ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Design biofílico e eficiência energética em centros de saúde: uma revisão bibliográfica

Biophilic Design and Energy Efficiency in Healthcare Centers: A Literature Review

Jagna Stefani dos Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS | Porto Alegre | Brasil | Jagna.stefani.s@gmail.com
Maurício Carvalho Ayres Torres
Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS | Porto Alegre | Brasil | mauricio.torres@ufrgs.br

RESUMO

Quando se aborda a problemática da eficiência energética nos hospitais, percebe-se que, por seu grande porte, diversidade de atribuições e controle de segurança rigoroso, a eficiência tem impacto não só no ponto de vista ambiental, mas também econômico da edificação. Dentro dos hospitais, estratégias que minimizem gastos energéticos, são fundamentais para a própria viabilização da edificação, mas ao priorizar o ponto de vista técnico, abordagens não convencionais de relações com o meio natural e percepção ambiental vêm sendo deixados de lado. Isso tornou a eficiência e a sustentabilidade não apenas um problema de crise climática, mas também um problema social psicológico da população que demanda estratégias que atuem nessas várias esferas. O design biofílico prioriza estratégias que utilizem o meio natural como formador do ambiente, revelando um grande potencial para impactar positivamente o estado psicológico dos usuários e promovendo uma maior sustentabilidade no edifício, reduzindo a demanda energética e fomentando práticas construtivas ecologicamente conscientes. O presente artigo aborda a revisão bibliográfica narrativa de estudos previamente conduzidos, objetivando uma análise das interconexões entre biofilia e eficiência energética no contexto dos centros de saúde e resultando em uma lacuna de abordagem sistêmica com grande potencial de pesquisa para o futuro.

Palavras-chave: Arquitetura Hospitalar. Biofilia. Estado Psicológico. Sustentabilidade. Desempenho.

Como citar:
SANTOS, J. S.; TORRES, M. C. A. Design biofílico e eficiência energética em centros de saúde: uma revisão bibliográfica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

ABSTRACT

When addressing the issue of energy efficiency in hospitals, it becomes clear that, due to their large scale, diverse functions, and stringent safety controls, efficiency impacts not only the environmental perspective but also the economic aspect of the building. Within hospitals, strategies that minimize energy costs are crucial for the viability of the building itself. However, by prioritizing the technical perspective, unconventional approaches involving relationships with the natural environment and environmental perception have been sidelined. This has made efficiency and sustainability not just a climate crisis issue but also a social-psychological problem for the population, requiring strategies that address these various spheres. Biophilic design emphasizes strategies that incorporate the natural environment as a formative element of the setting, revealing significant potential to positively impact users' psychological state, promote greater sustainability in the building, reduce energy demand, and foster ecologically conscious construction practices. This article presents a narrative literature review of previously conducted studies, aiming to analyze the interconnections between biophilia and energy efficiency in the context of healthcare centers, and highlighting a systemic approach gap with significant research potential for the future.

Keywords: Hospital Architecture. Biophilia. Psychological State. Sustainability. Performance.

INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO

O crescimento e adensamento urbano fundamentado por práticas de construção que desconsideram os aspectos climáticos de cada localidade e não consideram os critérios de sustentabilidade, agravam a crise climática e evidenciam a insalubridade das cidades. No setor da construção civil são consumidos entre 20% e 50% dos recursos naturais mundiais, sendo responsável direta e indiretamente por 39% das emissões de gases de efeito estufa (IEA, 2019) [1].

O setor hospitalar desempenha um papel significativo na crise climática, contribuindo com mais de 4,4% do total das emissões de GEE globais (Taylor; Mackie, 2017) [2] e caso o setor da saúde fosse considerado um país, ocuparia a posição de quinto maior emissor do planeta. Isso se dá pela operação ininterrupta dessas edificações, aliada à necessidade de ambientes controlados, altos padrões de qualidade e segurança, e equipamentos especializados. Além disso, os ambientes de saúde exigem uma abordagem cuidadosa para melhorar a eficiência sem comprometer a segurança e o conforto dos pacientes, por isso, buscar estratégias que não só atuem na eficiência como também no conforto do ambiente é o grande desafio para a arquitetura hospitalar e uma grande oportunidade para biofilia.

O termo biofilia foi utilizado pela primeira vez pelo psicólogo Erich Fromm em 1964 [3] e popularizado nos anos 80 por Edward Wilson (1984) [4], que o descreveu como “a ligação emocional dos humanos com outros organismos vivos”. Dentro da arquitetura, a biofilia tem como chave a conexão com a natureza, enfatizando a importância da presença e da experiência de elementos naturais no projeto.

Segundo Kellert et al. (2008) [5], ambientes com a presença de elementos vegetativos auxiliam na redução das temperaturas do microclima local por meio da evapotranspiração, tendo potencial para absorção de dióxido de carbono, produção de oxigênio, absorção de águas pluviais e captura de poluentes do ar. Ressalta também que a biofilia, dentro da arquitetura hospitalar, apresenta um vasto potencial para a promoção do bem-estar psicológico, auxiliando no tratamento dos usuários, diminuindo o estresse ambiental, o tempo de internação e a depressão, transformando os ambientes de saúde em organismos curativos.

