

A INFLUÊNCIA DO PROJETO ARQUITETÔNICO NAS TAXAS DE INFECÇÃO RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE NAS UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA

Geraldo Gomes Zumba¹
Janice Gomes Zumba²
Henrique Gomes Zumba³

RESUMO

As Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) representam um dos principais desafios contemporâneos para a segurança do paciente internados, estão associadas a maiores índices de morbimortalidade, prolongamento de internações e elevação significativa dos custos hospitalares. Estas infecções são especialmente prevalentes em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), onde os pacientes encontram-se em condições críticas e submetidos a múltiplas intervenções invasivas. Embora a prevenção de IRAS esteja tradicionalmente vinculada a práticas de assistência à saúde e protocolos clínicos, evidências científicas nacionais e internacionais indicam que a arquitetura hospitalar desempenha papel fundamental na prevenção dessas ocorrências. O presente estudo realizou uma revisão de literatura de caráter integrativo, contemplando documentos normativos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e artigos de referência em

¹Mestre. UNIFIPMoc, Montes Claros - MG, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8450-393X>.
E-mail: gzumbapsi@gmail.com.

²Mestre. UNIFIPMoc, Montes Claros - MG, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4674-9161>.
E-mail: gomes.janice@gmail.com

³Mestre. UNIFIPMoc, Montes Claros - MG, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2517-356X>
E-mail: zumbarick159@gmail.com.

Evidence-Based Design (EBD) e neuroarquitetura. Os resultados demonstram que a organização espacial das UTIs - em especial a adoção de quartos ou boxes individuais- está fortemente associada à redução de até 63% das taxas de infecções hospitalares, em comparação com enfermarias com leitos coletivos. Conclui-se que o projeto arquitetônico deve ser compreendido como estratégia de prevenção de IRAS e de promoção da segurança do paciente, apontando para a necessidade de integrar-se a protocolos assistenciais

Palavras-chave: Infecção Relacionada à Assistência à Saúde 1. Unidade de Terapia Intensiva 2. Arquitetura hospitalar 3. Neuroarquitetura 4. Evidence-Based Design 5.

THE INFLUENCE OF ARCHITECTURAL DESIGN ON HEALTH-RELATED INFECTION RATES IN INTENSIVE CARE UNITS

ABSTRACT

Healthcare-Associated Infections (HAIs) represent one of the main contemporary challenges for the safety of hospitalized patients. They are associated with higher morbidity and mortality rates, prolonged hospital stays, and a significant increase in healthcare costs. These infections are especially prevalent in Intensive Care Units (ICUs), where patients are in critical conditions and undergo multiple invasive interventions. Although the prevention of HAIs has traditionally been linked to healthcare practices and clinical protocols, national and international scientific evidence indicates that hospital architecture plays a fundamental role in preventing such occurrences. This study conducted an integrative literature review, including regulatory documents from the Brazilian Health Regulatory Agency (ANVISA) and reference articles in Evidence-Based Design (EBD) and neuroarchitecture. The results show that the spatial organization of ICUs—particularly the adoption of single-patient rooms or cubicles - is strongly associated with a reduction of up to 63% in hospital infection rates, compared to shared wards. It is concluded that architectural design must be understood as a preventive strategy against HAIs and as a promoter of patient safety, highlighting the need for its integration into healthcare protocols.

Keywords: Healthcare-Associated Infections 1. Intensive Care Unit 2. Hospital Architecture 3. Neuroarchitecture 4. Evidence-Based Design 5.

LA INFLUENCIA DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO EN LAS TASAS DE INFECCIÓN RELACIONADAS CON LA SALUD EN LAS UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS

RESUMEN

Revista Multidisciplinar do Centro Universitário FIPMoc, Montes Claros, v. 39, n. 1, jan./jun. 2026



Las infecciones asociadas a la atención médica (IAAS) representan uno de los principales desafíos contemporáneos para la seguridad del paciente hospitalizado, asociado con mayores tasas de morbilidad y mortalidad, estancias hospitalarias prolongadas y un aumento significativo de los costos hospitalarios. Estas infecciones son especialmente prevalentes en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), donde los pacientes se encuentran en estado crítico y se someten a múltiples intervenciones invasivas. Si bien la prevención de las IAS se vincula tradicionalmente a las prácticas de atención médica y los protocolos clínicos, la evidencia científica nacional e internacional indica que la arquitectura hospitalaria desempeña un papel fundamental en la prevención de estas ocurrencias. Este estudio realizó una revisión bibliográfica integradora, que incluyó documentos regulatorios de la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA) y artículos de referencia sobre Diseño Basado en la Evidencia (DBE) y neuroarquitectura. Los resultados demuestran que la organización espacial de las UCI, especialmente la adopción de habitaciones o cubículos individuales, está fuertemente asociada con una reducción de hasta el 63% en las tasas de infección hospitalaria, en comparación con las salas con camas compartidas. La conclusión es que el diseño arquitectónico debe entenderse como una estrategia para prevenir las IRAS y promover la seguridad del paciente, destacando la necesidad de integración con los protocolos de atención. Apresente o resumo traduzido para língua espanhola.

