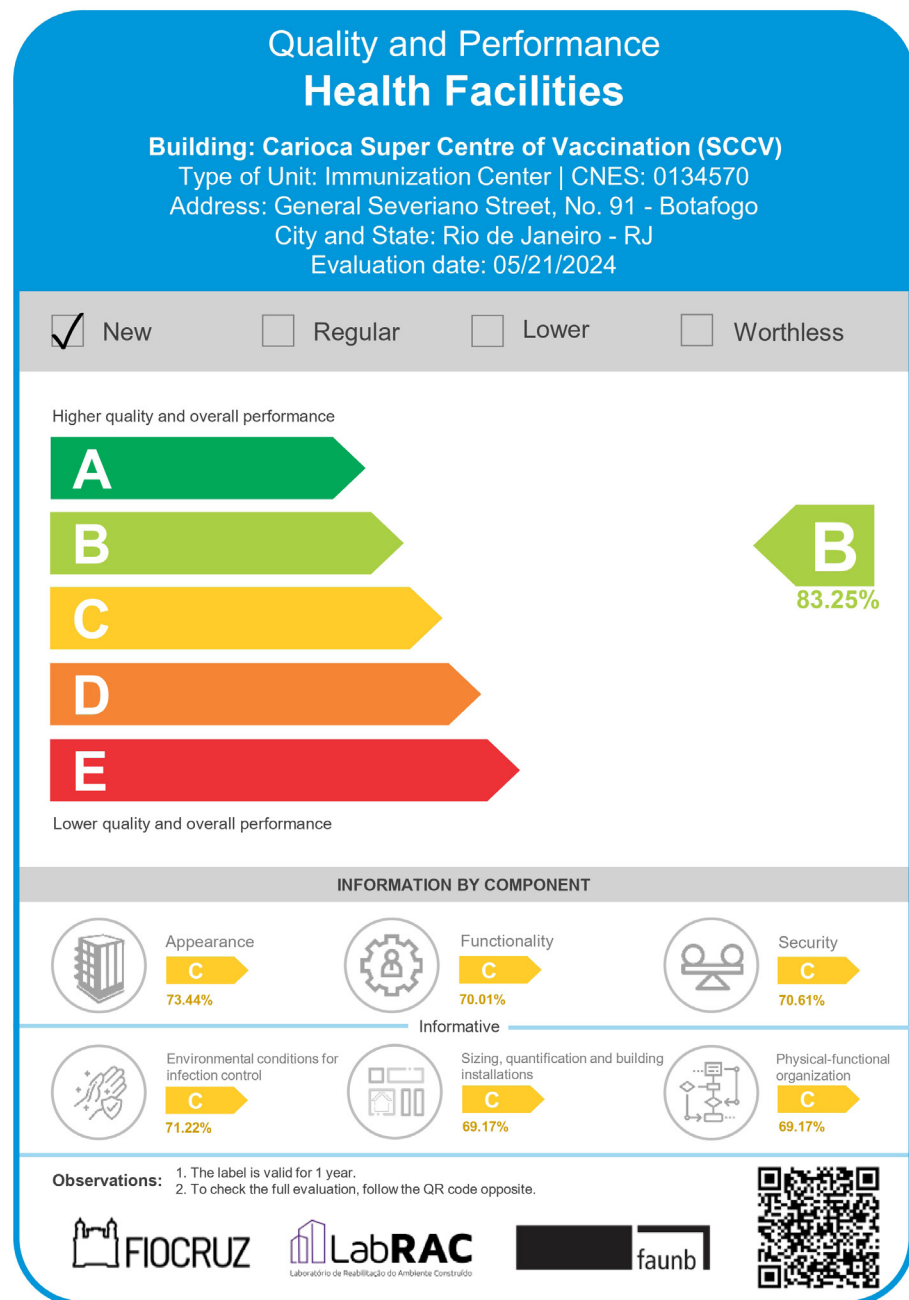
On that ground, SCCV certification falls to category B for quality and performance, with an IQD of 83,25%.

Table 3 presents the values for each parameter assessed, the value for the quality and performance Indicator, and the corresponding range of certification.

Element assessed/certified		SCCV
Heidecke's conservation status (C)		Between new and regular (0,003)
Building inspection using GUT _C methodology (overall rate)		0,0657
Cultural relevance (I _{sc})		Considerable relevance (5)
Patrimonial importance (I _p)		0,71
Degradation of main elements (DM)		0,1111
Degradation of general elements (DG)		0,1333
Degradation indicator (ID)		0,1221 or 12,21%
Performance factor (D)		0,7341 or 73,41%
Estimated lifespan of the building		1,728
Quality and performance indicator (I _{QD})	Physical and functional organization	69,17%
	Building dimensioning, quantification and facilities of spaces	69,17%
	Aspect	73,44%
	Functionality	70,01%
	Safety	70,61%
	Environmental conditions to control infection	71,22%
	Overall	83,25% B (80% < I _{QD} < 95%)

Table 3. SCCV's parameters assessed and certification ranges.

Illustration 3 presents SCCV's certification label in category B for quality and general performance.


INFORMATION BY COMPONENT

Observations:

1. The label is valid for 1 year.
 2. To check the full evaluation, follow the QR code opposite.

Illustration 3. SCCV's label of certification. Source: Designed by the author based on the model proposed by PBE Edifica (2024).

Discussion of case study #1

The conservation status of SCCV shows low degradation of main and general elements (ID 12,21%) and meaningful performance factor (73,41%). Overall, it means that, although SCCV is operating in a 119-year-old building, the need for intervention and the level of urgency is low. The building possesses good cultural relevance and patrimonial importance (I_{sc}

de 5 e I_p de 0,71), which requires special treatment concerning its historical valorization and preservation. Moreover, its estimated lifespan is high (1,728), reflecting a higher structural stability and lower need to carry out short-term corrective interventions. As to its certification, SCCV was ranked in the B range of general quality (I_{qd} de 83,25%), suggesting that the facility is close to reaching standards of excellence.

SCCV highlights the importance of preserving the architectonic patrimony in the city of Rio de Janeiro. The building not only represents a landmark for Brazil's public health but also reflects the rich historical and cultural heritage that shapes Rio de Janeiro's identity. Preserving this space is a way to reaffirm the commitment with the valorization of the patrimony as a public asset, enhancing the bond of the population with its history, increasing the access to quality healthcare services.

In Rio de Janeiro, historical architecture is an indissociable part of the urban imaginary and landscape, hence the importance of initiatives that combine the preservation with the functionality of healthcare centers to ensure sustainable urban growth and social well-being.

Case study #2

In 2016, Distrito Federal carried out the National Public Bid for Architecture and Complimentary Projects for the Basic Health Unit 5 of Riacho Fundo II (UBS-5), at Riacho Park Residential. Offered by Distrito Federal's Company for Living Development (Codhab – DF), the bid chose Preliminary Study #270 as winner, which resulted in UBS-5, chosen for this case study. Opened on January 1st, 2021, it was soon named the biggest in Brazil (DF, 2021), being recognized internationally for its modern and conceptual architectonic standards (Souza, 2017).

Built with modernist architectonic style, UBS-5's foundation and floor slab are made of reinforced concrete. The pillars and the structure that supports the roof are metallic. The indoor partition walls are made of thermoacoustic and waterproof compounds, coated with clay, when necessary, and the window frames are made of aluminum. The unit was designed and built within just one pavement, being organized into three modules comprised of rectangle blocks with indoor yards.

Illustration 4 shows the aerial view of the unit, where it is possible to see its three modules.



Illustration 4. Aerial view of UBS-5, from its left elevation (northeast)
Source: Saboia+Ruiz Architects

Among the general responsibilities and activities developed at UBS-5, according to RDC 50 classifications, there are: ambulatory elective appointments aimed at health promotion and assistance; activities concerning health promotion and surveillance, and prevention against diseases in the community, with scheduled patient appointments and follow-ups; human resources and research development; appointments related to health assistance and surveillance concerning both teaching and research; supporting activities for administrative management and operation; and logistics support.

Results from case study #2

UBS-5 was classified as a *regular* building, according to Heidecke's conservation status. This classification results from the failures found in the building due to defective maintenance throughout its three years of usage since the opening.

Considering patrimonial values, the I_{sc} was 2, since only the values of usage and artistic received scores. The following weights were as follows: façades = 0,30; structural systems = 0,35; architectonic design = 0,20; and implementation = 0,15. The I_{sc} rate and the weight given to each system

led to a building global Ip of 0,23, suggesting that the building has little patrimonial importance, being ranked in the range of classification $0,00 < I_{sc} \leq 0,25$.

After assessing the criteria that granted values for A to G factors, the following values were given: Factor A = 1,0; Factor B = 1,2; Factor C = 1,0; Factor D = 1,0; Factor E = 1,0; Factor F = 1,2; and Factor G = 1,0. The result of the values leads to an ESL = 1,44.

The building inspection was carried out under the Term of Technical Responsibility CRT/ DF CFT2403672375; the place was visited on 7/16/2024. The building's final GUTC value was 0,1887, which corresponds to the arithmetic rate of the value of all elements assessed.

The value found for the damage of the main elements of the building equals 0,5555; and the value found for the damage of the general elements equals 0,0667. Therefore, the structure damage Indicator is 0,2690, or 26,90%, classifying the structure damage as inexistent or weak. Consequently, the value for the special performance of the structure is 0,5445, or 54,45%.

Employing the values found for performance, cultural relevance, patrimonial importance, estimated lifespan, GUTC evaluation and damage Indicator, it is possible to calculate UBS-5's quality and performance Indicator as 0,5360, or 53,60%.

On that ground, UBS-5 certification falls to category D for quality and performance.

Table 4 presents the values for each parameter assessed, the value of the quality and performance, and the corresponding range of certification.

Element assessed/certified		UBS-5
Heidecke's conservation status (C)		Regular (0,025)
Building inspection using GUT _C methodology (overall rate)		0,1887
Cultural relevance (I _{sc})		Some relevance (2)
Patrimonial importance (I _p)		Small (0,23)
Degradation of main elements (DM)		0,0227
Degradation of general elements (DG)		0,5555
Degradation indicator (ID)		0,0667
Performance factor (D)		0,2690 or 26,90%
Estimated lifespan of the building		0,5445 or 54,45%
Quality and performance indicator (I _{QD})	Physical and functional organization	49,83%
	Building dimensioning, quantification and facilities of spaces	48,83%
	Aspect	49,35%
	Functionality	49,07%
	Safety	48,12%
	Environmental conditions to control infection	48,96%
	Overall	53,60% D (40% < I _{QD} < 60%)

Table 4. UBS-5's parameters assessed and certification ranges

Illustration 5 presents UBS-5's certification label in category D for quality and general performance.

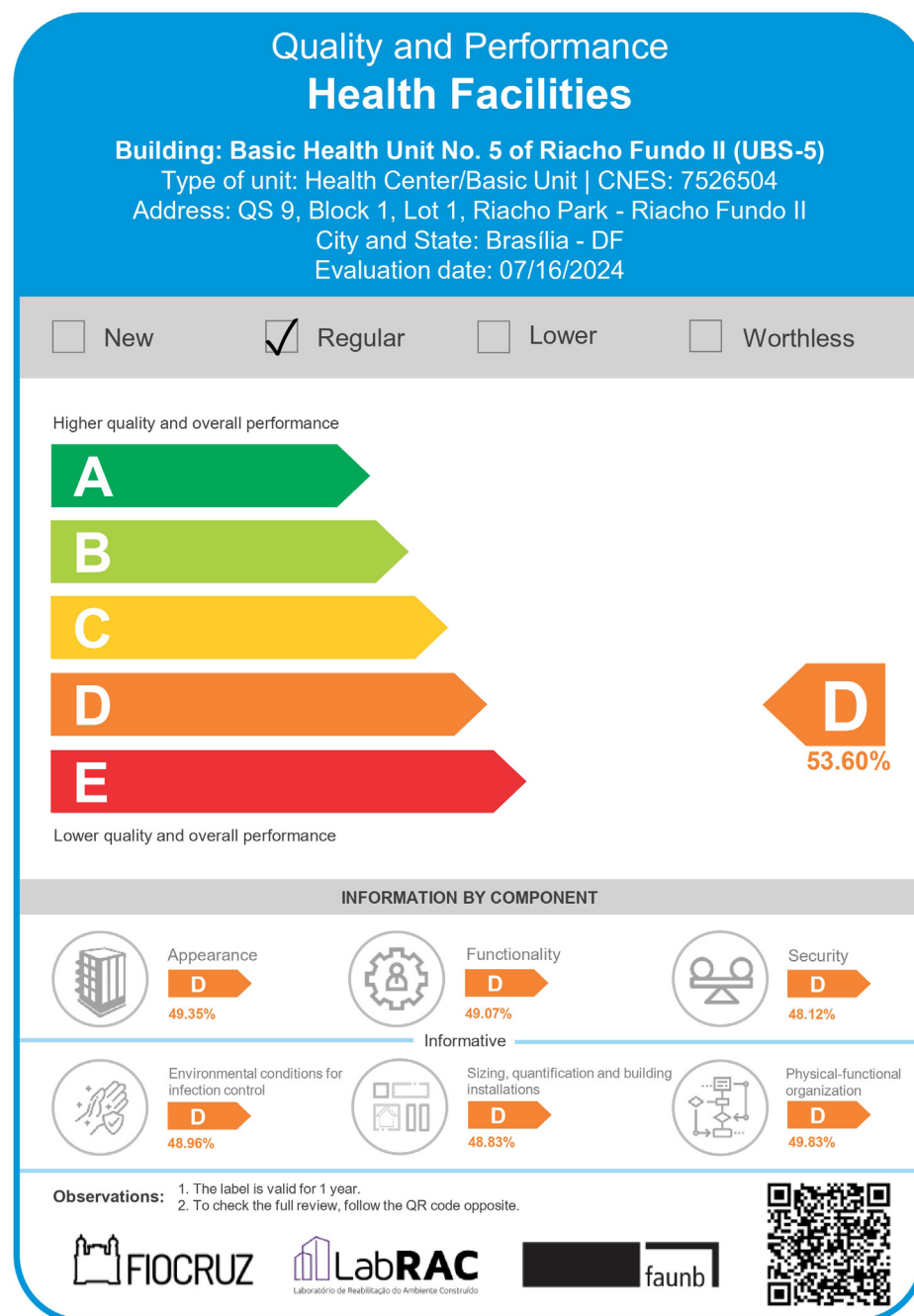


Illustration 5. UBS-5's label of certification. Source: Designed by the author based on the model proposed by PBE Edifica (2024).