A abordagem tradicional da arquitetura hospitalar enfatiza excessivamente a dimensão técnica e funcional dos ambientes de saúde, priorizando aspectos

econômicos, a viabilização da construção e a manutenção dos espaços. Geralmente, as dimensões sensíveis, simbólicas e psicossociais ficam em segundo plano. A grande pergunta a ser feita é como associar os aspectos sensíveis ao humano com os fatores ligados à viabilização do projeto, tornando-o eficiente com base nas estratégias do design biofílico? A presente pesquisa tem como objetivo transcender essa dimensão que desvincula o técnico e funcional do sensorial humano e promover uma revisão narrativa da bibliografia, demonstrando que o design biofílico tem potencial para melhorar a qualidade dos ambientes e reduzir o consumo energético para uma melhor eficiência do edifício hospitalar.

MÉTODO

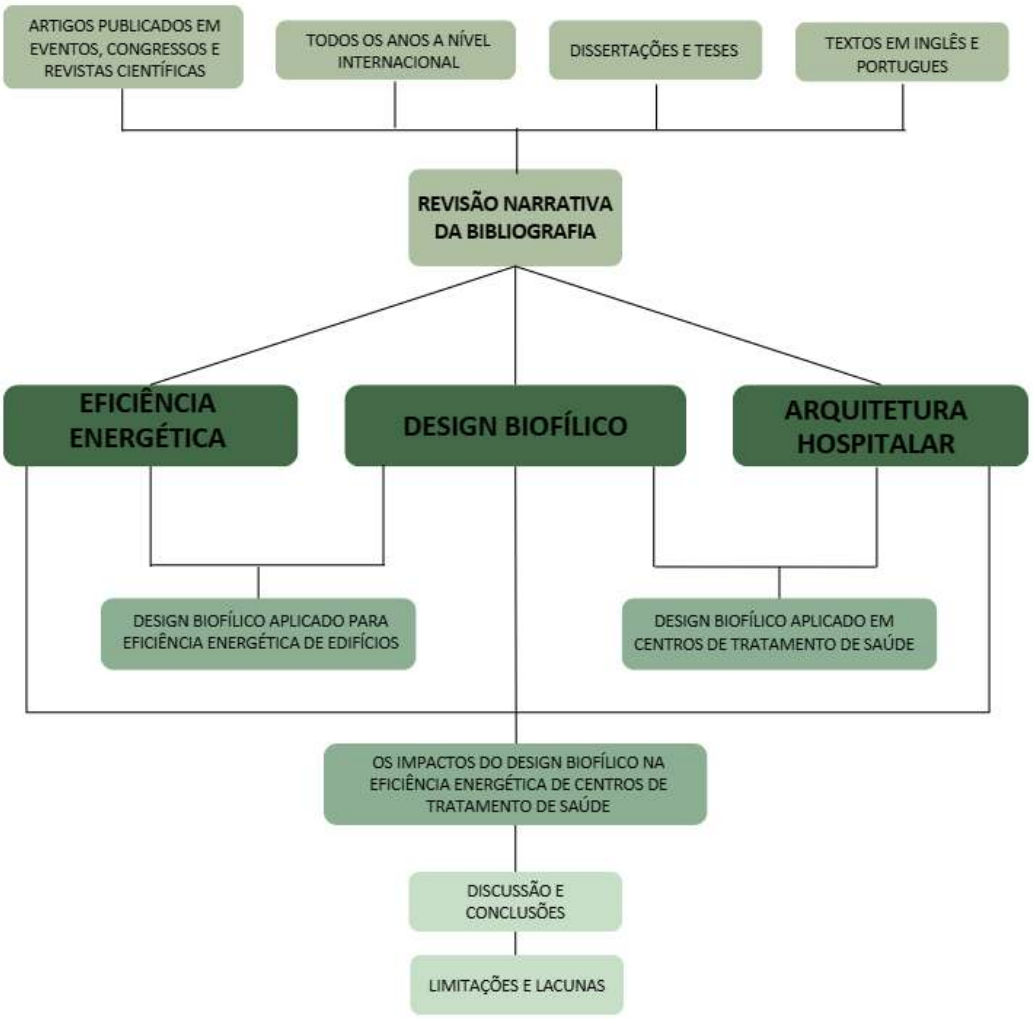
O desenvolvimento da revisão bibliográfica foi realizado com base na metodologia narrativa, permitindo uma exploração mais flexível e interpretativa das conexões entre os diferentes elementos o que proporciona uma compreensão mais holística do assunto. Botelho et al. (2011, p. 125) [6] afirma que a revisão narrativa auxilia na descrição do estado da arte de um determinado assunto, considerando tanto aspectos teóricos quanto contextuais.

Essa estratégia metodológica permite um mergulho nas nuances e complexidades do design biofílico, examinando os processos e os contextos subjacentes e buscando compreender não apenas os resultados quantitativos, mas também os relatos, experiências e percepções que permeiam a implementação de estratégias biofílicas nos centros de tratamento de saúde.

Foram utilizadas três base de dados: o Scielo, o Google Acadêmico e o *Web of Science*, utilizando as palavras-chaves “design biofílico”, “arquitetura hospitalar” e “eficiência energética”, para mapear os diversos estudos na área. Foram selecionados artigos publicados em revistas, congressos e eventos, dissertações e teses a nível internacional, sem limitação de ano de publicação, buscando abordagens que estabelecem algum tipo de conexão entre os assuntos abordados. Outro método utilizado na pesquisa foi a "citação em cascata" ou "snowballing", que consistem em seguir as citações e referências de um documento inicial, expandindo a busca e descobrindo trabalhos adicionais relacionados ao tema de interesse, garantindo uma cobertura abrangente da literatura disponível.