Palabras clave: Infecciones asociadas a la atención médica 1. Unidad de cuidados intensivos 2. Arquitectura hospitalaria 3. Neuroarquitectura. Diseño basado en la evidencia.

INTRODUÇÃO

As Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) constituem um dos principais desafios para a segurança do paciente e para a qualidade da assistência hospitalar. Estima-se que, em países em desenvolvimento, a prevalência dessas infecções chegue a ser até vinte vezes maior que em nações de alta renda, refletindo desigualdades estruturais na qualidade da atenção em saúde (WHO, 2016). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), milhões de pacientes em todo o mundo são acometidos anualmente por algum tipo de infecção adquirida durante a internação, o que eleva as taxas de morbimortalidade, prolonga o tempo de permanência e aumenta significativamente os custos em saúde. Além dos impactos clínicos, as IRAS representam um problema de ordem ética e social, pois



fragilizam a confiança do paciente nas instituições hospitalares e comprometem a efetividade dos sistemas de saúde.

No Brasil, dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) evidenciam que a prevalência de IRAS em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs/CTIs) é superior à média hospitalar, com destaque para pneumonias associadas à ventilação mecânica, infecções do trato urinário e infecções de corrente sanguínea relacionadas a dispositivos invasivos (ANVISA, 2017). Estudos nacionais corroboram esse cenário, como a pesquisa de Oliveira e Kovner (2010), que apontou a elevada carga de infecções hospitalares no Brasil e destacou que cerca de 30% delas poderiam ser prevenidas por meio de intervenções estruturais e organizacionais. Mais recentemente, Pinto et al. (2019) analisaram hospitais universitários brasileiros e confirmaram a maior incidência de IRAS em ambientes de terapia intensiva, relacionando-a à sobrecarga estrutural e ao déficit de adequações físicas em muitas instituições públicas.

Nesse contexto, as UTIs representam ambientes de vulnerabilidade extrema, pois abrigam pacientes em estado crítico, frequentemente imunossuprimidos, dependentes de suporte tecnológico avançado e expostos a múltiplos procedimentos invasivos. A concentração de pacientes graves em um mesmo espaço, associada ao fluxo intenso de profissionais, familiares e visitantes, cria condições propícias para a disseminação de microrganismos multirresistentes.

Embora o debate sobre IRAS seja historicamente centrado em práticas assistenciais, biossegurança e protocolos de controle de infecção, a literatura internacional e nacional começa a apontar a influência do espaço físico na sua ocorrência. Estudos demonstram que a conformação arquitetônica dos ambientes de saúde pode atuar tanto como fator de risco quanto de proteção no controle das infecções hospitalares (Ulrich et al., 2008; Malkin, 2008). Em UTIs, onde a densidade de equipamentos e a proximidade entre pacientes é maior, a configuração espacial - como o número de leitos por enfermaria, a existência de boxes individuais, a qualidade da ventilação e a eficiência dos fluxos de circulação



de profissionais e visitantes - assume um papel determinante na dinâmica de transmissão cruzada (Teltsch et al., 2011; Dettenkofer et al., 2004). A proximidade excessiva entre leitos, por exemplo, aumenta o risco de dispersão de microrganismos multirresistentes, enquanto o isolamento em quartos ou boxes individuais favorece a contenção da disseminação microbiana (Stiller et al., 2017).

Nesse sentido, o projeto arquitetônico hospitalar não se restringe a atender requisitos técnicos e normativos, mas deve ser compreendido como uma estratégia preventiva de saúde pública. A literatura de Evidence-Based Design (EBD) já aponta que determinadas soluções projetuais - tais como ventilação natural e filtragem de ar, desenho de fluxos que evitam cruzamentos, superfícies de fácil higienização, além da setorização de espaços de isolamento - podem reduzir a incidência de infecções hospitalares (Hamilton; Watkins, 2009; Ulrich et al., 2020). Apesar disso, o tema ainda é pouco explorado na produção científica brasileira, particularmente no que se refere à relação entre arquitetura de UTIs e indicadores de IRAS, revelando uma lacuna importante de investigação acadêmica.

Mendes et al. (2016), em estudo multicêntrico, demonstraram que a inadequação de fluxos arquitetônicos e a ausência de boxes privativos foram fatores associados ao aumento de infecções relacionadas a dispositivos, sugerindo a necessidade urgente de revisão estrutural em muitos hospitais do país. Para além da perspectiva clássica de controle de infecções, emerge o campo da neuroarquitetura, que estuda como os ambientes construídos afetam processos cognitivos, emocionais e fisiológicos. Em UTIs, a aplicação desses princípios pode ter efeitos significativos não apenas sobre a experiência subjetiva dos pacientes e profissionais, mas também sobre os desfechos clínicos objetivos. Pesquisas demonstram que a redução de ruídos, a otimização da iluminação com base em ciclos circadianos e o acesso a estímulos naturais (como vistas para áreas verdes) contribuem para a regulação do sono, a redução da incidência de delirium e a melhora da recuperação global do paciente crítico (Edelstein; Mackey, 2017; Ulrich et al., 2020). Ambientes arquitetonicamente planejados impactam diretamente a



equipe assistencial, ao reduzir fadiga, favorecer a concentração e diminuir erros, fatores que se traduzem em maior eficiência no cuidado e, indiretamente, em menor risco de transmissão de IRAS.