Discussion of case study #2

UBS-5 presented the status of conservation with damages on both main and general elements (ID de 26,90%), besides intermediate performance factor (54,45%), requiring low-urgency level interventions, possibly due to the lack of preventive maintenance. The cultural relevance and the

patrimonial importance are low (I_{sc} de 2 e I_p de 0,23), and the estimated lifespan is high (1,44). As to its certification, UBS-5 was ranked in range D concerning general quality (I_{qd} de 53,60%), indicating that the facility must undergo improvements to achieve the appropriate level of quality and performance.

The vulnerabilities in the conservation process of this health center defy the State commitment towards the valorization of patrimonies as public assets, besides failing in ensuring access to quality healthcare services.

Therefore, providing UBS-5 with excellent levels of maintenance concerning its quality and performance shows high regard towards the public health in Distrito Federal, besides highlighting the importance of preserving a built patrimony.

Conclusions

The proposed method is a viable and efficient alternative to assess and certificate healthcare buildings, since it allows a comprehensive assessment of the conservation status, the performance and the sustainability of buildings, providing a solid basis for decision-making process concerning the management and maintenance of such spaces.

Besides treasuring the cultural patrimony, a high-quality and safe physical environment has a positive impact on how users engage with healthcare services, leading to more regular access to preventive care. This quality not only improves users' experience but reinforces the population commitment with their health, leading to prevention and ongoing care.

The impact of caring for the quality of the built environment translates into a more efficient healthcare service, boosting the system's response to the needs of users. Therefore, SUS benefits from a more resilient infrastructure and planning that gives thorough and ongoing support to the health of the population, aligned with the principles of universality and equity.

The research highlighted the relevance of carrying out preventive maintenance in these buildings, in accordance with normative standards and building inspection processes, aiming at increasing their lifespan. Consequently, a proper assessment of the shape of structures may avoid high costs in the future and might guarantee a safer environment for users and workers.

The building certification is intrinsically connected to the improvement of the services offered in such facilities, since it enables safer, more comfortable and more suitable spaces for users and professionals, impacting positively the quality of health assistance.

After analyzing the components individually and the system in general, it was possible to observe that, when working together, built systems perform better than their elements separately.

Upon applying the method to rather different buildings it was possible to see that it may be adapted to different typologies of healthcare facilities, enabling its use to the most diverse contexts with minimum adjustments, enlarging the applicability of the proposed methodology, hence enhancing its efficiency as a tool.

The results also emphasize the role of the method as a practical tool to guide sustainable and efficient interventions in healthcare facilities, contributing to the urban management and the valorization of the public patrimony.

References

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR)/Diretoria Colegiada. **Resolução-RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002**. Brasília – DF, 2002.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **ABNT NBR ISO 9001:2015 – Sistemas de gestão da qualidade** – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

DONEGÁ, A. A. **Desempenho morfológico de estabelecimentos assistenciais de saúde via inspeção predial**. 2021. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2021.

GBC Brasil – Green Building Council Brasil. **Leadership in Energy and Environmental Design - LEED**. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

GUIMARÃES, L. R. N. **Avaliação de bens patrimoniais via modelos acoplados de depreciação e significância cultural: O caso do CEF-Metropolitana, Núcleo Bandeirante** – DF. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2021.

ISO – International Organization for Standardization. **ISO 15686-8:2008 Buildings and constructed assets** – Service-life planning – Part 8: Reference service life and service-life estimation. Geneva, 2008.

MEIRA, I. O. **Indicador de vulnerabilidade para gestão da conservação de edifícios de valor cultural: um estudo aplicado em museus modernistas**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2019.

MEIRA, I. O.; ZANONI, V. A. G. (2020). **Indicador de Vulnerabilidade para Gestão da Conservação de Edifícios de Valor Cultural**. Paranoá, 13(26), 157–174.

MS – Ministério da Saúde (BR). **Acolhimento nas práticas de produção de saúde**. 2ª ed. Brasília – DF, Editora do Ministério da Saúde, 2010.

MS – Ministério da Saúde (BR). **Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde**. SOMASUS – Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde. (Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde, v. 3) Brasília – DF, Ministério da Saúde, 2013.

MOREIRA, F. D. **Os desafios postos pela conservação da arquitetura moderna**. Revista CPC, (11), 152-187, 2011.

OLIVEIRA, I. P. **Critérios para certificação e avaliação de edificações: uma abordagem integrada em degradação e desempenho.** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2023.

OLIVEIRA, I. P.; PANTOJA, J. C. **Proposta de análise do Patrimônio Histórico Teatro Nacional Cláudio Santoro – Brasília.** ReBEFA, [S.l.], v. 6, n. 2, jul. 2021.

PAIVA, J. V.; AGUIAR, J.; PINHO, A. **Guia técnico de reabilitação habitacional.** 1ª ed. Lisboa, LNEC, 2006, 2 vol., 467 p.

PANTOJA, J. C.; MOURA, S. P. N.; VARUM, H.; CAIED, S. **A Influência da Ponderação na Avaliação do Grau de Criticidade em Edificações de Múltiplos Pavimentos Via Inspeção Predial.** Paranoá, [S. l.], n. 26, p. 126-139, 2020.

PBE EDIFICA – Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações. **Sobre o PBE Edifica.** Recuperado em 5 de dezembro de 2024, de <https://www.pbeedifica.com.br/sobre>

SOUZA E. **1º Lugar no Concurso para a Unidade Básica de Saúde em Parque do Riacho** – Codhab-DF. Brasil, ArchDaily Brasil, 2017. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/874775/1o-lugar-no-concurso-para-a-unidade-basica-de-saude-em-parque-do-riacho-codhab-df>. Acesso em: 5 dez. 2024.

VANZOLINI – Fundação Carlos Alberto Vanzolini. **A certificação AQUA-HQE™.** Disponível em: <https://vanzolini.org.br/organizacoes/certificacoes/aqua-hqe/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

WELL – International WELL Building Institute. **The WELL Building Standard™ version 2 (WELL v2™).** Disponível em: <https://v2.wellcertified.com/en/wellv2/overview/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

Authors

Rafael Santos Gonçalves de Assis Graduated in Public Management, Building Technician, Master's degree in Assessment and Certification of Healthcare Buildings from the Oswaldo Cruz Foundation (Fiocruz), and is currently pursuing a degree in Architecture and Urban Planning from the University of Brasília (UnB). He was a project advisor for the Rio de Janeiro Municipal Health Department (SMS/RJ); a technical advisor for the Center for Studies on Bioethics and Diplomacy in Health (Nethis) at Fiocruz Brasília; a project analyst for the Foundation for Scientific and Technological Development in Health (Fiotec); and is currently a permanent employee of the Housing Development Company of the Federal District (Codhab-DF).

<https://orcid.org/0000-0002-9497-5671>

rafaelsgam@gmail.com

Gerson Oliveira Penna Physician, graduated from the Federal University of Pará (UFPA); Dermatologist certified by the Brazilian Society of Dermatology (SBD); Specialist in Strategic Planning. Holds a PhD degree in Tropical Medicine from the University of Brasília (UnB); with a Post-Doctoral degree in Public Health from the Federal University of Bahia (UFBA). In 2021, he was among the scientists who contributed most to studies on neglected diseases worldwide in the last 10 years. In 2024, he was listed as one of the 2% most influential researchers in their fields, according to the Stanford University and Elsevier data repository.

<https://orcid.org/0000-0001-8967-536X>

gerson.penna@fiocruz.br

Márcio Augusto Roma Buzar Civil engineer, graduated from the State University of Maranhão (UFMA). Holds a Master's and a PhD degrees in Structures and Civil Construction from the University of Brasília (UnB), and Post-Doctoral studies at the University of Porto (FEUP), in Portugal, under the supervision of Professor Humberto Varum. He is an associate professor at the University of Brasília; He was coordinator of the Graduate Program at the School of Architecture from 2013 to 2015 and has worked in the Graduate Program at FAU-UnB since 2005, specializing in Technology, Environment and Sustainability, and Structural Systems; and is currently the Director of Management, Coordination, and Educational Projects at the National Fund for the Development of Education (FNDE).

<https://orcid.org/0000-0002-1164-2784>

marcio.buzar@gmail.com

Ana Luíza Alves de Oliveira Civil engineer, holds a Master's Degree in Performance and a PhD in Structures, both at University of Brasília (UnB) in partnership with the School of Engineering of the University of Porto (FEUP). She proposed the Coupled Integrity and Safety Method (MOST Method) for evaluating reinforced concrete buildings. She was also a professor of Civil Engineering at the University Center of Brasília (UniCeub) and of Architecture and Urban Planning at the University of Brasília (UnB). She is currently a researcher at the Built Environment Rehabilitation Laboratory (LabRAC) and the research program on Existing Structures – Reliability-Based Assessment Methodologies at the Graduate Program in Engineering (PPG-FAU) (UnB).

<https://orcid.org/0000-0003-1976-2497>

analuiza.aoliveira@gmail.com

João da Costa Pantoja Civil engineer, with a Bachelor's and Master's Degree in Structures and Construction from the University of Brasília (UnB), a Doctorate in Structures from the Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC/Rio), and a Doctoral Internship at the University of Illinois at Urbana-Champaign, Illinois, United States. Post-Doctoral fellowship at the University of Porto (FEUP). Adjunct professor in the Department of Technology in the field of Structures at the School of Architecture and Urbanism at the University of Brasília since August 2014. He specializes in numerical models applied to structures, structural pathology, specialized inspections, structural rehabilitation for heritage conservation, multi-criteria models for evaluating urban properties and unique assets, and models for project certification.

<https://orcid.org/0000-0002-0763-0107>

joaocpantoja@gmail.com

Hospital Architecture Responsive to Neurodiversity

Author

Ciro Férrer Herbster Albuquerque Federal University of Ceará (UFC)

DOI: 10.62558/2358-3630/22.03.02

Abstract

This study investigates neurodiversity in hospital environments, focusing on the specific needs of neurodivergent children, particularly those with Autism Spectrum Disorder (ASD) and Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). An integrative literature review examines the influence of these conditions on the hospital experience and identifies inclusive design strategies to address them. Case studies of pediatric hospital projects are presented to demonstrate the practical application of such strategies. The findings propose recommendations for responsive design in pediatric healthcare, emphasizing environmental clarity, predictability, and user control to improve the experience of neurodivergent patients and their families. The study underscores the need for continuous evaluation and adaptation of these guidelines across diverse contexts, fostering design approaches that enhance effectiveness, empathy, and inclusivity in pediatric care.

Keywords

Hospital environments, Design, Children, ASD, Neurodiversity

Introduction

The pain caused by medical procedures gains a potentially traumatic dimension when experienced by children in healthcare contexts (Trottier *et al.*, 2019). Painful situations are recurrent in hospitals and ambulatory environments, which include diagnosis, vaccination, blood draw and surgical procedures of minor complexity (Stevens *et al.*, 2011). Although vital for prevention and treatment situations, such techniques cause anxiety, pain and distress in children, their relatives and healthcare professionals (Dewan *et al.*, 2023). To improve comfort and mitigate discomfort, healthcare professionals must be aware of the different needs, including those concerning neurodiversity among children and teenagers.

In the context of neurodiversity within hospital environments, it is fundamental to recognize the diversity of neurological conditions, which encompass 15% to 20% of all neurodivergent cases, according to the Centers for Disease Control and Prevention (2022). Among such conditions, there are the Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD), the Autistic Spectrum Disorder (ASD), dyspraxia, and dyslexia, whose varied impact may lead to different sensorial sensibilities (Doyle *et al.*, 2020).

Neurodivergent children usually face additional health complexities that increase their length of stay at medical facilities. For instance, autistic children might present gastrointestinal disorders, epilepsy and chronic sleeping disorders, associated with severe risks of anxiety and depression, which particularly escalated during the pandemic. Therefore, to conceive inclusive healthcare environments, efficient design strategies focus on offering choices, reducing sensorial stimuli and simplifying the medical care experience, covering elements such as intelligibility, predictability, accessible orientation and contact with nature.

Moreover, allowing children more control over their immediate surroundings is essential to minimize their stress during medical appointments, which may be reached by enabling lighting control, suppressing noisy devices, providing individual control of temperature, and developing therapeutic ambiances with mobility and comfort options. For pediatric medical practices, physical design, operational strategies and technological innovations share major roles in providing positive experiences to neurodivergent patients and their families. This encompasses using mobile applications, spatial navigation guides, and virtual tours, as well as reducing interpersonal interactions whenever appropriate.

Thereby, an inclusive architecture not only benefits neurodivergent children but also offers gains for everyone, thus promoting more coherent,

penetrable and flexible environments, which can be adapted to the different needs of patients under pediatric care.

Neurodiversity: concepts, typologies and problems within hospital environments

Neurodiversity is a concept coined in 1999 by Australian sociologist Judy Singer to describe the different ways in which the human brain is connected, which result in unique skills, needs and capabilities (Armstrong, 2011). Such variations impact social dynamics, cognitive operations, motor abilities, attention, sensorial stimuli, speech, language and learning. The rationale behind the choice of this term was to resemble the word biodiversity, highlighting not just one specific subgroup of individuals but the numberless variations of the human brain.

As the concept evolved, as described by Feinstein (2018), neurodiversity began to classify individuals as neurodivergent or neurotypical. Neurotypical refers to those who present ways of thinking and behaving that fall within the typical standards expected from society, while neurodivergent people develop differently from those standards, as shown in Illustration 1. Such categorization enables a more refined understanding of the different ways in which a brain works, allowing a foundation to discuss and approach the neurological variabilities in a more thorough and inclusive manner.