A pesquisa se propôs a examinar estudos que explorassem a interconexão entre três pilares fundamentais: design biofílico, arquitetura hospitalar e eficiência energética, com o objetivo de preencher uma lacuna na literatura que comprovasse os potenciais impactos positivos da biofilia na eficiência energética de centros de tratamento de saúde, que pode ser visualizado na figura 1.

Figura 1: Organograma da pesquisa.



Fonte: os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados quantitativos desta revisão identificaram 58 estudos que abordaram os três pilares fundamentais de alguma forma. A maior parte dos estudos conectou o design biofílico como estratégia de cura e conforto psicológico nos centros de tratamento de saúde. Com uma menor quantidade de estudos surgiu a conexão do design biofílico como estratégia de otimizar a eficiência energética de edifícios. Por fim, apenas um estudo abordou diretamente a questão do design biofílico aplicado em centros de tratamento de saúde para uma melhor eficiência energética. O quadro 1 mostra os estudos encontrados e essa relação dos temas envolvidos na pesquisa.

Quadro 1: Estudos e conexões com os temas.

Autores	Título	Ano	Eficiência Energética	Design Biofílico	Arquitetura Hospitalar
Amanda de Lurdes Ladislau.	Biofilia e Sustentabilidade: Relação Arquitetura - Homem- Natureza.	2019	x	x	-
Amany Ragheb et al.	Green Architecture: a concept of sustainability.	2016	x	x	-
CBIC	Construção Sustentável: a mudança em curso.	2017	x	-	-
Clare Cooper Marcus; Marni Barnes.	Gardens in healthcare facilities: uses, therapeutic benefts, and design recommendations.	1995	-	x	x
Clare Hickman.	A history of English hospital gardens since 1800.	2013	-	x	x
Dawoon Jung; Da In Kim;Nayeon Kim.	Bringing nature into hospital architecture: Machine learning-based EEG analysis of the biophilia effect in virtual reality.	2023	-	x	x
Débora Bartes da Silva.	Neuroarquitetura e Design Biofílico: A Arquitetura do Bem-Estar Aplicada ao Escritório Coworking.	2022	-	x	-
Diana Csillag	Análise das práticas de sustentabilidade em projetos de construção latino americanos.	2007	X	-	-
Edward Osborne Wilson.	Biophilia.	1984	-	x	-
Erich From	The heart of man, its genius for good and evil.	1964	-	X	-
Guilherme Takeda.	Tendências que farão a diferença no Mercado Imobiliário em 2019: Design Biofílico e Sustentabilidade.	2019	x	x	-
IEA, International Energy Agency.	Global status report for buildings and construction: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and constuction sector.	2019	x	-	-
IEA, International Energy Agency.	Renewables 2023	2024	x	-	-
Irving Biederman; Edward Vessel.	Perceptual pleasure and the brain: a novel theory explains why the brain craves information and seeks it through the senses.	2006	-	x	x
Isabela Mello de Almeida; Filipe Leonardo Oliveira Ribeiro.	Centro Oncológico Infantil: Humanização no Setor Hospitalar Pediátrico.	2023	-	x	x
Jéssica Bronzatti Mello; Cleusa Adriane Menegassi Bianchi; Felipe Libardoni.	Design Biofílico.	2020	-	x	-

Jie Yin; Jing Yuan; Nastaran Arfaei; Paul J. Catalano; Joseph G. Allen; John D. Spengler.	Effects of biophilic indoor environment on stress and anxiety recovery: A between-subjects experiment in virtual reality.	2020	-	x	x
Joana Carla Soares Golçalves; Denise Helena Silva Duarte.	Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisas, prática e ensino.	2006	x	x	-
Josh Karliner et al.	Health care without harm climate-smart health care series green paper number one.	2022	x	-	x
Josh Karliner; Scott Slotterback; Richard Boyd; Ben Ashby; Kristian Steele.	Health Care's Climate Footprint: How the Health Sector Contributes to the Global Climate Crisis and Opportunities for Action.	2019	x	-	x
Judith Heerwagen; Vivian Loftness.	The economics of biofilia: Why designing with nature in mind makes financial sense.	2012	x	x	-
Karin Tanja Dijkstra; Marcel Pieterse; Ad. Pruyn.	Stress-reducing effects of indoor plants in the built healthcare environment: The mediating role of perceived attractiveness.	2008	-	x	x
Keiko Matsunaga; Bum-Jin Park; Hiromitsu Kobayashi Yoshifumi Miyazaki.	Physiologically relaxing efect of a hospital rooftop forest on older women requiring care.	2011	-	x	x
Lianqi Liu; Matthew R. Marler; Barbara A. Parker; Vicky Jones; Sherella Johnson; Mairav Cohen-Zion; LaviniaFiorentino; Georgia Robins Sadler; Sonia Ancoli-Israel.	The relationship between fatigue and light exposure during chemotherapy.	2005	-	x	x
M. Shokry Abdelaal; Veronica Soebarto.	Biophilia and Salutogenesis as restorative design approaches in healthcare architecture.	2019	-	x	x
Maicon da Fonseca Dolôres	Design biofílico: o uso do design biofílico em ambientes hospitalares.	2021	-	x	x
Marc Berman et al.	Interacting with nature improves cognition and affect for individuals with depression.	2012	-	x	x
Marc Berman; John Jonides; Stephen Kaplan.	The cognitive benefits of interacting with nature.	2008	-	x	x
Ming Kuo.	Coping with poverty: Impacts of environment and attention in the inner city.	2001	x	x	-
Ming Kuo.	The role of arboriculture in a healthy social ecology.	2003	x	x	-