Este estudo partiu da hipótese de que o modelo estrutural das UTIs - seja com quartos coletivos ou boxes individuais - está associado a diferentes taxas de infecção hospitalar. Consistiu em um estudo de revisão integrativa da literatura, com caráter exploratório e descritivo, cujo objetivo foi analisar de que forma o projeto arquitetônico das Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) influencia as taxas de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) e o bem-estar global dos indivíduos que habitam esses espaços críticos. Buscou-se articular a abordagem clássica do controle de infecção com os avanços da neuroarquitetura e EBD integrando a análise documental de normas técnicas e regulatórias brasileiras (como a RDC nº 50/2002 e a RDC nº 7/2010 da ANVISA), que estabelecem parâmetros arquitetônicos e de funcionamento das UTIs.

Portanto, este artigo busca contribuir para a literatura acadêmica e para a prática hospitalar ao explorar uma área ainda pouco estudada no Brasil: a relação entre projeto arquitetônico e ocorrência de IRAS em UTIs. Espera-se que os resultados possam subsidiar diretrizes de planejamento e gestão hospitalar, orientar decisões sobre reformas e construções futuras.

REFERENCIAL TEÓRICO

Arquitetura hospitalar e Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS)

A arquitetura hospitalar desempenha um papel fundamental na promoção da segurança do paciente e na qualidade da assistência. Tradicionalmente, o debate sobre prevenção de IRAS tem privilegiado protocolos clínicos e assistenciais, como higienização das mãos, uso racional de antimicrobianos e medidas de barreira (WHO, 2016; ANVISA, 2017). No entanto, a literatura recente aponta que o espaço



físico também constitui um vetor importante para a disseminação de microrganismos.

O ambiente construído pode contribuir tanto para a prevenção quanto para a amplificação de riscos infecciosos. Ambientes mal ventilados, com fluxo inadequado de ar, superfícies de difícil limpeza, alta densidade de leitos por espaço e circulação desorganizada de profissionais e visitantes favorecem a ocorrência de transmissão cruzada (Dettenkofer et al., 2004). Por outro lado, soluções arquitetônicas baseadas em evidências, como ventilação com pressão negativa em áreas críticas, corredores de circulação segregados e superfícies antimicrobianas, têm se mostrado eficazes na redução das taxas de IRAS (Hamilton; Watkins, 2009).

Dessa forma, compreender a arquitetura hospitalar como elemento de biossegurança implica reconhecer seu potencial estruturante: ela não apenas acomoda práticas clínicas, mas pode preveni-las ou agravá-las em termos de risco infeccioso (Ulrich et al., 2008).

Comparação entre quartos coletivos e individuais em UTIs

A configuração espacial das Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) constitui uma variável crítica na epidemiologia das infecções hospitalares. Em muitos hospitais, sobretudo em países em desenvolvimento, prevalece o modelo de enfermarias coletivas, onde diversos pacientes compartilham o mesmo espaço. Esse arranjo favorece a transmissão cruzada de patógenos, dado o menor distanciamento entre leitos e a dificuldade de manter fluxos de circulação adequados (Stiller et al., 2017).

Pesquisas comparativas internacionais demonstram que unidades estruturadas em quartos individuais ou boxes com isolamento físico apresentam taxas menores de infecções relacionadas a dispositivos invasivos, como cateteres venosos centrais e ventiladores mecânicos (Teltsch et al., 2011). Esses estudos



também apontam ganhos adicionais: redução da necessidade de antibióticos de largo espectro, menor tempo de internação e menor mortalidade associada.

No contexto brasileiro, o debate ainda é incipiente, e a escolha entre quartos individuais e coletivos frequentemente se dá por condicionantes econômicos e de espaço físico. Contudo, evidências sugerem que o investimento em boxes privativos pode reduzir custos a médio e longo prazo, ao diminuir a incidência de IRAS e, conseqüentemente, os gastos hospitalares relacionados ao tratamento de complicações (Stiller et al., 2017; Teltsch et al., 2011).

Neuroarquitetura aplicada à saúde

A neuroarquitetura, campo emergente que investiga como os ambientes influenciam processos neurobiológicos e comportamentais, amplia a compreensão do impacto arquitetônico além do plano infeccioso. O ambiente físico hospitalar pode modular respostas fisiológicas ligadas ao estresse, ao sono e à cognição, repercutindo na recuperação dos pacientes e no desempenho das equipes (Edelstein; Mackey, 2017).

Em UTIs, marcados por estímulos estressores intensos - como ruído constante de monitores e bombas infusoras, iluminação artificial ininterrupta e ausência de janelas -, a aplicação de princípios de neuroarquitetura é estratégica. Estudos demonstram que o excesso de ruído está associado ao aumento do delirium, distúrbios de sono e elevação da pressão arterial em pacientes críticos (Ulrich et al., 2020). Já a adoção de iluminação circadiana, que simula variações naturais de luz ao longo do dia, auxilia na regulação hormonal e na manutenção dos ritmos biológicos, com repercussões positivas na qualidade do sono e na estabilidade clínica (Malkin, 2008).