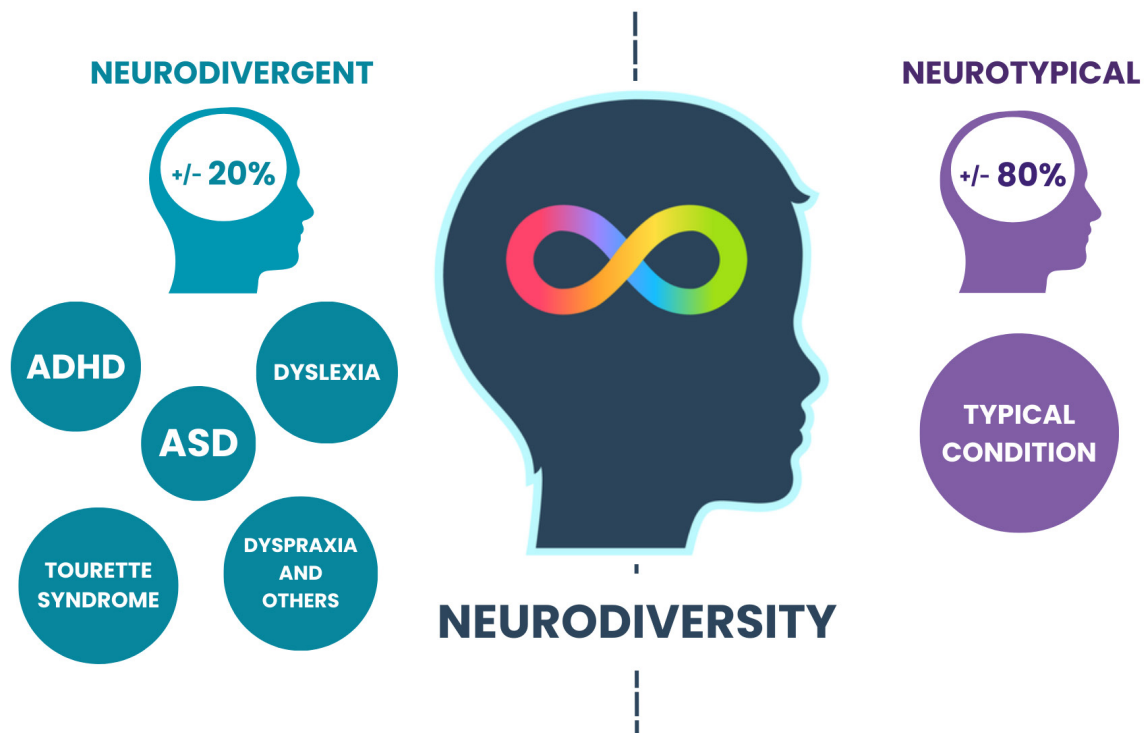


Illustration 1. Neurodiversity and its subgroups, neurotypical and neurodivergent.
Source: the author (2023).

Neurodivergent children present an atypical neurocognitive way of functioning, i.e., they function outside the expected rate, due to neurodevelopment disorders, genetic and environmental variables, among other likely causes. Even among those considered neurotypical, one out of four will face mental health problems, like depression or stress, at some point in life. Due to daily underdiagnosis cases, more than 50% of society is unaware of this neurological differentiation, undermining the respect and full integration of the neurodivergent population.

In the United States, progressive hospital directors are beginning to recognize that neurodiversity integration might significantly boost medical treatment, enabling hospitality and qualitative experiences within the healthcare facility, besides reducing the hospitalization time and the costs with painkillers. Such recognition is obvious at the Thompson Autism and Neurodevelopmental Center (CHOC) and the Medical University of South Carolina Shawn Jenkins Children's Hospital. It is noteworthy that this inclusive movement is boosting a series of more inclusive policies, programs and procedures, although the impact over the hospital architecture is still beginning.

In the chapter concerning anxiety, stress and depression in the hospital context, the COVID-19 Health Care Workers Study (HEROES) report, from 2022, revealed that between 14,7% and 22% of healthcare workers interviewed in 2020 showed symptoms that indicated one episode of depression, while between 5% and 15% had considered suicide. Additionally, the study indicates that, in some countries, just one third of professionals seek psychological help, even though they work in hospital facilities lacking inclusive infrastructure. In 2021, about 36% of Brazilian young population showed symptoms of depression and anxiety during the pandemic, according to a study carried out by the Medical School of University of São Paulo (FMUSP) with close to six thousand people ranging from 5 to 17 years old. According to the Pan American Health Organization (PAHO), depression is one of the main causes of disease and impairment among teenagers, in which suicide come as the third main cause of death between 15- and 19-year-olds. The consequences of not approaching mental health conditions during adolescence endure until adulthood, harming physical and mental health, besides limiting future opportunities. In this context, promoting mental health and preventing disorders are crucial so adolescents can blossom (OPAS, 2022).

Consequently, inclusive architecture must improve to welcome, treat and respect the biopsychosocial health of patients, healthcare professionals and other workers of hospital facilities. In that sense, the Design Based on Evidence (DBE), with emphasis on neuroscience applied to architecture, come as a promising project tool to develop hospital environments that are inclusive and suitable to its users.

The methodology used for this article is based on a comprehensive bibliographic review, approaching a wide range of academic and professional sources related to neurodiversity in hospital environments. Specific case studies from inclusive hospital projects were analyzed, including the Thompson Autism and Neurodevelopmental Center CHOC and the Medical University of South Carolina Shawn Jenkins Children's Hospital, which take into consideration the needs of neurodivergent children, as well as the design and operational strategies employed in such projects. Moreover, the method includes the proposition of practical guidelines for the employment of inclusive design principles in pediatric health environments, with the focus on enabling neurodivergent patients and their families to comprehend, predict and control the environment.

Neuroscience applied to hospital architecture responsive to neurodiversity

According to Moser (1998), physical space has a major role in the influence over the behavior and development of neurodivergent people. In this context, the conception of a hospital environment must aim at creating pleasant feelings and adding to the progress of people facing several neurological conditions, as well as the well-being of their families.

To achieve this purpose, it is crucial to understand the impact of the built environment over neurodivergent sensorial processing. Therefore, it is necessary to know the importance of multisensorial architecture and its adjustments, specifically in therapeutic hospital centers. The ultimate goal is to develop responsive architectonic strategies supported by evidence and centered in the target population, which includes patients, relatives and healthcare professionals.

The environment aimed at the neurodivergent population demands an architecture project based on every user's sensorial processing needs. As emphasized by Mostardeiro (2019), individuals with diverse neurological conditions have their sensorial processing deeply affected. In *Designing for Autism Spectrum Disorders*, Ângela Bourne and other authors highlight that the neurodivergent population "shows different levels of environment sensibility, known as hypersensitivity and hyposensitivity, which encompass the five senses: hearing, sight, touch, smell and taste" (Bourne *et al.*, 2016, p.4).

Within the context of sensorial perception, the differences in processing, as described by Grandin *et al.* (2015), indicate that such individuals interpret environmental stimuli differently, even though their senses operate normally. This difference in sensorial processing may lead to symptoms such as mental confusion, stress and discomfort.

Neurodivergent individuals interpret sensorial information from the external environment differently from neurotypical individuals – those with standard neurological development.

According to Gaines *et al.* (2016), sensorial integration, which comprises the perception of sensorial stimuli like touch, noise, smell, sight, movement (vestibular) and the position of the body in the space (proprioception), is key to understanding a situation and reacting efficiently. Such a skill enables the appropriate interpretation of the functionality of each environment within the built space (Illustration 2).

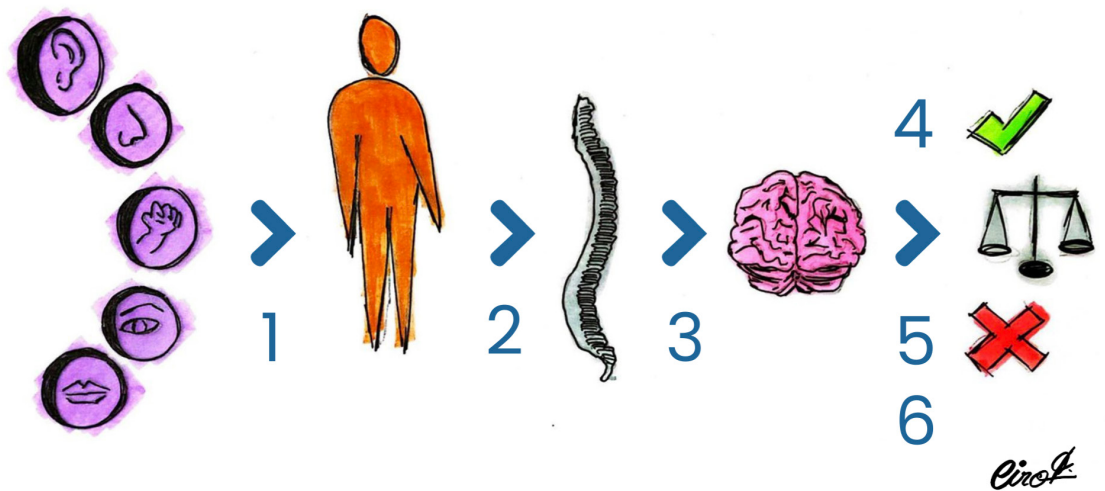


Illustration 2. Sensorial integration after combining the sensorial stimuli in the built environment. 1. The outside world (environment) interacts with the inner world (body, CNS) through sensorial receivers; 2. The peripheral nerves carry data to the spinal cord; 3. The information then goes to the brain through neural tracts present in the spinal cord; 4. Balanced level of sensorial information processed; 5. High level of excitement: superfluous sensorial information go through the brain “filter”, causing excitement, confusion and distraction; 6. Low level of excitement: insufficient sensorial information are processed in the brain, causing distraction, delays and accidents. Source: the author (2023).

In neurodivergent individuals, the uniqueness of sensorial integration might be manifested as hypersensitivity or hyposensitivity, i.e., either an excessive or insufficient response to sensorial stimuli, respectively. For instance, a child might have an increased sensitivity to sounds (even the slightest noise may be disturbing) while being less sensitive to smells (sensing only strong smells). Consequently, Neumann *et al.* (2021), Aiochio and Queiroz (2020) and Mostafa (2010) describe some possible reactions concerning sensorial processing that the neurodivergent population may experience, as shown in Table 1.

SENSORIAL PERCEPTION CONCERNING THE DIFFERENT WAYS OF PROCESSING SENSES		
SENSES	HYPOSENSITIVITY	HYPERSENSITIVITY
HEARING	They like resonant noises; might not answer when called; like to make loud and excessive noises.	They are sensitive to loud noises; can easily identify sounds; do not like background noises.
SIGHT	They do not perceive people and objects in the environment; only see contours of objects; like shiny colors or intense sunshine.	Shiny colors and intense sunshine bother them; they get easily distracted by spatial movements; stare at objects or people in certain situations.
TOUCH	They touch people and objects excessively and often unnecessarily (for those observing).	They are sensitive to certain fabrics; avoid touch and are bothered by them; they dislike being barefoot or wet.
TASTE + SMELL	They might ingest inedible objects; seek after strong smells; cannot perceive certain smells.	They are picky towards their food; choose textures before eating; like remarkable smells and temperatures.
PROPRIOCEPTIVE SYSTEM	They are unaware of their body's spatial position; might misunderstand different inner sensations as hunger.	They usually have a unique body posture; they might have difficulties in handling small objects.
VESTIBULAR SYSTEM	Their movements are usually excessive and unnecessary from the observer's perspective; they get excited with tasks that require movements.	They seem out of balance; it bothers them when their feet are not touching the ground or when they are upside down.
INTEROCEPTIVE SYSTEM	Their perception of body signs tends to be reduced, which might make it more difficult for them to recognize basic needs, such as hunger, tiredness or discomfort. The decreased perception might lead to the search for additional stimuli, to compensate for the lack of internal information. Therefore, their difficulty in identifying and responding to the needs of their own body might have a negative impact over emotional self-regulation, which will require specific strategies to enhance their sensorial	They usually show enhanced responses to internal stimuli, apprehending normal feelings in devastating ways. Their high responsiveness might lead to anxiety, irritability and avoidance behavior, since their body signs – like changes to their heartbeat or breath – are experienced disproportionately. Such difficulty in harmonizing the intensity of sensations may compromise their emotional regulation and hamper their adaptation to environments and daily situations.

Table 1. Differences between hypersensitive and hyposensitive sensorial perception.
Source: Adapted from Neumann *et al.* (2021); Aiochio and Queiroz (2020); Mostafa (2010).

Exploring senses carefully and orderly through multisensorial architecture comes as a strategy to improve the treatment and social inclusion of neurodivergent individuals (Aiochio; Queiroz, 2020; Mostafa, 2010). Aesthetic, functionality and sensorial aspects must be properly harmonized to create a comfortable and cozy environment for the neurodivergent population, enabling pleasant interactions among patients, relatives, healthcare professionals and other workers inside the hospital.

In this context, the prevailing challenges found in hospital environments are channeled to the sensorial process of each user, i.e., it depends on how each user's central neural system manages the information received from the sensorial organs, such as visual, hearing, touch, taste, odor, proprioceptive, interoceptive, and vestibular stimuli (Machado *et al.*, 2017). Neurodivergent patients are usually susceptible to either over or under stimulation depending on environmental factors, like lighting, sound, texture, smell, temperature, air quality or general feelings of safety. Any comprehensive approach to employing a neurodiverse design must consider such experience aspects within the hospital environment, mainly in pediatric units (Ozel *et al.*, 2020).

Therefore, employing neuroarchitecture into hospital design enables spatial strategies capable of encompassing a wide range of neurological conditions found in healthcare facilities. Using an efficient approach to empower diversified uses in the place of assistance provides a feeling of control and autonomy through spatial choices (Bury *et al.*, 2020). Such freedom entitles both neurodivergent and neurotypical individuals to manage their own needs with dignity and autonomy. Versatile environments, which offer a range of preferences, highlight differences positively, fostering respect and integration. These environments also advance individual and operational adjustments, making it possible to reorganize the patient's space during his/her admission or therapeutic treatment, for example, as shown in Illustration 3.



Illustration 3. At Shawn Jenkins Children's Hospital, patient rooms were inspired by local beach houses, with wood floors, simple rugs and furniture. They are designed to encourage children to decorate their own rooms, with painted surfaces, shelves and desks. Source: perkinswill.com (2022)

Next, we highlight some concepts derived from neuroscience applied to architecture, also known as neuroarchitecture, which were identified as suitable for hospital units. Such concepts, taken from the literature review, concern the environmental variables: wayfinding and spatial organization, spatial choices, acoustic quality, thermal comfort, degree of stimulation, and lighting (Rosqvist *et al.*, 2020).

Wayfinding and spatial organization

Wayfinding concerns the orientation and navigation around a built environment. An efficient wayfinding project must conceive an environmental design that enhances curiosity, reward, and exploration, while fostering pleasure upon discovery. Moreover, it must be intuitive, enabling visitors and regular residents to easily understand their location and find the desired way (Rosqvist *et al.*, 2020; Feinstein, 2018).