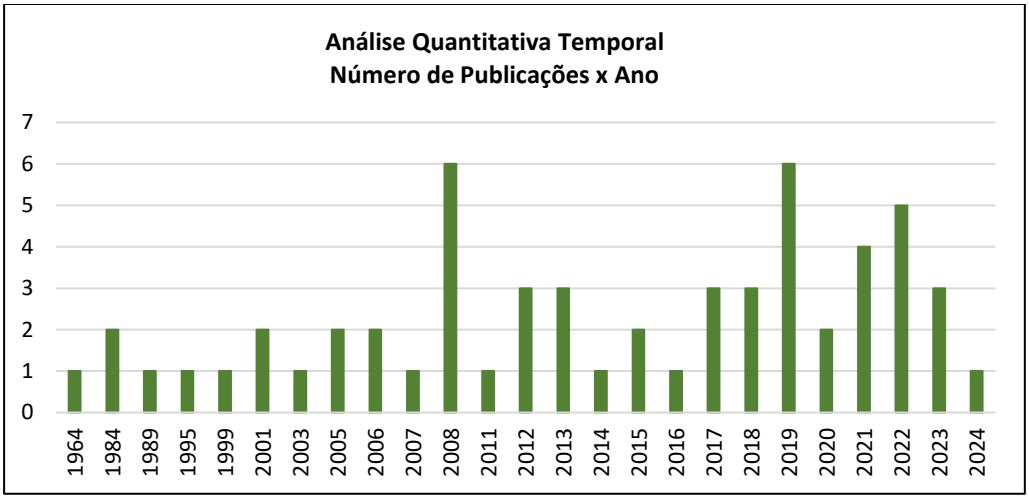
Ming Kuo.	How might contact with nature promote human health? Promising mechanisms and a possible central pathway.	2015	-	x	x
Ming Kuo; Matthew Hem Browning; Milbert L. Penner.	Do lessons in nature boost subsequent classroom engagement? Refueling students in flight.	2018	-	x	x
Pedro Henrique Ferreira Muza.	Design biofílico: ampliando o conceito de sustentabilidade de edificações.	2021	x	x	-
Rachel Kaplan; Stephen Kaplan.	The experience of nature: A psychological perspective.	1989	-	x	x
Rania el Messeidy.	Application of biophilic patterns in health care environments to enhance healing.	2019	-	x	x
Roger S. Ulrich et. Al.	A review of the research literature on evidence-based healthcare design.	2008	-	x	x
Roger S. Ulrich.	Effects of healthcare environmental design on medical outcomes. In: Design and Health: Proceedings of the Second International Conference on Health and Design.	2001	-	x	x
Roger S. Ulrich.	Aesthetic and affective response to natural environment	1983	-	x	x
Roger S. Ulrich.	Effects of gardens on health outcomes: Theory and research.	1999	-	x	x
Roger S. Ulrich.	View through a window may influence recovery from surgery.	1984	-	x	x
Roger S. Ulrich; Lennart Bogren; Stuart K. Gardiner; Stefan Lundin.	Psychiatric ward design can reduce aggressive behavior.	2018	-	x	x
Sara G. Abo-Sabaa et. Al.	A Study of Biophilic design and how it relates to the children's hospitals design.	2022	-	x	x
Sara Malenbaum; Francis J Keefe; Amanda C. de C. Williams; Roger Ulrich; Tamara J. Somers.	Pain in its environmental context: Implications for designing environments to enhance pain control.	2008	-	x	x
Seong-Hyun Park; Richard H. Mattson.	Efects of fowering and foliage plants in hospital rooms on patients recovering from abdominal surgery.	2008	-	x	x
Shih-Han Hung; Chun-Yen Chang.	Health benefits of evidence-based biophilic-designed environments: A review.	2021	-	x	x
Simona Totaforti	Applying the benefits of biophilic theory to hospital design.	2018	-	x	x

Stephen Kellert; Elizabeth Calabrese.	The practice of biophilic design.	2015	x	x	-
Stephen R. Kellert; Martin Mador; Judith Heerwagen.	Biophilic Design: the Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life.	2008	-	x	-
Tarlan Abazari; André Potvin; Claude MH. Demers; Louis Gosselin.	A biophilic wellbeing framework for positive indoor-outdoor connections in energy-efficient Arctic buildings.	2022	x	x	-
Tekin BH; Corcoran R.; Gutiérrez RU.	A Systematic Review and Conceptual Framework of Biophilic Design Parameters in Clinical Environments.	2023	-	x	x
Tim Taylor; Phil Mackie.	Carbon footprinting in health systems: one small step towards planetary health.	2017	x	-	x
Timothy Beatley; Peter Newman.	Biophilic Cities Are Sustainable, Resilient Cities.	2013	x	x	-
Tsunetsugu Y.; Lee J.; Park BJ; Tyrva¨inen L.; Kagawa T.; Miyazaki Y.	Physiological and psychological effects of viewing urban forest landscapes assessed by multiple measurements.	2013	-	x	x
Vanessa Isabel Manzarra Santos et al.	Desenho para um planeta vivo: biofilia uma solução para o urbanismo e arquitectura sustentáveis.	2017	x	x	-
Walch JM; Rabin BS; Day R; Williams JN; Choi K; Kang JD.	The efect of sunlight on post-operative analgesic medication usage: a prospective study of patients undergoing spinal surgery.	2005	-	x	x
Weijie Zhong; Torsten Schröder; Juliette Bekkering.	Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review.	2022	-	x	x
Wichrowski MJ; Corcoran JR; Haas F.; Sweeney G; Mcgee A.	Effects of Biophilic Nature Imagery on Indexes of Satisfaction in Medically Complex Physical Rehabilitation Patients: An Exploratory Study.	2021	-	x	x
William Browning; Catherine Ryan; Joseph Clancy.	14 Patterns of Biophilic Design.	2014	x	x	x

Fonte: os autores.