Para a equipe assistencial, ambientes ergonomicamente projetados, com acústica controlada, iluminação adequada e layout que facilite a movimentação,



reduzem a fadiga e os erros, promovendo maior eficiência no cuidado. Assim, a neuroarquitetura emerge como abordagem complementar à biossegurança, ao vincular bem-estar psicológico e fisiológico à qualidade assistencial.

Evidence-Based Design (EBD) em ambientes hospitalares

O conceito de Evidence-Based Design (EBD), desenvolvido nas últimas décadas, refere-se à prática projetual fundamentada em evidências científicas sobre os efeitos do ambiente físico na saúde e no bem-estar (Hamilton; Watkins, 2009). Aplicado a hospitais, o EBD propõe que decisões arquitetônicas sejam tomadas a partir de pesquisas empíricas que relacionam características espaciais a desfechos clínicos e organizacionais.

Entre as recomendações do EBD para ambientes hospitalares destacam-se: a criação de quartos individuais, a utilização de iluminação natural, o controle de ruídos, a disponibilização de áreas verdes visíveis aos pacientes e a organização de fluxos que minimizem a contaminação cruzada (Ulrich et al., 2008; Ulrich et al., 2020). Tais estratégias, quando implementadas em UTIs, associam-se não apenas à redução das taxas de infecção, mas também à diminuição de níveis de estresse, melhora da satisfação de pacientes e familiares e maior eficiência das equipes (Stiller et al., 2017).

Apesar de consolidado em países como Estados Unidos, Canadá e parte da Europa, o EBD ainda é incipiente no Brasil, onde projetos hospitalares nem sempre se apoiam em evidências empíricas, mas em condicionantes econômicos e normativos (ANVISA, 2017). Avançar nesse campo significa integrar ciência e prática arquitetônica, elevando os padrões de qualidade assistencial.

Evidências recentes sobre leitos individuais, ventilação e design seguro em UTIs



A meta-análise de Zhang et al. (2024) mostra que UTIs com quartos individuais reduzem significativamente não apenas a taxa geral de infecção nosocomial, mas também colonização hospitalar e bacteremia. Essa evidência quantitativa reforça a hipótese de que a estrutura arquitetônica é variável independente relevante. Inkster et al. (2023) destacam que fatores ambientais como ventilação, fluxo de pessoal e superfícies são determinantes no risco de transmissão em UTIs, sugerindo que a simples individualização de quartos pode não ser suficiente sem ventilação adequada e manutenção rigorosa. No estudo de Halaby et al. (2017), a mudança estrutural de UTI mista para mais leitos individuais mostrou efeitos favoráveis na redução de bactérias multirresistentes, melhoria no controle ambiental e no cumprimento de práticas de higiene. Conforme Stiller et al. (2017), leitos individuais (“single-bed rooms”) são associadas a menores taxas de IRAS em comparação com enfermarias com leitos coletivos, o que corrobora os achados da meta-análise de Zhang.

Sadatsafavi et al. (2016) fornecem um panorama econômico, mostrando que benefícios em saúde (menos infecções, menos internação prolongada, etc.) podem compensar os custos maiores de construção ou reforma para quartos individuais. Enquanto Humphreys (2023) reforça a necessidade de arquiteturas hospitalares flexíveis e bem ventiladas como medidas preventivas, principalmente frente a ameaças infectocontagiosas emergentes.

METODOLOGIA

Tipo de estudo

O presente trabalho consiste em um estudo de revisão integrativa da literatura, com caráter exploratório e descritivo, cujo objetivo é analisar se o projeto arquitetônico das Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) influencia as taxas de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS). A revisão integrativa foi



escolhida por possibilitar a síntese crítica de evidências já produzidas, permitindo a integração de estudos nacionais e internacionais, com metodologias diversas, mas que abordem a relação entre arquitetura hospitalar, indicadores de infecção e bem-estar de pacientes. De forma complementar, foi incluída a análise documental de normas técnicas e regulatórias brasileiras (como a RDC nº 50/2002 e a RDC nº 7/2010 da ANVISA), que estabelecem parâmetros arquitetônicos e de funcionamento das UTIs.

População e amostra de estudos

A amostra da revisão foi composta por artigos científicos indexados em bases de dados internacionais e nacionais (PubMed, SciELO, LILACS e PMC), publicados entre 2000 e 2025, em inglês, português ou espanhol. Foram incluídos estudos originais, revisões sistemáticas, guidelines técnicos e relatórios de agências internacionais que abordam pelo menos um dos seguintes tópicos:

- Relação entre configuração arquitetônica (quartos individuais vs. quartos com leitos coletivos, boxes de isolamento, ventilação, fluxos) e taxas de IRAS em CTIs.
- Evidências de Evidence-Based Design (EBD) aplicadas a ambientes hospitalares críticos.
- Estudos sobre neuroarquitetura em saúde em unidades hospitalares, especialmente relacionados a sono, ritmo circadiano e estresse.
- Análise das RDC nº 50/2002 e a RDC nº 7/2010 da ANVISA.