However, for individuals with neurodivergent conditions, such as ADHD and ASD, repetition, predictability and clear boundaries might offer a sense of safety. In this context, it is vital for the design to offer a legible spatial order. Efficient strategies for spatial design include creating spaces that trigger the memory through the rhythm of ordinary elements capable

of causing a soothing feeling of order and, at the same time, avoiding the confusing repetition of spaces or identical features (O'Malley *et al.*, 2022).

Landmarks and focal points, like stairs or works of art, mezzanine floors and clear lines of sight, including outside views, are elements that can help users to find their way in the building (Illustration 4). Carrying out relevant variations in lighting in each environment may also be beneficial, since people have a natural tendency of going towards brighter areas (Illustration 5). The strategic use of materials, colors and signs also plays an important role in this context (Edelstein, 2005).



Illustration 4. The sensorial room at Shawn Jenkins Children's Hospital is aimed at the neurodivergent population. It presents different touch stimuli on the wall, with toys and shades of colors. Source: perkinswill.com (2022).



Illustration 5. At Shawn Jenkins Children's Hospital, the view to the main lobby was key for the design team to conceive a soothing space and reduce the environmental stress, besides providing natural lighting that varies throughout the day. Source: perkinswill.com (2022).

In complex environments, intelligible and consistent signs are imperative for some neurodivergent people. Concise messages, simple typography – sans serif – and information hierarchy are efficient strategies to alleviate visual overload. Consistent indications with messages with abundant colors, numbers and words provide multimodal assistance for a variety of users in the building while they head to their destinies (Illustration 6).



Illustration 6. At Shawn Jenkins Children's Hospital, the assistance sections are divided into colors, which are highlighted on the walls and on signs spread across corridors. Source: perkinswill.com (2022).

Spatial choices

Hospital environments that provide a diversity of configurations offer their users the possibility to choose the most suitable space for their specific needs. Open and shared areas foster socialization, while smaller and closed spaces offer support and a sense of welcoming and individual refuge. Failing in providing such an opportunity in the management of spaces may result in a sensorial overload of sound and visual alerts, due to the noise from interactions and movements, adding to a stressful atmosphere for most users. Kaplan (1996) called this high demand for cognitive attention *mental fatigue*.

In this context, when patients' attention declines due to the overload of sensorial stimuli in the built environment, they tend to have more difficulty handling situations that trigger anxiety and stress. Studies emphasize that cognitive attention may be restored with direct or indirect resources from nature, like outside views, parks, gardens and forested pathways (Albuquerque *et al.*, 2016; Horn, 2016). This restoration process is explained in the *Attention Restoration Theory* (Kaplan, 1996).

By assessing restoring environments within neuroscience and environmental psychology, it is noteworthy that they present a series of sensorial aspects related to biophilia, i.e., the innate human being's need to be close to nature. The argument states that, once this contact

with natural elements is carried out properly, it can foster qualitative cognitive, behavioral, emotional, and social experiences (Gressler, 2013). The restoring garden on the rooftop of Boston Children's Hospital, known as Longwood Rooftop Healing Garden (Illustration 7), stands out as an interesting example in hospital context.



Illustration 7. Aerial view of the Longwood Rooftop Healing Garden, the sensorial garden on the rooftop of Boston Children's Hospital. Source: Chi-atheneum.org (2019).

Using technology in some spaces while keeping some tech-free zones gives additional options to enhance users' experience in the hospital environment. Besides enabling moments of breaks and reflection, such spaces offer relief from the several outside stimuli found in hospital corridors, as shown in Illustration 8. Such choices also allow people to find their own comfortable level of exhibition and social interaction (Horn, 2016).



Illustration 8. Meditation room at Shawn Jenkins Children's Hospital. Source: perkinswill.com (2022).

Acoustic quality and thermal comfort

1 Sound masking is the controlled addition of noises, usually a low-volume sound, to mask or disguise unwanted sounds in an environment (Awada *et al.*, 2022). The main goal of sound masking is to reduce the perception, or the annoyance caused by unwanted noises, offering a more uniform and less intrusive sound layer.

2 White noise is a type of noise with a uniform frequency distribution, meaning that all the frequencies within one sound range have the same intensity. Studies, such as the one from Awada *et al.* (2022), highlight that a 45 dB white noise led to an improved cognitive performance concerning sustained attention, accuracy and performance speed, as well as to higher levels of creativity and lowers levels of stress. In practical terms, White noise is often used in contexts like sound masking, sound therapy or to create a "sound wall", which helps mask other unwanted sounds, enabling a calmer and more soothing environment.

The everyday noises found inside hospital environments, in their classic configuration, may not only impair professionals' focus but also extend patients' hospitalization or treatment. That happens due to increased levels of anxiety and stress among patients triggered by excessive noise (Dokmanic *et al.*, 2013). In this context, when there is no acoustic treatment in the built environment, even the slightest noise might become deafening for users who are especially sensitive or prone to distraction, such as those with Autistic Spectrum Disorder (ASD) and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) (Honeybourne, 2019; Tadeu *et al.*, 2011).

According to Emar, Smith and Coats (2022), an efficient acoustic project for the workplace must offer a variety of hearing configurations capable of handling several activities, being properly located at each work zone. Besides, the acoustic project may encompass the integration of sound masking¹ or white noise² systems to increase comfort (Illustration 9).

Alongside acoustics, thermal comfort is consistently mentioned in Work Wellbeing Scores as one of the main factors causing discomfort, which negatively affects patient treatments. Consequently, the lack of thermal comfort is linked to an increase in the hospitalization period of patients (Heerwagen *et al.*, 2011; Sundell *et al.*, 2011).

Thermal comfort may vary according to personal factors, like clothes, level of activity and metabolism, as well as neurological factors. One solution for such a variation is to offer ways for individual control of temperature, such as an operable window or air diffuser, to enable patients and professionals to adjust their thermal environment according to their individual needs (Kapp, 2007; Frankenhauser, 1986).

Estimates indicate that individual control of temperature might be associated with up to 7% increase of productivity, depending on the medical treatment or the work carried out by the health professional (Heerwagen *et al.*, 2011; Sundell *et al.*, 2011). There are further efficient thermal design elements for the workplace, as follows:

- . Perimeter insulation control, to avoid overheating people near windows.
- . Improving the building's external coating performance, to ensure equal cooling for the entire area.
- . Spaces with varied thermal solutions, like an atrium with natural ventilation or an outdoor yard, so people can choose a place that best fits their thermal needs.



Illustration 9. CHOC – Children's Hospital of Orange County offers shelter clusters along corridors. Such spaces might enable acoustic comfort to minimize stressful stimuli from the hospital environment. Source: healthcaresnapshots.com (2020).

Lighting

More extensively, several studies, like the one from Boubekri *et al.* (2014, p.14), show that “[...] people working in sunny environments sleep better and smile more than those who spend their days in poorly lighted offices”, enhancing sleep quality and reducing physical and mental issues. Kellert and Calabrese (2015) emphasize that the perception of changes in natural lighting may be reached by contrasting light and shadow (Illustration 10), influencing users’ emotions in the built environment. Sunlight, combined with certain resources, like big windows, skylights, external areas, outside views, windows with openings (Kellert, 2012), balconies, decks, terraces, gardens (Huiberts, 2015), glass walls and clerestories (Paiva, 2021), plays a crucial role in this context.



Illustration 10. Outside area aimed at the healthcare team at Shawn Jenkins Children's Hospital. Source: perkinswill.com (2022).

Lighting contributes to the responsive design and is an additional opportunity to make the difference. Fluorescent lamps, due to their glow and buzz, might be distracting and only noticeable to neurodivergent people. Replacing them with high-quality LED lighting is promising (Kapp, 2020; Joye, 2007). Research carried out at Toronto University suggested that steep levels of lighting may intensify emotional valences, with either positive or negative influence, while reducing lighting glow might lead to more rational decisions (Kapp, 2020). Studies also indicate that adjusting the color and intensity of artificial lighting throughout the day to simulate nature changes can reduce stress.

Such benefits can affect both neurodivergent and neurotypical patients positively during hospitalization (Largo-WIGHT *et al.*, 2011). Technical standards of lighting, like the tunable white system, which simulate the intensity and the color of natural light in indoor environments (Illustration 11), offer guidelines concerning natural light within the workplace. Regarding hospital lighting, studies indicate that an inappropriate design can increase a patient's pain perception during hospitalization (Peccin, 2002).

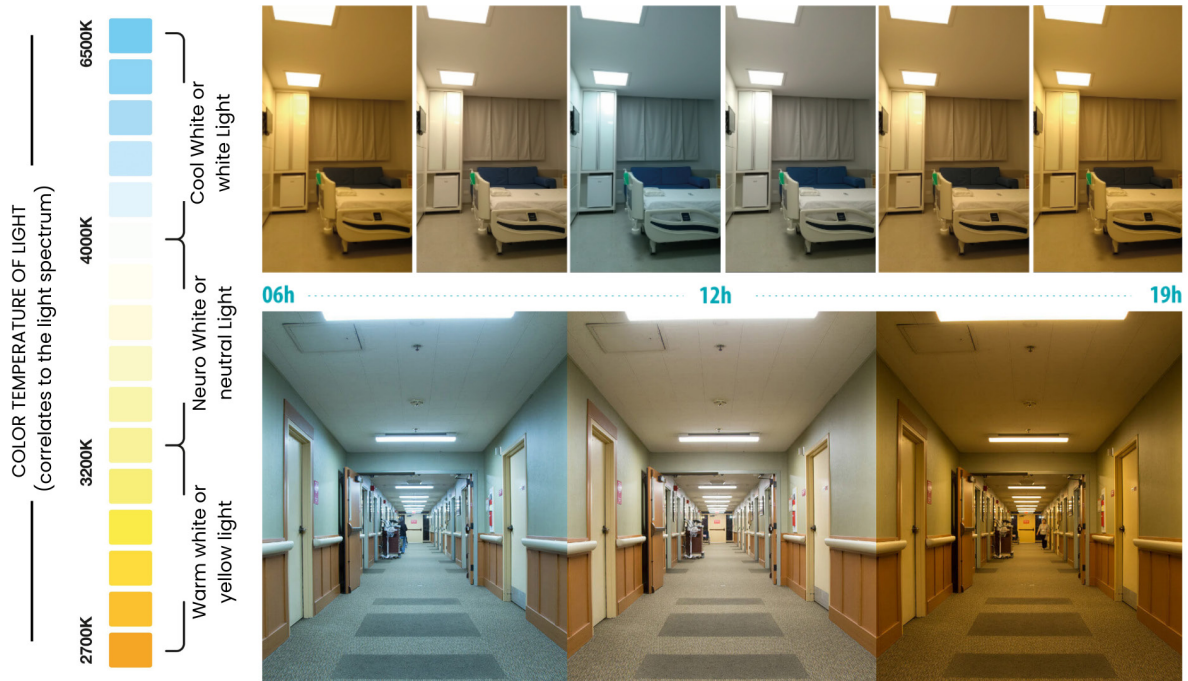


Illustration 11. Tunable white system used in hospitals' patient rooms and corridors.
Source: Adapted from lumicenteriluminacao.com.br (2020).

Finally, if the hospital staff can adapt lighting according to patients' preferences, drug therapy is likely to be more efficient, besides reducing patients' and relatives' stress and mental exhaustion, according to Maslin (2022) (Illustration 12). For the healthcare team, more efficient lighting systems can contribute to increased productivity and well-being in the workplace (Edelstein, 2005).



Illustration 12. Using technological devices to adjust variables of temperature, acoustic and lighting inside patient's room at Shawn Jenkins Children's Hospital. Source: perkinswill.com (2022).

Degree of stimulation and operational systems

When considering adjustments in hospital environments to meet the needs of neurodivergent people, it is essential to consider their hyposensitivity or hypersensitivity towards specific sensorial experiences, a distinguishable characteristic of such a population. As stressed by Neumann *et al.* (2021), Aiochio and Queiroz (2020) and Mostafa (2010), different reactions connected to sensorial processing, classified as hyposensitivity or hypersensitivity, are common among neurodivergent people, as it happens with the Autistic Spectrum Disorder (ASD), shown in Table 1.

In situations where neurodivergent patients present specific neurological conditions concerning sensorial process, the presence of visual, auditory and odor stimuli might compromise the efficiency of hospital treatment, leading to irritability, in case of hypersensitive people. On the other hand, the lack of environmental stimuli may be a problem for those hyposensitive individuals, resulting in their inability to achieve a harmonious concentration in the environment (Maslin, 2022). Therefore, developing options that enable patients to control or choose the level of sensorial stimulation of their surroundings is key for the responsive design.

³ According to Kellert and Calabrese (2015), fractals refer to complex and recurring geometric figures that happen in nature and are incorporated to the built environment to create a visual and aesthetic connection with nature. They are mathematical patterns that are repeated in different scales. In the biophilic design context, the inclusion of fractals can be observed in architectural elements, interior design and landscapes, copying patterns found in nature, like leaves, flowers, clouds, mountains, among others. The idea is to create environments that evoke natural complexity and beauty.

⁴ Biophilic design was conceived by Kellert and Calabrese (2015). It is an architecture and design approach that aims at integrating natural elements and patterns found in nature into the built environment. Such an approach focuses on developing spaces that forward emotional and physical connections between people and nature, aiming at improving well-being, productivity and quality of life. Biophilic derives from biophilia, which refers to human beings' innate fondness towards nature.

Offering patients opportunities to choose from is a valid strategy in hospital environments (Maslin, 2022). Efficient strategies include reducing visual confusion to a minimum, creating silent and tech-free zones, and adding rest and relief clusters in areas of people flow, as appointed by Horn (2016).

The careful choice of colors plays a relevant role. Shades of blue and green tend to calm down and soothe, while yellow, orange and red tend to stimulate and excite. Unharmonious or conflicting colors, often ignored by neurotypical people, can deeply disturb those with increased sensitivity (Bury *et al.*, 2020).

Besides colors, patterns and textures also contribute to sensorial stimulation. Predictable patterns, symmetry or fractals³ can help neurodivergent people to comprehend, manage and assess their cognitive conditions, while organic patterns and natural texture can be more comprehensible and soothing for this population (Armstrong, 2011; Mandelbrot, 1975).

According to Ben-Alon *et al.* (2019), for neurodivergent people, natural material is usually more intelligible, soothing and able to increase the mood when compared with synthetic material. In general, the principles of biophilic design⁴, applied to neuroarchitecture, show overarching beneficial impacts for healthcare professionals' well-being and patient recovery, both neurotypical and neurodivergent (Illustration13).