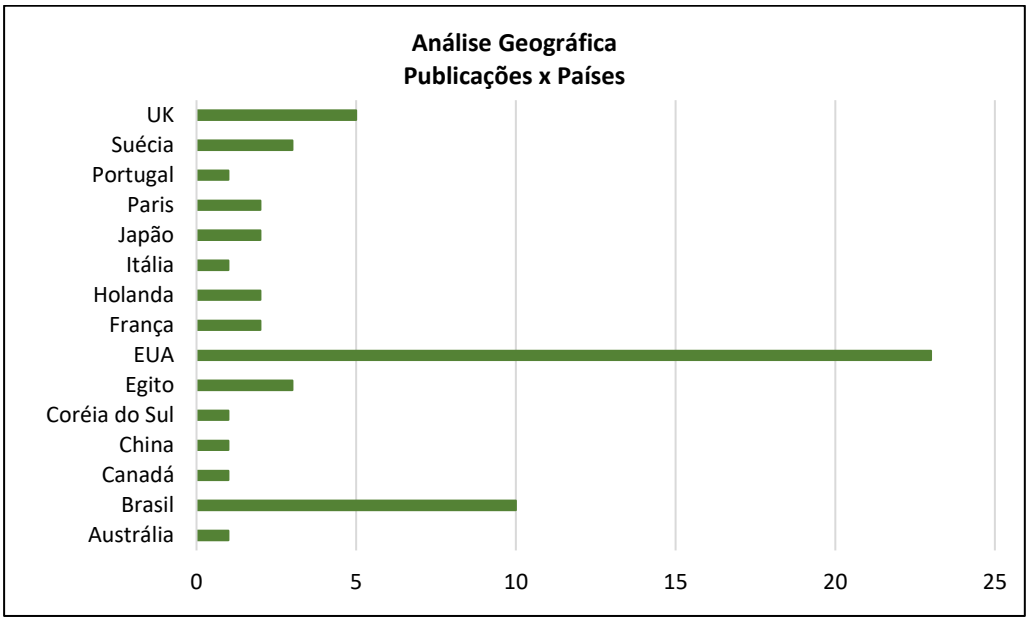
A Figura 2 apresenta uma análise quantitativa temporal, destacando o volume de publicações ao longo dos anos, com picos notáveis em 2008 e 2019. Já a Figura 3, por meio de uma análise geográfica, revela que os Estados Unidos da América foi o país mais recorrente nas publicações analisadas.

Figura 2: Gráfico de análise quantitativa temporal.



Fonte: os autores.

Figura 3: Gráfico de análise geográfica.



Fonte: os autores.

3.1 DESIGN BIOFÍLICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Os estudos que conectam o design biofílico e eficiência energética mostram que os limites entre as diferentes categorias de design biofílico são fluidos e os elementos muitas vezes são interdependentes. Para integrar plantas em edifícios precisamos considerar água, ar, luz solar, animais, clima e estações para apoiar a vida vegetativa. O uso adequado de materiais naturais, não apenas podem reduzir os custos de construção, mas também pode contribuir para a reciclagem de materiais para um consumo mais responsável. A redução da poluição do ar proporciona benefícios ambientais e também está relacionada à otimização da qualidade do ar interno na saúde. A iluminação natural que reduz o estresse dos usuários também é uma

estratégia de reduzir o consumo de energia. Dessa forma, fica evidente que as estratégias biofílicas foram retiradas de metas sustentáveis (Zhong, Schröder e Bekkering, 2022) [7].

Para Csillag (2007) [8], a sustentabilidade depende de três aspectos fundamentais: meio ambiente, sociedade e economia. Porém, no contexto dos países da América Latina, essa tríade não está plenamente estabelecida, apenas 37% dos projetos latino-americanos e 43% dos projetos brasileiros contemplam as três dimensões (Muza; 2021) [9]. Isso significa que a eficiência nas certificações brasileiras ainda é focada no aspecto econômico.

Em um estudo sobre os padrões de construções certificadas que se alinham com o Design Biofílico, Muza (2021) [9] articulou as estratégias similares e destoantes dos métodos de certificação com a biofilia. Nota-se, nessa pesquisa, que as diretrizes afirmadas pela Building Research Establishment - BRE Group (2020) [10] são as que mais vão de encontro com as propostas do design biofílico.

Stephen R. Kellert (2012) [11] destacou a importância de abordagens holísticas para a sustentabilidade, argumentando que os esforços de conservação devem considerar a eficiência energética, a saúde dos ecossistemas e a qualidade de vida humana. Em seu livro *Building for Life: Designing and Understanding the Human-Nature Connection,* Kellert examina a interseção entre biofilia e sustentabilidade, destacando como projetos que integram a natureza não apenas beneficiam os ocupantes, mas também promovem práticas sustentáveis, criando espaços que se alinham com as necessidades humanas enquanto respeitam e preservam o meio ambiente.