Critérios de exclusão: artigos de opinião, relatos de experiência sem metodologia definida, estudos não relacionados a UTIs e publicações sem acesso ao texto completo.

Variáveis de interesse



As variáveis analisadas foram agrupadas em três eixos:

1. Indicadores de infecção hospitalar: taxa de pneumonia associada à ventilação mecânica, densidade de infecção de corrente sanguínea associada a cateter venoso central, densidade de infecção urinária associada a cateter vesical, taxa global de IRAS no CTI.

2. Características arquitetônicas: tipo de configuração (quarto com leitos coletivos ou individual), ventilação natural ou mecânica, presença de boxes de isolamento, setorização dos fluxos, qualidade de iluminação, nível de ruído.

3. Indicadores de bem-estar e desfechos clínicos: ocorrência de delirium, qualidade do sono, tempo de internação, mortalidade hospitalar, satisfação da equipe e dos pacientes/familiares.

Procedimento de coleta de dados

Foram realizadas buscas estruturadas em bases de dados utilizando operadores booleanos e descritores em saúde (DeCS/MeSH), tais como:

1. *"Intensive Care Units" AND "Hospital Design and Construction" AND "Health Care-Associated Infections"*

2. *"Single patient room" AND "Nosocomial infection" AND "Evidence-Based Design"*

3. *"Neuroarchitecture" AND "Circadian rhythm" AND "Delirium" AND "ICU"*

A busca foi conduzida em duas etapas:

1. Levantamento inicial para identificação de estudos relevantes e definição das palavras-chave mais frequentes.

2. Seleção final dos artigos conforme critérios de inclusão e exclusão, com leitura completa dos textos selecionados.



Todos os artigos foram organizados em planilha, com extração de dados como: título, autores, ano, país, tipo de estudo, amostra, variáveis analisadas e principais resultados.

Procedimento de análise

A análise dos dados seguiu uma abordagem qualitativa e quantitativa. Inicialmente foi feita uma síntese descritiva dos estudos selecionados, agrupando-os conforme as variáveis: número de IRAS, Iluminação- Luz circadiana, Acústica, Layout e Controle ambiental.

Síntese geral

1. Número de IRAS: fortemente influenciado pelo modelo arquitetônico (coletivo vs. individual).

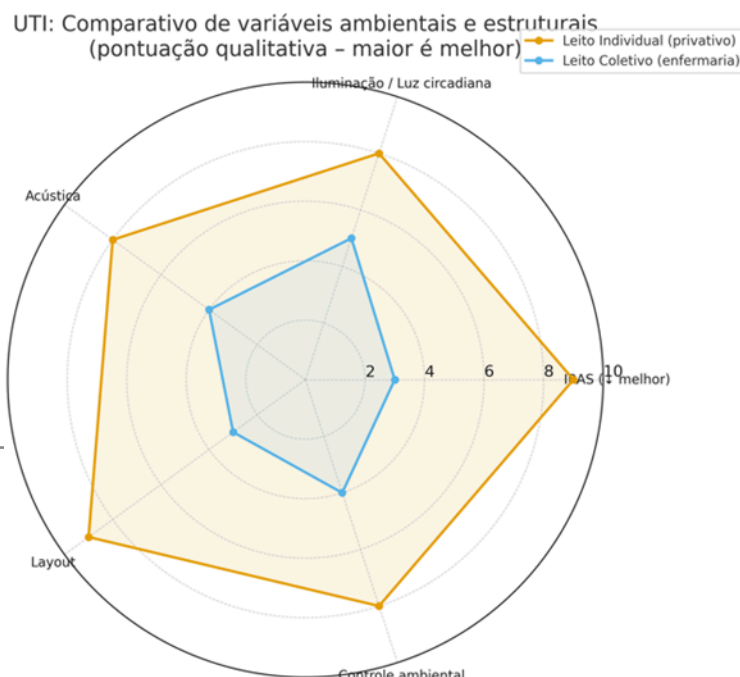
2. Iluminação e luz circadiana: atuam como fatores indiretos de proteção, reduzindo tempo de internação e vulnerabilidade imunológica.

3. Acústica: ruídos excessivos agravam estresse e fragilizam imunidade, contribuindo indiretamente para maior risco de IRAS.

4. Layout: organização espacial é decisiva para minimizar transmissão cruzada e otimizar fluxos assistenciais.

5. Controle ambiental: ventilação, filtragem e superfícies adequadas são fatores críticos de biossegurança.

Figura 1 – Gráfico radar comparativo de variáveis ambientais e estruturais



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O gráfico radar evidencia, de forma clara e comparativa, as diferenças de impacto entre enfermarias com leitos coletivos e quartos individuais em seis dimensões críticas para a prevenção de IRAS e a promoção do bem-estar em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs/CTIs): número de IRAS, iluminação, acústica, luz circadiana, layout e controle ambiental.