Illustration 13. Biophilic design represented by aspects that refer to the ocean floor applied to an MRI suite at Shawn Jenkins Children's Hospital. Source: perkinswill.com (2022).

The discussion concerning responsive architecture in hospital environments, with focus on neurodiversity, reflects an increasing awareness over the importance of meeting the needs of neurodivergent people. Sensorial stimuli significantly affect the experience of neurodivergent patients, who can be either hypersensitive or hyposensitive. This group, especially children, tend to spend more time in healthcare facilities due to overlapping health issues, like gastrointestinal disorders, epilepsy, and sleeping disorders. Moreover, mental health issues, like anxiety and depression, also prevail in this group, which was aggravated after the pandemic.

Upon designing a hospital environment responsive to all, it is crucial to provide a variety of options to enable users to have a space that meets their specific needs for the required task (O'Haire, 2017). Every aspect of the space – color, lighting, furniture, elements within their visual reach and sensorial stimuli – must be designed with purpose and intention, as mentioned above.

For an efficient approach of the neurodivergent population, it is fundamental to apply responsive design, prioritizing, above all, intelligibility, repetition, predictability and patient's control over the environment. This implies developing spaces with little sensorial stimuli that enables adjustable lighting and removes noise devices and automatic equipment. Architectonic strategies that foster control over the environment, like the use of consistent colors and intuitive handling, are key to creating a soothing and able-to-control ambience for patients.

Besides physical design, operational and technological strategies, like mobile applications and alternative therapies, play an important role in improving neurodivergent patients' experience. Reducing interpersonal interactions and incorporating health-wise technological information might reduce anxiety and provide a platform that enables written communication, making the experience more comfortable.

An interesting example of how to apply technology in the hospital environment was employed at Thompson Autism and Neurodevelopmental Center – CHOC (Illustration 14). In the lobby of the new Bill Holmes Tower, an interactive show called *Turtle Talk with Crush* was installed, which was donated by Walt Disney Imagineering. In this case, technology, with the use of virtual reality, enables hospitalized patients to interact with characters from the movie *Finding Nemo* (Choc, 2020).



Illustration 14. The partnership between CHOC and Disneyland Resort has been magical from the beginning, enhancing the recovery of patients in the pediatric wing of the hospital. Source: choc.org (2021).

Conclusions and recommendations

Architecture responsive to neurodiversity plays a key role in the promotion of well-being and in the development of inclusive environments. By following the guidelines, architects can significantly contribute to the improvement of neurodivergent patients' experience in hospital

environments. Understanding the specific sensorial and cognitive needs of this population is vital for the development of spaces that not only fulfill clinical requirements but also further a sense of safety, comfort and autonomy. Upon investing in the implementation of these practices, healthcare facilities might become more accessible, cozier and efficient for all the diversity of users.

. **Wayfinding and spatial organization:** it must prioritize intuitive design, with clear wayfinding elements to ease spatial orientation; use distinguishable visual landmarks and focal points to help identify places and directions; avoid confusing repetitions of spaces or identical features, fostering a readable order.

. **Spatial choices:** it must provide a variety of configurations to enable users to choose appropriate environments to their needs; develop shared spaces to enhance socialization and smaller spaces for individual refuge; reduce overwhelming sensorial stimuli and offer options to control the environment.

. **Acoustic quality:** it must integrate efficient acoustic solutions to create a variety of auditory configurations; avoid the overload of noise, especially in sensitive areas, and consider sound masking technology; ensuring clear and consistent signs to facilitate wayfinding in complex environments.

. **Thermal comfort:** it must offer individual control of temperature to meet individual thermal preferences; control solar gains and improve external coating to ensure thermal comfort in the environment; design spaces with varied thermal characteristics so users can choose places aligned to their thermal needs.

. **Lighting and degree of stimulation:** it must use natural light whenever possible, with big windows and outdoor areas; adopt adjustable lighting systems that enable changes in the intensity and temperature of the light throughout the day; consider the use of high-quality LED technology to reduce glow and provide visual comfort.

. **Operational systems:** it must integrate operational strategies, like mobile applications, to reduce interpersonal interactions and allow patients to have control; explore alternative therapies and technologies, such as virtual reality, to improve the experience of the neurodivergent patient; implement systems that further individual choices, enabling a more customized environment.

Therefore, in a context where every user's health and well-being are a priority, the architecture aimed at hospital environments responsive to neurodiversity comes across as crucial for a holistic and sympathetic

approach. Neuroscience applied to hospital architecture can provide a solid foundation to guide such efforts, aiming at developing truly inclusive and beneficial environments. Although there is no single solution, the continuous implementation of these architectonic strategies can provide flexible, safe and welcoming spaces. To enable supportive and qualitative experience, further research is necessary to adapt the proposed guidelines to the several needs of the neurodivergent population. Committing to a responsive architecture in healthcare environments is essential to promote well-being and efficient treatment for the neurodivergent population, who is in constant evolution.

References

- AIS, The American Institute of Stress. **Workplace Stress: Are you experiencing workplace stress?** AIS, 2013. Disponível em: <https://www.stress.org/workplace-stress>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- ALBUQUERQUE, D. DA S., SILVA, D. S., e KUHNEN, A. Preferências Ambientais e Possibilidades de Restauro Psicológico em Campi Universitários. **Psicologia: Ciência e Profissão**, 36(4), 893–906, 2016. Disponível em: <10.1590/1982-3703002972015>. Acesso em: 15 out. 2023.
- AIOCHIO, Geovana dos Santos, QUEIROZ, Virginia Magliano. Arquitetura e autismo: orientações para espaços terapêuticos, p. 925-937. In: **Anais do VIII Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído e do IX Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral**. São Paulo: Blucher, 2020.
- ARMSTRONG, Thomas. **The Power of Neurodiversity Unleashing the Advantages of Your Differently Wired Brain**. Hachette Books, 2011.
- AWADA, M. *et al.* Cognitive performance, creativity and stress levels of neurotypical young adults under different white noise levels. **Sci Rep**, 2022.
- BEN-ALON, L. *et al.* The Biophilic Power and Environmental Urgency of Earthen Construction. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 290, n. 1, p. 012006, 1 jun. 2019.
- BOUBEKRI, M. *et al.* Impact of windows and daylight exposure on overall health and sleep quality of office workers: A case-control pilot study. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, 4(05), 461-466, 2014.
- BOURNE, Angela *et al.* **Designing for Autism Spectrum Disorders**. 1. ed. [S. l.]: Routledge, 233p., 2016.
- BURY, S. M., HAYWARD, S. M., DISSANAYAKE, C., e HEDLEY, D. **Supporting a neurodiverse workforce: A mental health and well-being resource and training package**. Melbourne: La Trobe University, 2020.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION – CDCP. **Autism Spectrum Disorder Data and Statistics**. Atlanta, Georgia: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, 2022.
- CHOC. CHOC **Children’s Partnership with the Disneyland Resort has Been Magical from the Start**. Disponível em: <<https://www.choc.org/articles/choc-childrens-partnership-with-the-disneyland-resort-has-been-magical-from-the-start/>>. Acesso em: 6 out. 2023.

DOKMANIĆ, I., PARHIZKAR, R., WALTHER, A., LU, Y. M., e VETTERLI, M. Acoustic echoes reveal room shape. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 110(30), 12186–12191, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1073/pnas.1221464110>>. Acesso em: 2 dez. 2023.

DOYLE, N. **Neurodiversity at work**: A biopsychosocial model and the impact on working adults. Br Med Bull, 2020.

EDELSTEIN, E. **Influence of Architectural Lighting on Health**. Implications, 2005.

EMAR, M., SMITH, E., COATS, T. J. **Background noise in an Emergency Department**: an observational study from staff and patient perspectives. Medrxiv, n. Disponível em: <<https://doi.org/10.1101/2022.05.20.22275148>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

FEINSTEIN, Adam. **Autism Works**: A Guide to Successful Employment Across the Entire Spectrum. Routledge, 2018.

GRESSLER, S. C. e GÜNTHER, I. A. Restorative environments: Definition, history, approaches and research. **Estudos de Psicologia**, 18(3), 487–495, 2013. Disponível em: <[10.1590/S1413-294X2013000300009](https://doi.org/10.1590/S1413-294X2013000300009)>. Acesso em: 15 dez. 2023.

HEERWAGEN, J., e BLOOM, M. **Sound Matters – How to Achieve Acoustic Comfort in the Contemporary Office**. GSA Public Buildings Service, 2011.

HONEYBOURNE, V. **The Neurodiverse Workplace**: An Employer's Guide to Managing and Working with Neurodivergent Employees, Clients and Customers. Jessica Kingsley Publishers, 2019.

HORN, V. L. **Service Animal Relief Areas**: Guidance and Best Practice [PowerPoint presentation]. 7th Annual FAA National Civil Rights Training Conference for Airports, Washington, DC, United States, 2016. Disponível em: <<https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/>>. Acesso em: 17 dez. 2023.

HUIBERTS, S. **Light, space and mood**: How natural light in architecture affects mood and health. Amsterdam: University of Amsterdam, 2015.

JOYE, Y. Architectural Lessons from Environmental Psychology: The Case of Biophilic Architecture. **Review of General Psychology**, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1037/1089-2680.11.4.305>>. Acesso em: 7 jan. 2024.

KAPLAN, R. **The role of nature in the context of the workplace**. Landscape and Urban Planning, 26, 1993, p.193–201, 1993.

KAPP, S. **Autistic Community and the Neurodiversity Movement**: Stories from the Frontline. Singapore: Palgrave Macmillan, 2020.

KELLERT, S. R. The biological basis for human values of nature. In: VALDÉS-PÉREZ, G. (ed.). **Ethical Land Use: Principles of Policy and Planning**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2012.

KELLERT, S. R., CALABRESE, E. F. **The practice of biophilic design**. 2015. Disponível em: <<https://www.biophilic-design.com/>>. Acesso em: 8 dez. 2024.

LARGO-WIGHT, E., CHEN, W. W., DODD, V., e WEILER, R. Healthy Workplaces: The Effects of Nature Contact at Work on Employee Stress and Health. **Public Health Reports**, 2011.

MACHADO, A. C. C. DE P. *et al.* Processamento Sensorial no Período da Infância em Crianças Nascidas Pré-Termo: Revisão Sistemática. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 35, n. 1, p. 92-101, 2017.

MANDELBROT, B. B. **The Fractal Geometry of Nature**. W. H. Freeman and Company, Nova Iorque, 1975.

MASLIN, Steve. **Designing Mind-Friendly Environments Design and Architecture for Everyone**. Jessica Kingsley Publishers, 2022.

MOSTAFA, Magda. Housing Adaptation for Adults with Autistic Spectrum Disorder. **Open House International**. 35. 37-48, 2010. Disponível em: <10.1108/OHI-01-2010-B0004>. Acesso em: 16 dez. 2023.

NEUMANN, Helena Rodi; MIYASHIRO, Larissa Akemi Silva; PEREIRA, Larissa Victorino. Arquitetura Sensível ao Autista: quais diretrizes de projeto adotar? **Estudos em Design**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 60-77, 29, 2021.

O'HAIRE, M. Research on animal-assisted intervention and autism spectrum disorder, 2012-2015. **Applied developmental science**, 21(3), 200-216, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10888691.2016.1243988>>. Acesso em: 20 jan. 2024.

O'MALLEY, M., INNES, A. e WIENER, J. M. (Dis)Orientation and Design Preferences Within an Unfamiliar Care Environment: A Content Analysis of Older Adults' Qualitative Reports After Route Learning. **Environment and Behavior** 54, no. 1, pp. 116-42, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0013916520953148>>. Acesso em: 15 jan. 2024.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE – OPAS. Saúde mental dos adolescentes – OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde, 2022.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE – OPAS. The Covid-19 Health Care Workers Study (Heroes) Informe Regional De Las Américas, 2022.

OZEL, M.; OZEL, C. Effect of window-to-wallarea ratio on thermal performance of building wall materials in Elazığ, Turkey. **PloS one**, vol.15, n. 9, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237797>>. Acesso em: 15 dez. 2023.

PAIVA, A. The role of the physical environment on memorization of experiences: perspectives and possibilities. **Conference of ANFA SYMPOSIUM**, 2021.

PECCIN, A. **Iluminação Hospitalar**. Estudo de caso: espaços de internação e recuperação. Faculdade de Arquitetura, Tese de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2002.

POLANCZYK, G. Pandemia é responsável por cerca de 36% dos casos de depressão em crianças e adolescentes. **Jornal da USP – Atualidades**, 2021.

ROSQVIST, H. B. B.; CHOWN, N.; STENNING, A. **Neurodiversity Studies**, A New Critical Paradigm. Routledge, 2020.

SUNDELL, H. L. *et al.* Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. **Indoor Air**, 2011, vol.21, pp.191-204.

TADEU, A. J. B; MATEUS, D. M. R. Sound transmission through single, double and triple glazing. Experimental evaluation. **Applied Acoustics**, 2021, vol.62, n.3, pp.307– 325, 2011.

Author

Ciro Férrer Herbster Albuquerque Architect and urban planner. Consultant and academic researcher with a focus on Human Aging, Cognitive Health, Rights to the City, Urban Planning and Neurodegenerative Conditions. Master's student in the Architecture, Urban Planning and Design Program, Research Line of Urban Planning and Right to the City, PPGAU+D, at the Federal University of Ceará (UFC). Post-graduate degree in Gerontology; Neuroscience and Human Behavior; Neuroscience and Learning; Neuroscience applied to Architecture, Urban Planning and Design. Member of the Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA), the Brazilian Society of Geriatrics and Gerontology (SBGG), the Brazilian Association of Ergonomics (ABERGO) and the International Network of Sustainable Actions (RIAS). Contacts: ciro.ferrer@hotmail.com or ciro.ferrer@alu.ufc.br | +55 (85) 99917.6340.

Healthcare 4.0 and Lean Healthcare in Santa Catarina hospitals: mapping adoption and exploring integration

Authors

João Paulo Lucchetta Pompermaier Federal University of Santa Catarina – UFSC

Julia Madrid Kaefer Federal University of Santa Catarina – UFSC

Lizandra Garcia Lupi Vergara Federal University of Santa Catarina – UFSC

DOI: 10.62558/2358-3630/22.03.03

Abstract

Healthcare has been changing at a rapid pace, keeping up with significant global transformations resulting mainly from technological advances and medical and scientific knowledge. Given the growing demand for quality and optimization of hospital resources, this study aims to investigate the integration of healthcare 4.0 technologies and lean healthcare practices in hospitals in the state of Santa Catarina by conducting semi-structured interviews with managers of public and private institutions. Among the technologies incorporated, electronic medical records, telemedicine, artificial intelligence, robotics and advanced imaging exams stand out, bringing benefits such as agility, safety and process optimization, but also challenges such as cost and resistance to change. The results indicate that lean healthcare practices are not widely used, and many institutions are unaware of their application. The challenges in implementing new technologies and practices are similar in the institutions studied, highlighting common barriers in the hospital sector.