3.2 BIOFILIA E ARQUITETURA HOSPITALAR

A teorização do design biofílico, como estratégia multidisciplinar, propaga a ideia de ambiente como terapêutico agregando uma variedade de especialistas e profissionais. Em 1839, o Lexicon Medicum [12] abordou os "poderes de cura da natureza", estudando como as doenças poderiam ser curadas prestando atenção no ar, comida, descanso, atividade física e estado de espírito. Desde então, o ambiente foi considerado terapêutico e capaz de influenciar a saúde dos indivíduos, auxiliando na recuperação (Hickman, 2013) [13].

Com o desenvolvimento dos conceitos de psicologia ambiental o design biofílico ganha espaço nos estudos sobre como elementos naturais podem impactar as emoções, o comportamento, o bem-estar e a cognição das pessoas. Em "14 Patterns of Biophilic Design", livro publicado pela Terrapin Bright Green [16], Bill Browning, aborda o design biofílico como multissensorial, explorando diferentes sentidos humanos e enfatizando a influência positiva no bem-estar emocional e cognitivo.

Em relação aos ambientes de saúde Roger S. Ulrich foi pioneiro nos estudos sobre o impacto da natureza na recuperação de pacientes e os benefícios terapêuticos do contato com ambientes naturais. Ulrich, ao analisar os registros médicos de pacientes cirúrgicos em um hospital na Pensilvânia entre 1972 e 1981, constatou que aqueles com vista para uma paisagem natural de suas janelas experimentaram benefícios significativos. Especificamente, pacientes em quartos com vista para áreas verdes tiveram períodos de hospitalização pós-operatória mais curtos e usaram menos analgésicos em comparação com aqueles em quartos semelhantes, mas com vista para ambientes construídos. Essa pesquisa indicou que a observação de áreas verdes e natureza pode reduzir o tempo de hospitalização em até 8% (Ulrich, 1984) [15].

Já na parte da ação restauradora que a natureza proporciona, Ulrich desenvolve argumentos teóricos sobre a capacidade de recuperação para a sobrevivência dos primeiros humanos, onde a evolução favoreceu indivíduos com propensão para uma

resposta restauradora à natureza, deixando uma herança genética presente até os dias de hoje e impactando em como certos ambientes e conteúdos naturais têm a capacidade de obter respostas redutoras de estresse (Ulrich, 1983) [16].

Ulrich se utiliza da teoria da distração, elucidando como a dor requer considerável atenção consciente, dando margem para a adoção de estratégias de distração agradável, como a visão da natureza. Seus estudos também retratam que distrações naturais podem ser mais envolventes e, portanto, mais eficazes na redução da dor se envolverem estímulos sonoros, visuais, induzindo um maior senso de imersão (Ulrich, 2008) [17].

"Esses argumentos teóricos têm uma implicação prática de design, que é projetar edifícios de saúde com características naturais pode aproveitar influências terapêuticas que são heranças da evolução, resultando em ambientes de cuidados ao paciente mais restauradores e curativos" (Ulrich, 2008) [18].

Na redução do estresse, estudos indicaram que 95% dos pacientes e seus familiares expostos ao contato direto com a natureza relataram níveis reduzidos de estresse, pensamentos mais positivos e maior capacidade de enfrentamento (Marcus e Barnes, 1995) [19].

Biederman e Vessel (2006) [20], abordam como padrões naturais e estruturas fractais contribuem para a redução do estresse ao estimularem os receptores responsáveis pelo prazer. Além disso, a presença de plantas em quartos e jardins nos telhados de hospitais melhorou a resposta psicológica dos pacientes ao tratamento, resultando em níveis mais baixos de dor, ansiedade e fadiga (Park e Mattson, 2008; Matsunaga et al., 2011) [21] [22].

Ao se falar da escolha de materialidade, diversas pesquisas também demonstraram que o uso de materiais naturais melhora a percepção dos pacientes sobre a qualidade ambiental, contribuindo para recuperação de doenças. Materiais naturais melhoram o conforto visual, absorvendo mais luz do que refletindo, e resultando em efeitos positivos, promovendo a criatividade, a saúde geral e fortalecendo o sistema imunológico (Tsunetsugu et al., 2013) [23].

Quanto a iluminação, a luz natural influencia os níveis de serotonina, diminuindo a percepção de dor nos pacientes. Estudos observaram uma redução de 22% no uso de analgésicos e uma diminuição de 21% nos custos de saúde. Para pacientes da quimioterapia, a luz natural também apresenta efeitos positivos (Walch et al., 2005; Liu et al., 2005) [24] [25].

Essas pesquisas demonstram que as estratégias biofílicas contribuem nas necessidades psicológicas dos pacientes, resultando em benefícios econômicos frequentemente subestimados. Do ponto de vista de economia com o tratamento de pacientes, o design biofílico contribui numa recuperação mais rápida, reduzindo o tempo médio de internação dos pacientes e diminuindo assim os custos diários do atendimento. Uma relação menos traumática entre o ambiente e os pacientes também diminui o atraso na procura de assistência médica, possibilitando que as ações preventivas cresçam e sejam mais eficazes. Além disso, os benefícios derivados da interação com a natureza não se limitam somente aos pacientes, mas também têm importância significativa para a equipe hospitalar, melhorando a produtividade dos profissionais, garantindo conforto e a saúde dos pacientes.

3.3 BIOFILIA, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ARQUITETURA HOSPITALAR

Em “The Economics of Biophilia, Why Designing with Nature in Mind Makes Financial Sense”, pesquisadores da Terrapin Bright Green [26] abordam estratégias de design biofílico para a eficiência energética e produtividade, articulando a viabilização econômica, tanto do ponto de vista da sustentabilidade quanto da atividade humana.