Em conjunto, esses elementos evidenciaram que o projeto arquitetônico não apenas acomoda práticas assistenciais, mas constitui estratégia ativa de prevenção de IRAS e promoção do bem-estar em UTIs.

Em seguida, foi realizada análise comparativa entre estudos que abordam diferentes configurações arquitetônicas (coletivo vs. individual) e seus impactos em IRAS e bem-estar.

Síntese comparativa

Tabela 1: análise comparativa entre estudos que abordam diferentes configurações arquitetônicas.

| Aspecto | Leito Coletivo (enfermarias) | Leito Individual (boxes/quartos privativos) |
|------------------------------|---|--|
| Taxas de IRAS | Maiores, devido à proximidade entre leitos e maior risco de transmissão cruzada | Reduzidas, com impacto significativo na contenção de patógenos multirresistentes |
| Bem-estar do paciente | Sono fragmentado, maior ruído, menor privacidade, maior risco de delirium | Maior privacidade, melhor sono, menor incidência de delirium e redução do estresse |



| Aspecto | Leito Coletivo (enfermarias) | Leito Individual (boxes/quartos privativos) |
|----------------------------|---|---|
| Controle ambiental | Limitado (ruído, iluminação, ventilação e fluxos menos controlados) | Maior controle de iluminação, acústica e temperatura, permitindo ajustes individualizados |
| Equipe assistencial | Facilidade de vigilância, mas maior estresse ocupacional e risco de erros | Menor sobrecarga sensorial, maior eficiência e aderência a protocolos de isolamento |
| Custos hospitalares | Menor custo inicial de construção e operação | Menor custo a médio/longo prazo devido à redução de infecções, tempo de internação e antibióticos |

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

RESULTADOS

A busca realizada nas bases de dados internacionais (PubMed, PMC) e nacionais (SciELO, LILACS) resultou em um conjunto de estudos que analisam a relação entre projeto arquitetônico e taxas de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs). Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados sete estudos principais, complementados por análises de normas regulatórias e literatura em Evidence-Based Design (EBD) e neuroarquitetura.

De modo geral, os resultados apontam que a configuração espacial das UTIs representa fator relevante para a ocorrência de IRAS e para o bem-estar de pacientes e equipe. Os estudos convergem em demonstrar que unidades estruturadas com quartos individuais ou boxes privativos apresentam menores taxas de infecção, além de benefícios adicionais em desfechos fisiológicos e psicológicos.

Taxas de IRAS em diferentes configurações arquitetônicas

Os estudos de Teltsch et al. (2011) e Stiller et al. (2017) fornecem evidências quantitativas robustas sobre a influência do modelo estrutural nas taxas de IRAS. Enquanto enfermarias coletivas apresentam maior risco de transmissão cruzada, a



implantação de quartos individuais reduziu em até 54% as infecções por MRSA e em 63% as infecções por *Clostridium difficile* (Teltsch et al., 2011).

De forma semelhante, Stiller et al. (2017) mostraram que a taxa de infecções relacionadas a dispositivos invasivos foi significativamente menor após a privatização dos quartos em UTIs na Alemanha. Esses resultados reforçam que a possibilidade de isolamento físico do paciente é uma medida arquitetônica eficaz de contenção microbiana.

Iluminação e luz circadiana

Embora não estejam diretamente relacionadas à incidência de IRAS, variáveis ambientais como iluminação natural e circadiana foram apontadas como determinantes para o bem-estar do paciente crítico. Ulrich et al. (2020) e Edelstein & Mackey (2017) evidenciam que a exposição à luz natural, associada a sistemas artificiais que reproduzem ciclos circadianos, melhora a qualidade do sono, reduz a incidência de delirium e contribui para a estabilidade imunológica. Tais fatores, ainda que indiretos, impactam na resistência a infecções e na recuperação clínica global.

Acústica e controle de ruído

O ambiente acústico foi identificado como variável crítica para o conforto e recuperação dos pacientes. Ulrich et al. (2020) relatam que níveis de ruído acima dos padrões recomendados favorecem distúrbios do sono, aumento do estresse fisiológico e maior susceptibilidade a complicações clínicas. Ambientes privativos mostraram melhor desempenho acústico quando comparados a enfermarias coletivas, possibilitando maior controle do ruído e menor sobrecarga sensorial.

Layout e fluxos assistenciais



A análise dos estudos de Dettenkofer et al. (2004) e Malkin (2008) evidenciou que layouts coletivos, com alta densidade de leitos e cruzamento de fluxos limpos e contaminados, aumentam o risco de transmissão cruzada. Em contrapartida, unidades com boxes individuais e setorização clara de fluxos reduzem a probabilidade de contaminação indireta, além de melhorar a ergonomia da equipe.

Resultados consolidados

Os resultados consolidam três achados centrais:

1. Evidência forte para redução de IRAS em quartos individuais: a privatização dos leitos é a variável arquitetônica mais diretamente associada à queda das taxas de infecção.

2. Benefícios indiretos da neuroarquitetura: iluminação circadiana, acústica controlada e ergonomia contribuem para melhor regulação biológica e imunológica, favorecendo a prevenção de complicações.