Keywords

healthcare 4.0; lean healthcare; hospital management.

Introduction

Health has been changing at a rapid speed, and the causes may be related to the progress of technology as well as of medical and scientific knowledge, changes in the epidemiologic dynamics, the growing number of chronic patients, population growth and increased lifespan (Mendonca; Rodrigues, 2023). Such transformations call for overarching changes in the organizational structures of hospitals, which depend on the engagement of managers to make long-term decisions aligned to the organization's goals and strategic planning.

The increasing demand for quality healthcare services and the need to optimize hospital resources have boosted the search for innovative solutions. Institutions have been dealing with significantly high costs and a skyrocketing rise in patient demands, leading to "higher costs and expensive assistance; by contrast, the investment in optimizing the area agility does not grow in the same proportion" (Chaves; Daú; Scavarda, 2024, p. 2). In this context, two concepts come as change enablers: healthcare 4.0 and lean healthcare.

The term healthcare 4.0 came from the Fourth Industrial Revolution as a structure to enable the connection, automatization and automation of healthcare services, increasing efficiency, efficacy, accessibility, quality and the customization of the services offered to the population (Al-Jaroodi *et al.*, 2022). Healthcare 4.0 "serves as a technologic catalyzer that enhances rapid growth, by integrating cutting-edge industrial technologies" (Gupta; Singh, 2023, p. 933), via the improved interconnection between physical and digital aspects and solutions provided by innovative information and communications technologies (Mukhopadhyay; Banerjee; Das Mukhopadhyay, 2024). The technological development forwarded by this concept had to resolve high expectations or at least minimize some of the issues pointed out in the beginning of this introduction (Mendonca; Rodrigues, 2023).

Lean healthcare practices, on the other hand, regard the implementation of the lean approach to hospital services, aiming at decreasing waste and improving processes. The basic principle is to "doing increasingly more with increasingly less resources – whether that resource is human, an equipment, time and/or space" (Souza Lima, 2022, p. 5). Therefore, it is "a set of tools and a management system, a method that advances ongoing improvements and the engagement of employees, an approach that enables us to handle really important problems" (Graban, 2013, p. 3).

Since the 90's, healthcare professionals began to seek inspiration in other areas, willing to face challenges concerning the quality and the costs of

services (Shortell; Bennett; Byck, 2001). In this context, lean healthcare emerged as a strategy to decrease or eradicate waste and activities that do not add value to healthcare processes. Therefore, employing lean to enhance hospital assistance efficiency was recognized as a proficient approach to reduce expenses and improve results (Montesarchio *et al.*, 2012; Tlapa *et al.*, 2020).

Combining both approaches (healthcare 4.0 and lean healthcare) can represent relevant advancements in hospital management, causing impacts in quality and safety regarding patient, costs, waiting time, team disposition (Graban, 2013). Healthcare 4.0 plays a crucial role in the improvement of the entire healthcare system, making processes better, reducing medical errors, helping the decision-making process and refining patient care (Al-Jaroodi; Mohamed; Abukhousa, 2020), therefore it is a strong concept to help the country reach new standards in health policies (Valentim *et al.*, 2018). Such integration, however, is also associated with challenges, especially in developing countries, like Brazil, where budget and infrastructure restrictions might hamper implementation. Moreover, technologies are evolving faster than organizational cultures, which contributes to the increasing difficulties concerning human resources, finances, physical implementations and patient safety (Thimbleby, 2013).

Considering the above matters, understanding how healthcare 4.0 and lean healthcare can help hospitals is crucial to propose guidelines that foster institutions modernization and improvement. Therefore, this study aims at investigating the integration of healthcare 4.0 technologies and lean healthcare practices in the operational efficiency and quality of the assistance provided at hospitals in the state of Santa Catarina, Brazil.

Santa Catarina was chosen for its outstanding hospital network, which includes institutions that are a reference in innovation and health management, providing the ideal scenario to investigate the proposed concepts. Moreover, it was necessary to limit the sample in order to carry out a more comprehensive and contextualized analysis, which could help to understand the concepts being study, considering that Santa Catarina has socio-economical and hospital characteristics that enable an assessment concerning the incorporation of healthcare 4.0 technologies and lean healthcare practices in a specific local scenario, favoring the collection and analysis of data regarding local singularities.

Methodology

This is applied research consisting of field data collection, aiming at practical solutions for specific matters. With a qualitative approach, this

research is classified as exploratory with the purpose of advancing the comprehension of the issue being studied, forwarding its explanation and enabling hypotheses (Gil, 2002).

The methodology was structured into three main phases: (1) contextualization; (2) semi-structured interviews; (3) data analysis and interpretation of results.

Phase 1: Contextualization

Literature review was carried out through overarching research in papers published on a national and international academic and scientific basis, besides thesis, dissertations and books. The purpose was to deepen the knowledge concerning the main concepts of this study: healthcare 4.0 and lean healthcare. The review helped mapping healthcare 4.0 emerging technologies already implemented or in process of employment in hospitals, as well as analyzing the state of art of lean practices within the hospital context. Therefore, it was possible to identify gaps, benefits and challenges of such technologies and practices, providing the base for the development of this research and the discussion of the results obtained.

Phase 2: Semi-structured interviews

Interviews are the main method of primary data gathering and offer important flexibility to the work, as interviewers can repeat or explain questions, framing them accordingly, clarifying definitions to guarantee their intelligibility. Mostly, interviews offer the opportunity to obtain data that cannot be found in theoretical sources, although those are equally relevant to the research, besides making it possible to assess interviewees' attitudes, observing what they say and how. The semi-structured approach also allows flexibility concerning the answers, since interviewees might share information that was not primarily envisaged in the script, hence enriching data analysis (Gil, 2002).

For this research, twelve hospital managers working in public and private institutions of Santa Catarina were interviewed; the interviews were carried out via videoconference and followed a pre-established script (Table 1). The interviews were framed to explore, in depth, the employment of healthcare 4.0 technologies and lean healthcare practices in hospitals.

Part I: Social and demographic data	
1	Education
2	Work experience
3	Institution (public or private)
4	Position
5	Time in position
Part II: Specific data	
1	What emerging technologies have been implemented in your hospital?
2	What were the benefits and challenges linked to this implementation?
3	Have lean healthcare practices already been implemented in your hospital?
4	What were the benefits and challenges linked to this implementation?
5	Have emerging technologies being integrated with lean healthcare practices?
6	If so: how has this integration been carried out in your hospital, can you give concrete examples? What were the benefits and challenges identified?
7	If not: how could such an integration contribute to your hospital?

Table 1. Script for the semi-structured interviews. Source: Authors, 2025.

Participants were recruited in September and October 2024, through a simple random sample, which consists in randomly choosing participants from the target determined in the research (Gil, 2002). Hospitals were mapped from the Healthcare Facility National Register (CNES), regarding the state of Santa Catarina. The contact with the target was directly via hospitals, addressing their managers with an invitation to participate voluntarily, anonymously and confidentially in the research.

According to data from 2024, provided by the Hospital Policy and Management Observatory (OPGH), from Oswaldo Cruz Foundation (FIOCRUZ), gathered from CNES, in Santa Catarina there are 306 hospitals, divided into isolated day hospital, specialized hospital, general hospital, policlinic/specialty center/natural birth centers and emergency rooms/emergency services. Additionally, those categories were further divided into profitable private institutions, non-profitable private institutions, public institutions, and teaching institutions. The sample of 12 hospital managers in the research corresponds to 3,92% of all hospitals.

Phase 3: Data analysis

The answers from the interviews were analyzed as proposed by Bardin (2016). The purpose of such analysis is to transform the gross data from the answers through a process that cuts, gathers and lists information to present a clear representation of the content, highlighting the main characteristics from the text.

There are three phases to data analysis: (i) pre-analysis; (ii) exploration of material; (iii) result processing, inference and interpretation (Bardin, 2016). The pre-analysis phase consists of primary organizing, transcribing and reading documents, as well as conceiving indicators to underpin the final interpretation. Material exploration means to codify, decompose or list data, transforming the gross information into units for analysis via patterns, repetitions and meanings that were identified in the material studied. Finally, during the result processing, inference and interpretation phase, results are processed, interpreted and analyzed. Then, based on the answers obtained in the interviews and on the theory adopted, inferences, i.e., logical deductions, are carried out.

Results e discussions

The research results present a panorama of Santa Catarina hospitals regarding the integration of healthcare 4.0 technologies and lean healthcare practices, which count on the participation of twelve hospital managers from different institutions and locations, as shown in Illustration 1.



Illustration 1. Geographic distribution of participants. Source: Authors, 2025.

The geographic distribution encompassed by the research refines the results and enables a panorama that is true to the reality of Santa Catarina across its different regions.

Regarding the social and demographic data of participants, it is possible to define their profile: 58,3% come from public institutions and 41,7% from

private ones. Professional education was varied, with nurses prevailing, with varied professional experience. Illustration 2 presents a social and demographic infographic of the participants, with the main category data of the sample.

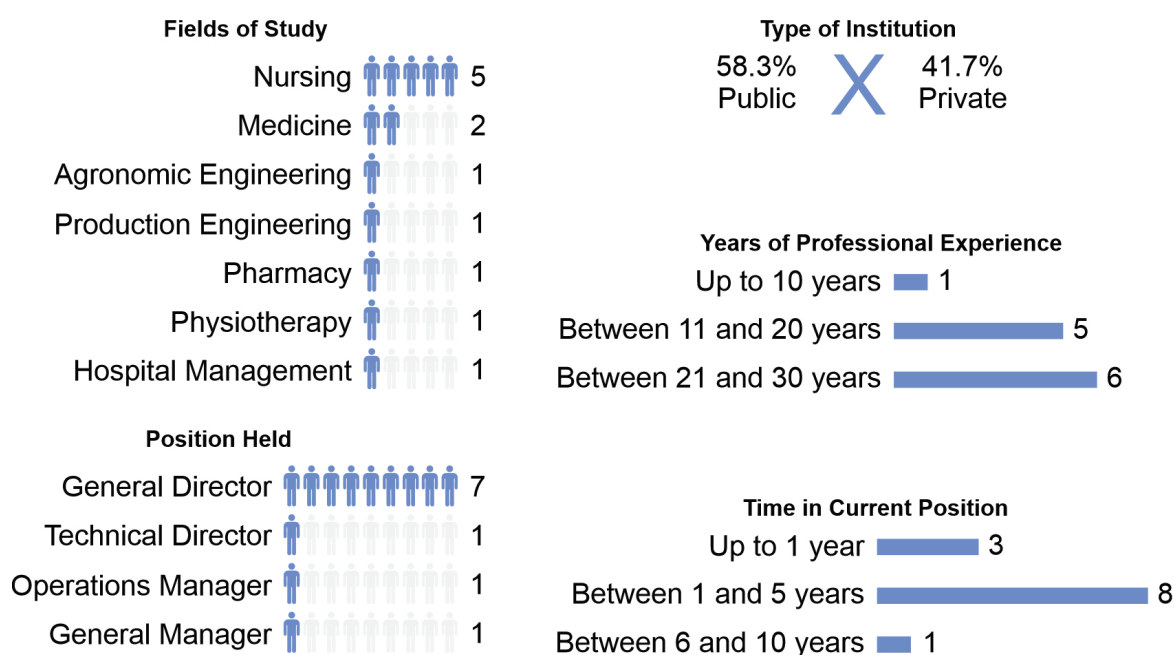


Illustration 2. Social and demographic infographic of participants. Source: Authors, 2025.

First, participants were asked: “What emerging technologies have been implemented in your hospital?”. Their answers resulted in the categorization presented in Table 2.

Category	Subcategory	Recurrence
Electronic medical records	Fully implemented	9
	Partially implemented	1
	Implementation in progress	1
Telemedicine	Fully implemented	4
	Partially implemented	1
	Implementation in progress	1
Artificial intelligence	Partially implemented	5
Robotics	Partially implemented	2
Advanced imaging exams	Fully implemented	4
	Partially implemented	2

Table 2. Categorization of emerging technologies implemented. Source: Authors, 2025.

Most hospitals confirmed the use of electronic medical records, which is currently considered the main technological tool for the optimal functioning of hospital units. One of the interviewees (E4), however, emphasized the partial implementation of the system, whereas hybrid (written and digital) documents are used for medical record; another one (E7) said that the system is in phase of implementation, via the digitalization of hospital processes.

Telemedicine was boosted during the COVID-19 pandemic; however, its use is still limited within tertiary healthcare system (Lima *et al.*, 2022). Some managers said its use is aimed at remote diagnosis; however, there is a noteworthy preference for not using it in hospitals. E11 explains that telemedicine makes it easier to remotely handle imaging exams, like tomography, ultrasound, R-ray and electrocardiogram, advancing the efficacy of the radiology services. Therefore, exams are carried out in the hospital, but the report can be done remotely. That is beneficial for both doctors, who do not need to be present, and patients, who can access their exams remotely. In E9's hospital, telemedicine was implemented in 2014, mainly focusing on the journey of oncologic patients. Nowadays, E9's hospital is a reference to 52 municipalities, employing telemedicine to optimize the assistance and forward these patients' follow-ups. On the other hand, E8's hospital does not employ telemedicine, but E8 believes that it is an important tool to resolve several existing problems.

Regarding artificial intelligence (AI), it is noteworthy that its use has been widely spread, especially in tomography and MRI, advancing the issue of reports, clinical pharmacy and Diagnostic Imaging Center (DIC), as well as administrative/management processes.

AI has become an essential tool in medicine, being broadly used in several areas, like diagnosis and treatment, thanks to its capacity to reproduce human thought and store great amount of information (Leite, 2019). This technology is already applied to several areas of expertise to prevent and analyze medical images, enhancing patient health (Arias, 2019). Moreover, AI helps to identify diseases and provide more accurate diagnosis, with the advantage of detecting patterns that human beings often cannot (Santos, 2021). AI also allows real-time data update, which improves hospital management and the prevention of complication, therefore avoiding a collapse in the healthcare system (Tomás, 2020).