No contexto hospitalar, o estudo destaca que a introdução de elementos biofílicos, como vistas para a natureza, luz natural e espaços verdes, pode contribuir para a redução do tempo de recuperação dos pacientes, diminuição do uso de medicamentos para dor e melhoria geral da experiência do paciente. Além disso, o design biofílico pode influenciar positivamente a saúde mental dos profissionais de saúde, reduzindo o estresse e melhorando a satisfação no trabalho.
O estudo argumenta que, embora possa haver custos iniciais associados à implementação do design biofílico, os benefícios tangíveis, como redução nos custos operacionais, menor necessidade de medicamentos e maior eficiência operacional, resultam em retornos financeiros a longo prazo.

3.4 DISCUSSÃO

Ao comparar as abordagens de Kellert (2012) [11] com as estratégias da Terrapin Bright Green [27], nota-se um posicionamento mútuo nas direções sugeridas para incorporar o design biofílico na eficiência energética. A ênfase na desconexão entre as pessoas e a natureza no ambiente construído é um ponto unânime. Ambos os estudos reconhecem a importância de superar desafios relacionados à luz natural, ventilação, materiais e vegetação, visando uma integração efetiva dos elementos naturais nos projetos arquitetônicos.
É nítida a variabilidade de estudos quanto às estratégias específicas para a eficiência energética. Alguns estudos enfatizam a importância da iluminação natural (Walch et al., 2005; Liu et al., 2005) [24] [25] e da gestão inteligente de energia (Zhong, Schröder e Bekkering, 2022; Taylor e Mackie, 2017) [7] [2], enquanto outros exploram o potencial das massas vegetais na redução do consumo de sistemas de condicionamento artificial. Essa diversidade de estratégias indica que a eficiência energética pode ser abordada de maneiras multifacetadas, considerando as características específicas de cada ambiente hospitalar.
Estudos que exploram os impactos indiretos do design biofílico sublinham como atender às necessidades psicológicas dos pacientes não é apenas ético, mas também econômico (Heerwagen e Loftness, 2012; Ulrich, 1984; Biederman e Vessel, 2006; Marcus e Barnes, 1995; Park e Mattson, 2008; Matsunaga et al., 2011; Tsunetsugu et al., 2013) [5] [15] [20] [19] [21] [22] [23]. Com a recuperação mais rápida, a redução dos custos diários de atendimento e a melhoria da produtividade da equipe os benefícios se tornam tangíveis e vão além do simples aspecto estético, impactando positivamente a eficiência operacional e, por conseguinte, a eficiência energética desses centros.
Alguns estudos divergem em sua metodologia aplicada. As interpretações de Kellert (2012) [11] são construídas sobre os valores da biofilia derivados da psicologia evolucionista. Em contraste, Browning e Ryan (2014) [14] investigam as relações entre humanos e natureza com base em respostas biológicas, saúde psicológica, fisiológica, bem-estar, funcionalidade cognitiva e desempenho.
Apesar da ampla gama de estudos sobre como a biofilia pode impactar positivamente os centros de tratamento de saúde, ainda são poucos os que abordam a questão da eficiência energética, focando normalmente em aspectos subjetivos do bem-estar e redução de estresse. As atuais pesquisas deixam evidente as contribuições do design biofílico para a sustentabilidade e eficiência energética, mas, a aplicação destas teorias para o ambiente hospitalar ainda não foi realizada com minucia, demonstrando uma imensa lacuna para pesquisas futuras.
A complexidade do programa dos centros de tratamento de saúde pode ser um fator limitante para avanços e inovações na área. Restrições orçamentárias podem interferir na implantação inicial do design biofílico por representar um investimento ainda em

fase investigativa e pouca explorada. A adequação do design biofílico nas rigorosas normas e regulamentações de saúde e segurança, junto com as necessidades particulares de cada espaço dentro do programa e de um layout mais fechado para garantia da acessibilidade, torna o design biofílico limitado e de difícil aplicação. Por fim, a resistência dos profissionais de saúde, arquitetos e engenheiros em aceitar e se adaptar às mudanças no ambiente hospitalar desencorajam o desenvolvimento de projetos na área, optando-se por projetar da maneira convencional.

CONCLUSÃO

Num contexto geral percebe-se que a biofilia está mais atrelada à área da psicologia ambiental na garantia de conforto, fazendo a conexão com o ambiente hospitalar e com a eficiência energética em apenas alguns estudos. A análise geográfica da bibliografia mostrou os Estados Unidos da América, o Brasil e a Inglaterra com os maiores percentuais de publicações analisadas. Apesar da estruturação do conceito ter sido em 1964, a biofilia começa a se articular com a arquitetura hospitalar e eficiência energética um pouco mais tarde. Além disso, uma análise quantitativa temporal demonstrou que a quantidade de pesquisas aumentou a partir de 2008, tendo dois picos notáveis em 2008 e em 2019.

As limitações do presente artigo residem no fato de que algumas das pesquisas mencionadas não foram completamente comprovadas e não constituem um ponto final em si mesmas. Além disso, é importante notar que existem poucas publicações e estudos que abordam de maneira abrangente os três pontos-chave aqui discutidos: biofilia, arquitetura hospitalar e eficiência energética. Embora existam estudos excelentes sobre cada um desses tópicos individualmente, a integração desses elementos ainda é escassa e não pôde ser avaliada em termos de impacto a longo prazo.