3. Impacto em custos hospitalares e tempo de internação: ainda que quartos individuais apresentem custo inicial mais elevado, os ganhos obtidos em termos de menor uso de antibióticos, redução de tempo de internação e menor mortalidade sugerem custo-benefício positivo a longo prazo.

Síntese interpretativa

A análise comparativa confirma que a transição de enfermarias com leitos coletivos para quartos individuais ou boxes privativos representa a principal medida arquitetônica de impacto direto na redução das IRAS. O isolamento físico reduz drasticamente a transmissão de patógenos multirresistentes e está associado a ganhos indiretos de bem-estar, como melhor sono, menor estresse e redução do risco de delirium.



Além disso, elementos ambientais complementares - iluminação natural, controle acústico, luz circadiana e ventilação adequada - reforçam os benefícios do layout individualizado, ampliando a proteção imunológica e melhorando o desempenho da equipe assistencial.

No entanto, os custos de implantação e a facilidade de vigilância clínica em enfermarias coletivas ainda são argumentos presentes em países de baixa e média renda, como o Brasil, onde estudos nacionais (OLIVEIRA; KOVNER, 2010; MENDES et al., 2016; PINTO et al., 2019) ressaltam a necessidade de investimentos estruturais e de atualização das normas arquitetônicas para alinhar as UTIs brasileiras às melhores práticas internacionais de segurança do paciente.

Implicações práticas

Para gestores e projetistas, os dados sustentam um roteiro de ação:

- (1) priorizar quartos/boxes individuais sempre que viável;
- (2) quando não for possível, proteger leitos críticos com barreiras visuais/acústicas e organizar fluxos;
- (3) implementar melhorias ambientais (ventilação, superfícies, luz natural, controle de ruído);
- (4) monitorar continuamente indicadores epidemiológicos e de bem-estar, fechando o ciclo EBD (projetar-medir-ajustar).

Em síntese, a literatura nacional e internacional converge para a conclusão de que soluções arquitetônicas bem especificadas reduzem IRAS e melhoram desfechos humanos e operacionais. No Brasil, a viabilidade passa por estratégias graduais, fundamentadas em evidências e integradas às normas vigentes, com monitoramento rigoroso de resultados para sustentar a expansão e a perenidade das intervenções.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) permanecem como um dos maiores desafios para a segurança do paciente e para a sustentabilidade dos sistemas de saúde. Este estudo evidenciou que a arquitetura hospitalar desempenha papel relevante na ocorrência de IRAS, especialmente em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), onde pacientes críticos apresentam maior vulnerabilidade biológica e dependem de múltiplos dispositivos invasivos.

A análise comparativa entre diferentes configurações arquitetônicas demonstra que quartos individuais ou boxes privativos reduzem significativamente as taxas de infecção hospitalar em relação a enfermarias com leitos coletivos. Estudos internacionais, comprovam reduções expressivas em infecções por microrganismos multirresistentes, reforçando que o isolamento físico do paciente é um recurso arquitetônico eficaz de contenção da transmissão cruzada. Esse dado é corroborado por evidências adicionais que apontam ganhos indiretos: menor necessidade de antibióticos de largo espectro, redução do tempo de internação e diminuição da mortalidade.

Os resultados vão além da dimensão epidemiológica. A integração dos conceitos de neuroarquitetura e Evidence-Based Design (EBD) amplia a compreensão de como o ambiente físico afeta desfechos clínicos e psicológicos. Fatores como iluminação natural e circadiana, controle acústico, ergonomia e setorização de fluxos contribuem não apenas para reduzir a vulnerabilidade dos pacientes a complicações, mas também para promover o bem-estar da equipe multiprofissional, diminuindo fadiga, estresse e erros assistenciais. Assim, a arquitetura emerge como ferramenta ativa de cuidado em saúde, e não apenas como suporte físico das práticas clínicas.

Embora a implantação de quartos individuais demande maior custo inicial de construção, os benefícios econômicos de médio e longo prazo - como redução de



custos hospitalares decorrentes de complicações, menor tempo de internação e diminuição do consumo de antibióticos- evidenciam uma relação custo-benefício positiva. Além disso, tais soluções têm potencial de reduzir a mortalidade, melhorar a experiência do paciente e elevar os indicadores de qualidade institucional.

No contexto brasileiro, o tema ainda é pouco explorado na literatura científica, sendo necessário fomentar estudos nacionais que integrem variáveis arquitetônicas, epidemiológicas e neurobiológicas. Tal lacuna revela uma oportunidade de inovação e de fortalecimento das práticas baseadas em evidências no campo da arquitetura hospitalar.

Em síntese, este artigo reforça que a arquitetura hospitalar não deve ser tratada apenas como variável estética ou funcional, mas como estratégia preventiva de saúde pública. Projetar UTIs com foco na biossegurança, no bem-estar e no alinhamento às evidências científicas significa integrar ciência, arquitetura e assistência em uma mesma direção: a de construir ambientes mais seguros para os pacientes. Os resultados servem como base para orientar gestores hospitalares e profissionais de arquitetura.