Robotics is still restricted to a few hospitals, being mentioned only by two interviewees (E4, E6) as partially implemented. It is emphasized that its use is mainly limited to surgical processes. Regarding advanced imaging exams, interviewees reported full or partial implementation, highlighting mainly tomography, MRI, ultrasound and X-ray.

Regarding the comprehension of emerging technologies, participants answered the following question, "What were the benefits and challenges

linked to this implementation?”. Table 3 presents the categorization of the answers, showing the viewpoint of the managers interviewed.

Category	Subcategory	Answer
Benefits	Promptness	Reduced duration of exams
		Possibility to access data from different hospitals
		Faster information transmission
		Fast access to electronic medical records
		Faster and more economic processes
	Safety	Integration with AI to support decisions
		Better understanding of patient record
		Better cost control
		Reduced human risks
		Increased safety via digitalization
	Paperless systems	Information integration
		Cost reduction via digital tools
	Service quality	Telemedicine avoids patient displacement
		Improved service quality
		Reduced human cost and more safety
		Digital tools provide better assistance
	Process optimization	Process automation
		Process standardization and optimization
		Improved information flow
		Real-time internal control
Challenges	Cost	Limited financial resources
		High cost of implementation
		Difficult to measure financial return
	Reluctance to change	Professionals are reluctant
		Difficult to choose what adds value
		Cultural reluctance to technology
	Specialized knowledge	Professionals must evolve
		Difficult to find the right tools
		Qualified workforce
	System integration	Need for standardization among all hospitals in Santa Catarina
		System expansion for primary and secondary levels

Table 3. Categorization of benefits and challenges regarding the incorporation of emerging technologies. Source: Authors, 2025.

It is noteworthy that the benefits are strongly connected with enhancing the efficiency of processes and the quality of assistance, while the challenges usually involve financial, cultural and knowledge barriers.

Among the main benefits, speeding up processes is widely recognized. E2 affirms that in his/her hospital, for example, replacing an old CT scan with a more modern one has significantly reduced the duration of the exam, which directly reflects on the hospital's assistance capability and operational efficiency. An additional recurring benefit is the safety enabled by new technologies, whether in data and medical report protection, as reported by E7, whether in the optimization in the use of antibiotics and infection control, as exemplified by E8. Those tools not only improve the quality of assistance but are also money-savings, by avoiding unnecessary costs with procedures and reducing treatment response time.

However, the challenges are sweeping, especially in institutions that rely on public resources. The matter of the cost was massively mentioned by some managers, like E3, E5 and E6, who said that the lack of resources limits the standardization and development of such technologies in every hospital in Santa Catarina. Besides, it is still very hard to measure the financial return on many of those investments, posing a risk for hospitals facing financial difficulties.

Reluctance to change is also a significant challenge. E3 mentions how difficult it is to convince professionals to use digital tools, such as electronic medical records, a barrier that compromises the efficiency of the process.

Another issue mentioned was the lack of workforce. According to E8, there is a lack of professionals with the necessary knowledge to operate the new tools and technologies, limiting the full employment and usage of such innovations. That was emphasized by E6, who pointed out the difficulty in choosing which technologies truly add value and reduce costs, considering the vast possibilities available in the market and the lack of expertise in carrying out a cost-benefit assessment.

Afterwards, participants were asked, "Have lean healthcare practices already been implemented in your hospital". Table 4 shows the analysis of the answers obtained, presenting in detail which practices were incorporated or not.

Interviewee	Incorporation	Details
E1	Partial	Implementation of internal control and ongoing processes within emergencies and other operational areas.
E2	Yes	Participation in several programs offered by the federal government and partnerships with renowned institutions (Albert Einstein Israeli Hospital, Sirio-Lebanese Hospital and Moinhos de Vento Hospital).
E3	In process	Gradual implementation of lean.
E4	No	Cannot remember clear examples of lean practices but mentioned a “zero-paper” guideline and system integration.
E5	No	-
E6	Yes	Lean implementation in emergency rooms and surgery center with the consultancy from Sirio-Lebanese Hospital. There were noteworthy results in reducing overcrowding.
E7	Yes	Involved with several programs aimed at continuous improvement process optimization, including accreditation and the use of Diagnosis Related Groups (DRG).
E8	No	-
E9	Yes	Lean is implemented in emergency rooms, surgery center and oncology, helped by specific consultancies from major hospitals [did not mentioned names].
E10	In process	Participation in the program to implement lean practices in emergency rooms; now they will participate in the second phase: lean in the surgery center.
E11	No	-
E12	Yes	The hospital received a level 1 certification by the National Accreditation Organization (ONA), which requires the implementation of process optimization and time management, for example.

Table 4. Incorporation of lean healthcare practices. Source: Authors, 2025.

The incorporation of lean healthcare practices in hospitals shows a rather diversified scenario, as observed from the answers given by the managers. While some hospitals are ahead in the implementation of such practices, others are still in the beginning or haven't even started the process yet.

Among hospitals with lean practices, there were some successful examples, like the one mentioned by E2, whose hospital participated in several national programs teamed up with renowned institutions, like Albert Einstein Israeli Hospital, Sirio-Lebanese Hospital and Moinhos de Vento Hospital. Such an involvement has enabled significant improvements in areas like infectious diseases and cost management. E6 said that a consultancy from Sirio-Lebanese Hospital advanced the employment of lean in emergencies and the surgery center, leading to the decrease of overcrowding and the optimization of process in the ER. E9 mentions the implementation of lean in emergencies, surgery

and oncology, with positive results: the average length of patient hospitalization was reduced from 6,6 days to 3,2 days, while the number of monthly surgeries in the surgery center has doubled, from 700 to 1,400. The interviewee explained that this progress was achieved thanks to the eradication of waste and the implementation of lean methodology, which has been successfully employed in the hospital for four years in a row.

The project "Lean in Emergencies" aims primarily at reducing overcrowding and improving the duration of the assistance in urgencies and emergencies rooms of public and non-profitable hospitals in Brazil. Started in 2017, by Sirio-Lebanese hospital, it is an initiative proposed by the Ministry of Health via its Assistance Program for the Institutional Development of Unified Health System (PROADI-SUS), which proposes the employment of lean to optimize assistance flows and improve the quality of services. Lean methodology focuses on identifying and eradicating waste, offering tools that enable a best understanding of processes and increase organizational efficiency. The team in charge of the project is interdisciplinary and combines on-site and remote activities, using DMAIC methodology (Define, Measure, Analyze, Implement, Control) to train professionals and ensure the continuous improvement of healthcare services. Therefore, "Lean in Emergencies" not only fosters operational efficiency but also enhances the value of the services offered to patients (PROADI-SUS, 2023). Phase II of the program encompasses the implementation of lean practices in the surgery center, with the same goals and purposes as Phase I.

Other hospitals are in the initial stages of the implementation. As explained by E3: *"lean practices are being gradually implemented with focus on ongoing improvements"*. E7 said that *"we are involved in accreditation programs and protocols to optimize processes"*, especially in health assistance and administrative areas. The use of tools like Diagnosis Related Groups (DRG) is an example of how these practices can positively impact hospital management.

DRG is an assessment system used in hospitals to classify hospitalized patients based on similar medical conditions and similar levels of required resources during hospitalization. Developed between the decades of 1960 and 1970, by Yale University, in the United States, DRG was conceived to facilitate the management of hospital costs, correlating types of patients according to their treatment and the resources available (Mullin, 1986 *apud* Noronha *et al.*, 1991). This system is crucial for the financial management of healthcare institutions since it allow hospitals to classify severe cases – whose average length of stay does not exceed 30 days – in homogenous groups. This system considers variables like age, main diagnosis, comorbidities, complications and procedures carried out. Therefore, DRG not only helps allocating resources but also enables

a comparison of hospital performance, being widely used in several countries, with changes and improvements to suit local needs (Silva, 2019; Noronha, 2004).

On the other hand, there are hospitals where lean practices have not been employed yet or their use is still in early stages. E4, for example, does not remember specific practices, but highlighted the hospital's effort to eradicate the use of paper and integrate exams and medical prescription systems, a strategy that, although not officially lean, shares its principles of efficiency and waste eradication.

These changes found in the degree of lean practices employed might refer to several factors, like the availability of a specialized consultancy, the participation in government programs and the hospital organizational culture. When they were asked, "What were the benefits and challenges linked to this implementation?", most interviewees mention the optimization of process and the improvement of the services provided as key advantages. Such practices forward more efficient adjustments to the workflow, which will consequently lead to better patient care and safer assistance processes.

However, challenges are equally emphasized. Change reluctance is a common topic, since it is difficult for many professionals to adapt their usual practices to new methodologies. It is essential to invest in technical qualifications and training to guarantee that all professionals are aligned with lean practices' purposes. Moreover, system integration and information connection are critical matters that must be approached to enhance the benefits of digitalization and automation.

Financial challenges were also mentioned, especially in public institutions, where the operational cost and the need to make the best out of resources are usual. The lack of qualified professionals, especially in lower levels, poses an additional obstacle.

The last question inquired participants if emerging technologies and lean healthcare practices were integrated. The answers revealed a diversity of experiences and perspectives, highlighting both the benefits and the challenges associated with this integration.

Most answers (7 out of 12) indicate that there has not been an effective integration between emerging technologies and lean healthcare practices, especially due to the lack of financial resources and cultural resistance. However, there is a clear understanding (6 positive answers) regarding the benefits that would result from the integration, like improving organizational efficiency and patient safety. However, in most hospitals, such benefits are not yet fully evident.

On one side, some hospitals are advancing, through the installation and calibration of hospital management systems. This type of system has the potential to make process integration easier and improve organizational efficiency, minimizing waste and optimizing the use of resources. Others mentioned the importance of integrating vital sign monitors with hospital management systems, emphasizing that this automation could significantly improve healthcare quality.

However, most hospitals have faced financial difficulties over the last years, especially after the COVID-19 pandemic, which has deprived them of the investments in technologies that would be necessary to carry out the integration (ANAHP, 2024). Many interviewees highlighted the importance of changing the culture inside organizations. The reluctance of professionals in adopting new processes and their difficulty in understanding the importance of intersectoral collaboration were the critical points mentioned.

Additionally, not connecting hospital systems may result in errors and flaws in communication, which harms efficiency and patient safety. Managing data and developing informative dashboards are important steps towards the right direction, but many hospitals are still not able to fully carry out such an implementation.

Final considerations

Global transformations are boosting changes in healthcare structures, leading to the incorporation of new technologies and practices that enable the increase in productivity and waste reduction. Therefore, the purpose of this research was to investigate the integration of healthcare 4.0 technologies and lean healthcare practices in the operational efficiency and assistance quality in Santa Catarina's hospitals.

It became clear that while emerging technologies offer promising advancements for the hospital sector, its full potential will only be achieved when challenges regarding cost, training and reluctance to change are properly overcome. Healthcare institutions must work on strategies that encompass professional ongoing training, efficient resource management and team awareness, so they are more open to innovation. This will allow hospitals to make the best out of available technologies, ensuring safer, swifter and better assistance to patients.

Lean healthcare practices are a reality only in a few hospitals. Despite the efforts, many institutions still lack knowledge or do not even know how to implement them. When the implementation happens, it is limited to certain hospital sectors and results in significant improvements, as mentioned by managers interviewed.

The integration between emerging technologies of healthcare 4.0 and lean healthcare practices has great potential to transform the operational efficiency and the quality of the services. However, it faces relevant challenges, like lack of financial resources and cultural resistance. Overcoming these limitations is crucial so hospitals can receive the expected benefits and therefore contribute to a more efficient and patient-driven healthcare system.

This research offers support for hospitals and managers willing to incorporate emerging Technologies or lean healthcare practices, enabling the development of a culture that prizes for the reduction of waste and the improvement of patient assistance. In Santa Catarina, hospitals share a very similar reality. Although private hospitals have more financial resources, the challenges are the same, highlighting the barriers for the implementation of new technologies or practices.

For future research, it is recommended to broaden the study to other Brazilian states, enabling a panorama of healthcare 4.0 and lean healthcare practices that enlarges the geographic approach and better represents the national reality.

Ethical considerations

This research was submitted to the Ethics Committee in Research with Human Participants (CEPSH) of the Federal University of Santa Catarina (UFSC) (CAAE 81424924.0.0000.0121), which issued its approval via report number 7.157.381. The participants signed the Free and Informed Consent Term (TCLE), agreeing with their voluntary, anonymous and confidential participation.

Acknowledgments

This work was supported by the Brazilian Federal Agency for Support and Evaluation of Graduate Education – Brazil (CAPES), through the Academic Excellence Program (PROEX) and the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), with a scholarship in Productivity and Technological Development and Innovative Extension, granted to LGLV.

References

- AL-JAROODI, J. *et al.* Healthcare 4.0 Managing a Holistic Transformation. In: IEEE INTERNATIONAL SYSTEMS CONFERENCE (SYSCON), 2022, Montreal. **Anais...** Montreal: IEEE, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/SysCon53536.2022.9773863>.
- AL-JAROODI, J.; MOHAMED, N.; ABUKHOUSA, E. Health 4.0: On the Way to Realizing the Healthcare of the Future. **IEEE Access**, v. 8, p. 211189–211210, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3038858>.
- ANAHF. Associação Nacional de Hospitais Privados. **Hospitais reduzem expansão por falta de recursos financeiros**. Disponível em: <https://www.anahp.com.br/noticias/hospitais-reduzem-expansao-por-falta-de-recursos-financeiros/>. Acesso em: 22 out. 2024.
- ARIAS, V. *et al.* Una introducción a las aplicaciones de la inteligencia artificial en Medicina: Aspectos históricos. **Revista Latinoamericana de Hipertensión**, v. 14, n. 5, p. 590-600, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/1702/170262877013/170262877013.pdf>. Acesso em: 22 out. 2024.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- CHAVES, D. K.; DAÚ, G.; SCAVARDA, A. Healthcare 4.0: A inovação tecnológica na saúde. In: VI SEVEN INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY CONGRESS, 2024, Itupeva. **Anais...** Itupeva: Seven, 2024. DOI: <https://doi.org/10.56238/sevenVImulti2024-040>.
- DE LIMA, I. S. *et al.* Avanço da telemedicina no Brasil no período de pandemia da COVID-19: uma revisão sistemática da literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 3, p. 10505–10525, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n3-214>.
- FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **Observatório de Política e Gestão Hospitalar**. 2024. Disponível em: https://tabnet.fiocruz.br/dash/dash_sc01.html. Acesso em: 11 out. 2024.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GRABAN, M. **Hospitais Lean**: melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários. Tradução de Raul Rübenich. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- GUPTA, A.; SINGH, A. Healthcare 4.0: recent advancements and futuristic research directions. **Wireless Personal Communications**, v. 129, n. 2, p. 933-952, mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11277-022-10164-8>.