Apesar da riqueza de conteúdo das pesquisas examinadas, não foi possível afirmar com exatidão que a aplicação da biofilia em edifícios hospitalares contribui significativamente para uma melhor eficiência energética. Este resultado pode ser atribuído à escassez de estudos que ofereçam evidências concretas e conclusivas sobre essa relação e da falta de análise pós-ocupação de hospitais com estas soluções. Tais escassez resulta em uma grande lacuna de abordagem sistêmica, revelando uma área com grande potencial de pesquisa para alcançar maiores níveis de sustentabilidade nos centros de tratamento de saúde utilizando as estratégias da biofilia e melhorando os aspectos econômico, ambiental e social das edificações.

REFERÊNCIAS

[1] IEA, International Energy Agency. **Global Status Report for Buildings and Construction**. Paris: IEA, 2019.

[2] TAYLOR, T.; MACKIE, P. **Carbon footprinting in health systems: one small step towards planetary health.** The Lancet Planetary Health, v. 1, n. 9, p. 357-358, 2017.

[3] FROM, E. **The heart of man, its genius for good and evil.** New York: Harper & Row, 1964.

[4] WILSON, E. O. **Biophilia.** Cambrige: Harvard University Press, 1984.

[5] KELLERT, S.; HEERWAGEN, M.; Mador, M. **Biophilic Design: the Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life.** Hoboken, NJ: John Wiley, 2008.

[6] BOTELHO, L. L. R., CUNHA, C. A., & MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, v. 5, n.11, p. 121-136, ago. de 2011.

[7] ZHONG, W.; SCHRÖDER, T.; BEKKERING, J. **Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review.** Frontiers of Architectural Research, v.11, 2022.

[8] CSILLAG, D. **Análise das práticas de sustentabilidade em projetos de construção latino americanos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Universidade de São Paulo USP: São Paulo, 2007.

[9] MUZA, P. H. F. **Design biofílico: ampliando o conceito de sustentabilidade de edificações.** 140 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade de Brasília: Brasília, 2021.

[10] BRE GROUP. **Building Research Establishment**. Disponível em: https://bregroup.com/. Acesso em: 20 fev. 2024.

[11] KELLERT, S. **Building for life: Designing and understanding the human-nature connection.** Chicago: Island press, 2012.

[12] Hooper, Robert. **Lexicon Medicum; or Medical Dictionary**. London: Longman, 1839.

[13] HICKMAN, C. **Therapeutic landscape. A history of English hospital gardens since 1800.** New York: Manchester University Press, 2013.

[14] BROWNING, W.D.; RYAN, C.O.; CLANCY, J.O. **14 Patterns of Biophilic Design.** New York: Terrapin Bright Green, LLC, 2014.

[15] UlRICH, R. S. **View through a window may influence recovery from surgery.** Science, v.224, p.42-421, 1984.

[16] Ulrich, R. S. **Aesthetic and affective response to natural environment.** In I. Altman & J. F. Wohlwill (Orgs.), Behavior and the Natural Environment (Vol. 06, pp. 85-120). Nova Iorque: Plenum, 1983.

[17] ULRICH, R. 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.

[18] MALENBAUM, S., KEEFE, F. J., WILLIAMS, A. C., ULRICH, R. S., AND SOMERS T. J. **Pain in its environmental context: Implications for designing environments to enhance pain control.** PubMed, v.134, p.241–244, 2008.

[19] MARCUS, C.C.; BARNES ,M. **Gardens in healthcare facilities: uses, therapeutic benefts, and design recommendations.** Concord: The Center for Health Design, 1995.

[20] BIEDERMAN, I.; VESSEL, E. Perceptual pleasure and the brain: a novel theory explains why the brain craves information and seeks it through the senses. **American Scientist**, v.92, n.3, p.247–253, jan. de 2006.

[21] Park, S., & Mattson, R. H. **Effects of Flowering and Foliage Plants in Hospital Rooms on Patients Recovering from Abdominal Surgery**. HortTechnology hortte, 2008.

[22] MATSUNAGA, K.; PARK, B.J.; KOBAYASHI, H. et al. **Physiologically relaxing efect of a hospital rooftop forest on older women requiring care.** J Am Geriatr Soc, v.59, p.2162–2163, 2011.

[23] Tsunetsugu, Y.; Lee, J.; Park, B.J.; Tyrva¨inen, L.; Kagawa, T.; Miyazaki, Y. **Physiological and psychological effects of viewing urban forest landscapes assessed by multiple measurements.** Landsc Urban Plan, 2013.

[24] Walch, Jeffrey M. BSA; Rabin, Bruce S. MD, PhD; Day, Richard PhD; Williams, Jessica N. BS; Choi, Krissy BS; Kang, James D. MD. **The Effect of Sunlight on Postoperative Analgesic Medication Use: A Prospective Study of Patients Undergoing Spinal Surgery.** Psychosomatic Medicine, 2005.

[25] LIU, L.; MARLER, M.; PARKER, B.; JONES, V.; JOHNSON, S.; COHEN-ZION, M.; FIORENTINO, L.; SADLER, G.; ANCOLI-ISRAEL, S. **The relationship between fatigue and light exposure during chemotherapy.** Support Care Cancer, v.13, p.1010–1017, 2005.

[26] HEERWAGEN, J.; LOFTNESS, V. **The economics of biofilia: Why designing with nature in mind makes financial sense.** New York: Terrapin Bright Green, 2012.