A promoção de ambientes hospitalares mais saudáveis e seguros, pautados em princípios de neuroarquitetura e EBD, constitui não apenas uma tendência internacional, mas uma necessidade para o enfrentamento das IRAS no Brasil, com impactos diretos na redução da mortalidade, dos custos hospitalares e na qualidade de vida de pacientes.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002: dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.** Brasília: ANVISA, 2002. Acesso: 15 out. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 7, de 24 de fevereiro de 2010: dispõe sobre os requisitos mínimos para funcionamento de Unidades de Terapia Intensiva e dá outras providências.** Brasília: ANVISA, 2010. Acesso: 15 out. 2025.



AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Medidas de prevenção de infecção relacionada à assistência à saúde**. Brasília: ANVISA, 2017. Acesso: 15 out. 2025.

DETTENKOFER, Markus et al. Does the architecture of hospital facilities influence nosocomial infection rates? **Infection Control and Hospital Epidemiology**, v. 25, n. 1, p. 21-25, 2004. Acesso: 15 out. 2025.

EDELSTEIN, Eliot; MACKEY, Claudia. **Neuroarchitecture: designing with the brain in mind**. 2. ed. New York: Springer, 2017. Acesso: 15 out. 2025.

HALABY, T. et al. Impact of single room design on the spread of multi-drug resistant bacteria in an intensive care unit. **Antimicrobial Resistance & Infection Control**, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2017. BioMed Central. Acesso: 15 out. 2025.

HAMILTON, D. Kirk; WATKINS, David H. **Evidence-based design for multiple building types**. New Jersey: Wiley, 2009. Acesso: 15 out. 2025.

HUMPHREYS, H. Greater attention to flexible hospital designs and ventilated clinical facilities are a pre-requisite for coping with the next airborne pandemic. **The Lancet**, 2023. ScienceDirect. Acesso: 15 out. 2025.

INKSTER, T.; et al. Factors to consider in the safe design of intensive care units. *Critical Care*, 2023. MALKIN, Jain. A visual reference for evidence-based design. Concord: **The Center for Health Design**, 2008. Acesso: 15 out. 2025.

MENDES, Rodrigo E. et al. Prevalência de infecção relacionada à assistência em UTIs de hospitais brasileiros: estudo multicêntrico. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 28, n. 4, p. 376-384, 2016. Acesso: 15 out. 2025.

MOHER, David et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA 2020 statement. **BMJ**, v. 372, n. 71, 2020. Acesso: 15 out. 2025.

OLIVEIRA, Ana Carolina; KOVNER, Christine. Infecção hospitalar no Brasil: impacto e perspectivas de prevenção. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 44, n. 3, p. 789-793, 2010. Acesso: 15 out. 2025.

PINTO, Fernanda M. et al. Infecções relacionadas à assistência à saúde em hospitais universitários brasileiros: desafios para a vigilância e prevenção. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 9, p. e00048919, 2019. Acesso: 15 out. 2025.

SADATSAFAVI, H.; et al. Do cost savings from reductions in nosocomial infections justify additional costs of single-bed rooms in intensive care units? A simulation case study. **American Journal of Infection Control**, v. 44, n. 8, p. 942-949, 2016. Acesso: 15 out. 2025.

SHEA, Beverley J. et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomized or non-randomized studies of healthcare interventions, or both. **BMJ**, v. 358, p. j4008, 2017. Acesso: 15 out. 2025.

STILLER, A.; et al. ICU ward design and nosocomial infection rates: a cross-sectional study in Germany. **Journal of Hospital Infection**, 2017. Acesso: 15 out. 2025.



STILLER, Andreas et al. Impact of single-room design on hospital-acquired infection rates. **American Journal of Infection Control**, v. 45, n. 8, p. 913–919, 2017. Acesso: 15 out. 2025.

TELTSCH, Dyana Y. et al. Infection acquisition following intensive care unit room privatization. **Archives of Internal Medicine**, v. 171, n. 1, p. 32-38, 2011. Acesso: 15 out. 2025.

ULRICH, Roger S. et al. A review of the research literature on evidence-based healthcare design. **HERD: Health Environments Research & Design Journal**, v. 1, n. 3, p. 61–125, 2008. Acesso: 15 out. 2025.

ULRICH, Roger S. et al. Effects of healthcare environmental design on patient outcomes: a systematic review. **HERD: Health Environments Research & Design Journal**, v. 13, n. 1, p. 197–214, 2020. Acesso: 15 out. 2025.

VOS, Theo et al. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): explanation and elaboration. **PLOS Medicine**, v. 4, n. 10, p. e297, 2007. Acesso: 15 out. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Report on the burden of endemic health care-associated infection worldwide**. Geneva: WHO, 2016. Acesso: 15 out. 2025.

ZHANG, Z.; TAN, X.; SHI, H.; ZHAO, J.; ZHANG, H.; LI, J.; LIAO, X. Effect of single-patient room design on the incidence of nosocomial infection in the intensive care unit: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Medicine**, v. 11, 2024. Acesso: 15 out. 2025.