LEITE, C. D. C. Inteligência artificial, radiologia, medicina de precisão e medicina personalizada. **Radiologia Brasileira**, v. 52, p. VII-VIII, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-3984.2019.52.6e2>.

MENDONCA, B. S.; RODRIGUES, L. F. Exploring Research Trends in Healthcare 4.0. In: IANO, Y.; SAOTOME, O.; VASQUEZ, G. L. K.; PEZZUTO, C. C.; ARTHUR, R.; DEOLIVEIRA, G. G. (eds.). **Proceedings of the 7th Brazilian Technology Symposium (BTSYM 21): Emerging Trends in Human Smart and Sustainable Future of Cities**, v. 1, p. 106-114, 2023. Smart Innovation Systems and Technologies. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-04435-9_10.

MONTESARCHIO, V. *et al.* Lean oncology: a new model for oncologists. **Journal of Translational Medicine**, v. 10, p. 74, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1186/1479-5876-10-74>.

MUKHOPADHYAY, M.; BANERJEE, S.; DAS MUKHOPADHYAY, C. Internet of Medical Things and the Evolution of Healthcare 4.0: Exploring Recent Trends. **Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics**, v. 6, n. 2, p. 182-194, abr. 2024. DOI: <https://doi.org/10.35882/jeeemi.v6i2.402>.

NORONHA, M. F. *et al.* O desenvolvimento dos "Diagnosis Related Groups" - DRGs: Metodologia de classificação de pacientes hospitalares. **Revista de Saúde Pública**, v. 25, n. 3, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101991000300007>.

NORONHA, M. F.; PORTELA, M. C.; LEBRÃO, M. L. Potenciais usos dos AP-DRG para discriminar o perfil da assistência de unidades hospitalares. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, supl. 2, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2004000800019>.

PROADI-SUS. **Lean nas Emergências**. 2023. Disponível em: <https://hospitais.proadi-sus.org.br/projeto/apoio-as-aco-es-estrategicas-do-sus-lean-nas-emergencias1>. Acesso em: 22 out. 2024.

SANTOS, D. O.; LUCAS, L. B. Considerações sobre os desafios jurídicos do uso da Inteligência Artificial na medicina. **Revista da Faculdade de Direito da UFRGS**, n. 46, p. 71-92, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22456/0104-6594.107624>.

SHORTELL, S. M.; BENNETT, C. L.; BYCK, G. R. Assessing the impact of continuous quality improvement on clinical practice: what it will take to accelerate progress. **Milbank Quarterly**, v. 76, n. 4, p. 593-624, 510, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1111/1468-0009.00107>.

SILVA, A. R. A. Fatores associados ao nível de gasto com saúde: a importância do modelo de pagamento hospitalar. In: CONGRESSO

INTERNACIONAL DE QUALIDADE EM SERVIÇOS E SISTEMAS DE SAÚDE, 2019, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Galoá, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17648/qualihosp-2019-111981>.

SOUZA LIMA, E. **Abordagem Lean aplicada à Transformação Digital na Administração Pública**: Introdução à Abordagem Lean. Fundação Escola Nacional de Administração Pública, Diretoria de Desenvolvimento Profissional. Brasília, DF: Enap, 2022.

THIMBLEBY, H. Technology and the Future of Healthcare. **Journal of Public Health Research**, v. 2, n. 3, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4081/jphr.2013.e28>.

TLAPA, D. *et al.* Effects of *Lean Healthcare* on Patient Flow: A Systematic Review. **Value in Health**, v. 23, n. 2, p. 260-273, fev. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jval.2019.11.002>.

TOMÁS, J. F.; MAYER-PUJADAS, M. A.; QUESADA-VARELA, V. J. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina: introducción antecedentes a la IA y robótica. **Atención Primaria**, v. 52, n. 10, p. 778-784, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2020.04.013>.

VALENTIM, R. A. M. *et al.* Conectividade e Digitalização no Contexto da Saúde Global: um Olhar para o Futuro Inspirado na Saúde 4.0. In: BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento do Complexo Industrial e Inovação em Saúde. **Avanços, desafios e oportunidades no complexo industrial da saúde em serviços tecnológicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2018, p. 254-273.

Authors

João Paulo Lucchetta Pompermaier PhD student in the Graduate Program in Architecture and Urban Planning (PósARQ) at the Federal University of Santa Catarina (UFSC). Master's degree in Architecture and Urban Planning from the Federal University of Santa Catarina (UFSC). Postgraduate student in Neuroarchitecture at the University of Southern Santa Catarina (UNISUL). Specialist in Teaching in Higher Education and in Interior Design, both from Cruzeiro do Sul University (UNICSUL). Graduated in Architecture and Urban Planning from the Business School of Chapecó (FAEM/UCEFF). Member of the research group GMETTA – Multidisciplinary Group of Work Ergonomics and Applied Technologies (UFSC/CNPq) and of the Study Group in Hospital Architecture and Engineering (GEA-hosp/UFBA).

E-mail: joaopaulopompermaier@gmail.com

Julia Madrid Kaefer Master's student in the Graduate Program in Production Engineering (PPGEP) at the Federal University of Santa Catarina (UFSC). Bachelor's degree in Production Engineering from the Federal University of Pampa (UNIPAMPA). Member of the Research Group on Modeling for Learning (GMAP/UNISINOS/UFSC).

E-mail: juliamkaefer@gmail.com

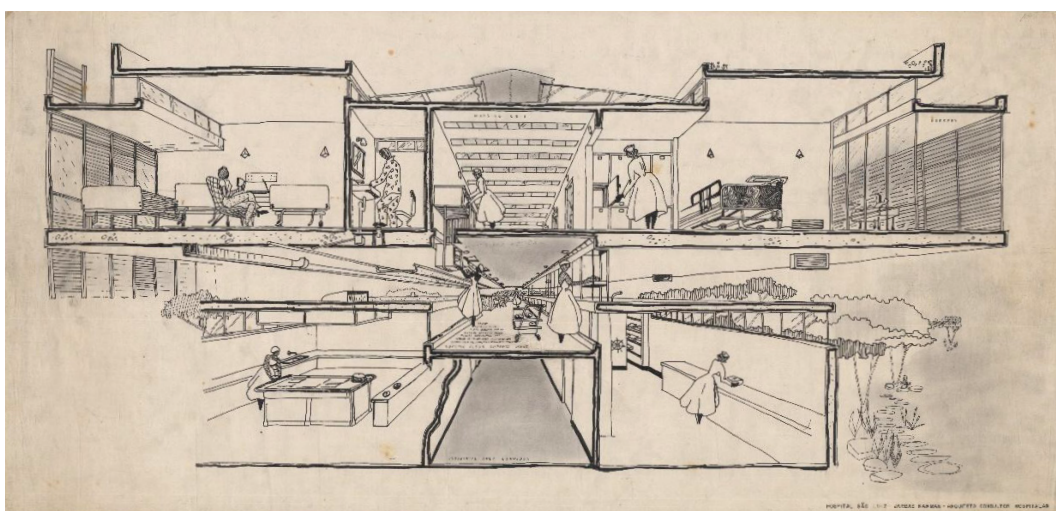
Lizandra Garcia Lupi Vergara Architect, urban planner and occupational safety engineer. PhD and Master's degree in Ergonomics from the Graduate Program in Production Engineering (PPGEP) at the Federal University of Santa Catarina (UFSC) and Postdoctoral degree from the University of Illinois, in Urbana-Champaign, USA. Full professor of Production Engineering at UFSC, working in the undergraduate (DEPS) and graduate programs of Production Engineering (PPGEP) and Architecture and Urban Planning (PósARQ). She is the supervisor of the Ergonomics Laboratory (LABERGO) and the Assistive Technology and Ergonomics Laboratory (LABTAE). Leader of the research group GMETTA – Multidisciplinary Group of Ergonomics of Work and Applied Technologies (UFSC/CNPq). CNPq Scholarship in Productivity and Technological Development and Innovative Extension – DT 2.

E-mail: l.vergara@ufsc.br

Book “Jarbas Karman, architect”

Author

Erick Rodrigo da Silva Vicente



1 Karman wrote this statement in his article *Só é bem planejado o hospital com decisivo desenvolvimento horizontal*, for *Folha da Manhã* newspaper, on August 24, 1958. It was his reply to an article published on May 25 of the same year regarding the private context to build Albert Einstein Israeli Hospital's first tower, which was won by Rino Levi, Roberto Cerqueira Cesar and Luís R. de Carvalho Franco. The author of the article, identified as I.J., criticized the rival projects without getting into the complexity of hospital planning. Jarbas Karman disagreed with I.J.'s statements and the newspaper's editors granted him the right to reply.

The book *Jarbas Karman, architect*, scheduled to be launched in 2026, is going to fulfil part of the gap in the historiography and review work concerning hospital building architecture, mainly for research whose focus lies on project analysis. Written by myself and researcher Monica Musatti Cytrynowicz, the book was organized by IPH – Instituto de Pesquisas Hospitalares Arquiteto Jarbas Karman and will be published by the Romano Guerra Publishing House.

In 1958, Karman wrote that only a few people knew how to “see” a hospital¹. Indeed, it is not an easy task to identify which aspects are the most relevant to pay attention to in a hospital project. Such perception is linked to a critical interpretation of the subject, which must be based on technical and theoretical foundations.

Most publications that deal with the transformations of hospital buildings do not enable an analogy between textual descriptions and spatial, formal and material characteristics of the projects. That happens because they fail to present architectonic plans (blueprints, cuts, elevations, extensions, and so on) or even drawings that could clearly

illustrate certain characteristics of the project that support the importance of phenomena. This also makes it harder to compare different project solutions.

To build a theoretical reference and carry out an architecture review concerning the project of buildings and, more specifically, hospitals, it is necessary to have an archive of analysis of projects from different authors, places and periods. Consequently, that depends on a thorough interpretation of plans, since the composition of the matrix of needs, functional requirements, organization of flows and the correspondence between biological paradigms and environmental compartmentalization are key to the formal, spatial and material result of buildings.

In this sense, the book *Anatomia dos edifícios hospitalares*, written by Lauro Miquelin, stands out. It is deservedly one of the most referenced books in Brazil in the field of hospital architecture since it provides at least one plan (implementation, blueprint or cut) or one isometric perspective of each project presented. By illustrating the architectonic solutions through blueprints, cuts, implementations, schematic plans or isometric perspectives, which are all hand drawn and rich in details, the author has significantly contributed to the building of a theoretical basis and a handful of reviews, not just concerning the changes that hospital buildings have undergone throughout time but also the relevant elements of the project.

To enhance the review output and to enter the list of publications that advance the understanding of architecture through the analogy between text and drawing, this book about Karman's work presents his production with emphasis on his rich collection of works, including digital redrawing of blueprints and cuts of some of his main projects. The book is divided into four main parts (besides a list of his works): biography; contextualization of his work in time; ideas; and main projects, including both built and not built buildings.

The first part expounds on the origins and professional life of Jarbas Karman. Born into a family of Hungarian immigrants, he got his bachelor's degree in civil engineering, in 1941, from the Polytechnic School at the University of São Paulo (Poli-USP), in Brazil. Three years later, he got his architecture degree after concluding a postgraduation course in the same institution. His interest in hospitals arose while developing his academic work concerning this topic, during his specialization course, which used to be mandatory for architect training back then. The text approaches his experience at SESP – Special Service for Public Health; his master's studies at Yale University, in the USA; his course concerning Hospital Planning; his friendship with architect Rino Levi; his partnership with architect Alfred Willer; and some of his most important professional experiences, among which, his participation in designing and building Albert Einstein Israeli Hospital, in São Paulo, Brazil.

The second and third parts address his architecture work. First, to contextualize Karman's work in time, the book presents a panorama of the transformations that hospital buildings went through in the 19th and 20th centuries. The text suggests three paradigmatic changes: the emergence of pavilion-designed hospitals, the verticalization of hospital buildings, and the criticism around pre-established models. Jarbas Karman's production belongs to a time when the almost involuntary adoption of certain designs and building models were questioned. The increased demand for new hospitals, due to the creation of IAPs (Institutes for Retirements and Pensions) and the development of the private healthcare system, coincided with the increased interest of modern architects in the subject. His intensified studies on issues regarding function and biological safety led him to new interpretations on how to organize the space according to its function and how architecture could add to the definition of more rational operational processes. Therefore, the second half of the 20th century saw the dawn of more diversified projects, as we can see, for instance, in Irineu Breitman's, João Filgueiras Lima's and, obviously, Karman's works.

The third part addresses project strategies more objectively. It is important to highlight that "project strategy" is understood here as recurring architectural solutions employed in different projects and periods that usually concern the same problem or matter. Therefore, there is an investigation on how Karman solved issues regarding functional design, people access and flow, biological safety, and physical and psychological comfort. Such an investigation is presented by connecting text and drawing, including blueprints, cuts and architectonic diagrams.

The fourth and last part presents 15 of his main projects, carried out between 1956 and 1999, through detailed journals, original drawings and documents, and, to help the understanding of architecture, through redesigned and standardized blueprints and cuts. Such a strategy will allow readers to identify from the original images and redesigned drawings the issues discussed in the text, fostering their graphic (scale) understanding of the solutions implemented for the projects and the construction work. Moreover, it also enables readers to compare Karman's projects with those from other authors, from different places and periods.

Overall, this book was intended to, on one side, increase the technical repertoire and qualify professional practices, and, on the other, expand the range of theoretical structures and forward the review output concerning hospital architecture.

References

AQUINO, Paulo Mauro Mayer de; COSTA, Ana Beatriz Bueno Ferraz; VICENTE, Erick Rodrigo da Silva. **O desenho de hospitais de Jarbas Karman: exposição realizada durante o VII Congresso Brasileiro para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar**. São Paulo: IPH, 2017.

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

VICENTE, Erick Rodrigo da Silva. **As estratégias projetuais de Jarbas Karman: análises gráficas de cinco hospitais projetados na segunda metade do século 20**. Dissertação de mestrado. São Paulo, FAU USP, 2020.

IPH

INSTITUTO DE
PESQUISAS
HOSPITALARES
ARQUITETO
JARBAS KARMAN