CONTRIBUIÇÃO DAS FACHADAS CINÉTICAS COM TECNOLOGIA RESPONSIVA PARA A LUZ NATURAL EM QUARTOS DE INTERNAÇÃO

Isabel de Oliveira Nogueira Muzi (1), Sylvia Meimaridou Rola (2), Paula de Castro Brasil (3), Patrízia Di Trapano (4) e Maria Julia de Oliveira Santos (5)

(1) Arquiteta e Urbanista, Mestranda PROARQ - FAU/UFRJ*, isabel.muzi.arq@gmail.com;
(2) D.Sc, Arquiteta e Urbanista, Docente DTC e PROARQ - FAU/UFRJ*, sylviarola@fau.ufrj.br;
(3) D.Sc, Arquiteta e Urbanista, Docente UEZO e UNILASALLE-RJ**, paulabrasil@uezo.edu.br
(4) D.Sc, Arquiteta e Urbanista, Docente EBA -UFRJ* e PROARQ -FAU/UFRJ*, patrizia@eba.ufrj.br;
(5) D.Sc, Arquiteta e Urbanista, Docente do MPPP e PROARQ - FAU/ UFRJ*, mariajuliasan@gmail.com,
* Programa de Pós-Graduação em Arquitetura – PROARQ da Universidade Federal do Rio de Janeiro,
** UEZO - Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste e Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro - UNILASALLE-RJ

RESUMO

Uma das principais estratégias arquitetônicas que contribuem para o processo de cura dos pacientes nos quartos de internação hospitalares, é a utilização de iluminação natural. Porém, este tipo de ambiente deve possuir sistemas de controle, pois necessitam de condições especiais de iluminação, segundo a RDC nº 50, Resolução que trata do Regulamento Técnico para elaboração e avaliação de projetos físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) no Brasil. Sabe-se que as fachadas cinéticas com tecnologia responsiva podem controlar a incidência da luz natural no interior das edificações corporativas, entretanto, não foi identificada nenhuma edificação hospitalar com esse tipo de tecnologia, nas pesquisas realizadas no Brasil e no contexto internacional. Este estudo tem como objetivo compreender se os exemplares de fachadas cinéticas com tecnologia responsiva apresentados neste estudo podem contribuir para a oferta, controle de luz natural e a visibilidade do exterior de um quarto de internação no território de clima tropical como a cidade do Rio de Janeiro. Para isso, as tipologias de proteção levantadas neste artigo foram modeladas com dimensões aproximadas e simuladas abertas e parcialmente fechadas na fachada de um quarto de internação. Os resultados identificaram que todas as fachadas simuladas permitiram a incidência da luz natural no interior, quando os elementos cinéticos estão totalmente abertos, contudo, nem todas permitem a visualização do espaço externo e nem o sombreamento somente no leito de internação. No estudo de caso foi possível concluir que a maioria dos modelos estudados, as fachadas cinéticas com tecnologia responsiva poderiam ser aplicadas em setores de internação favorecendo a incidência de iluminação natural dos quartos e permitindo a visibilidade da área externa do ambiente. Entretanto, as formas geométricas deste tipo de fachadas podem interferir no posicionamento das sombras, na intensidade da luz e a visibilidade do exterior pode ser comprometida em função da cinemática e dos materiais utilizados.

Palavras-chave: Fachada Cinética com Tecnologia Responsiva, Luz Natural, Quarto de Internação.

ABSTRACT

One of the main architectural strategies that contribute to the healing process of patients in hospital inpatient rooms is the use of daylight. However, this type of environment must have control systems, as they require special lighting conditions, according to RDC No. 50, which deals with the Technical Regulation for planning, programming, elaboration and evaluation of physical projects of Health Care Facilities (HCF) in Brazil. It is known that kinetic facades with responsive technology can control the incidence of natural light inside corporate buildings, however, no hospital building was identified with this type of technology, in research conducted in Brazil and in the international context. This study aims to understand whether the specimens of kinetic facades with responsive technology presented in this study can contribute to the supply, control of natural light and the visibility of the exterior of a quarter of hospitalization in the territory of tropical climate as the city of Rio de Janeiro. For this, the types of protection raised in this article were modeled with approximate and simulated dimensions open and partially closed on the façade of an inpatient room. The results identified that all simulated facades allowed the incidence of natural light inside, when the

kinetic elements are fully open, however, not all allow visualization of the external space and neither the shading only in the hospital bed. In the case study it was possible to conclude that most of the models studied, kinetic facades with responsive technology could be applied in hospitalization sectors favoring the incidence of daylight of the rooms and allowing visibility of the external area of the environment. However, the geometric shapes of this type of facades can interfere in the positioning of shadows, the intensity of light and the visibility of the exterior can be compromised depending on the kinematics and materials used.

Keywords: Kinetic Façade with Responsive Technology, Daylight, Inpatient Room.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o emprego da luz natural constitui-se como uma das principais estratégias na busca por ambientes humanizados que contribuam para o processo de cura dos pacientes em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS). Algumas soluções arquitetônicas propiciaram melhores condições de iluminação e ventilação naturais, reconhecendo a ação profilática dos raios solares e do contato direto com o meio ambiente (TOLEDO, 2020). No entanto, com a incorporação de tecnologias de condicionamento do ar e exaustão mecânica, que permitem total controle do clima no ambiente hospitalar, alguns ambientes deixaram de receber luz natural e dentre eles, os locais de internação hospitalares (CESARI et al., 2020).

A RDC nº 50, Regulamento Técnico para elaboração e avaliação de projetos físicos de EAS no Brasil, recomenda a luz natural para a maioria das unidades funcionais de um Hospital (BRASIL, 2002). Contudo, os quartos de internação devem possuir sistemas de controle, pois são ambientes que carecem de condições especiais de iluminação e necessitam de incidência de luz de fonte natural direta. Por outro lado, no contexto internacional, a crescente influência da tecnologia está criando um cenário de mudança nas fachadas das edificações, considerando como um dos principais benefícios das fachadas cinéticas com tecnologia responsiva a interação com a luz natural. Diversos estudos focaram em compreender como as fachadas cinéticas contribuem para o conforto lumínico e a eficiência energética das edificações (BARNUEVO et al., 2016; D'OLIVEIRA, 2019; HOSSEINI et al., 2019; TABADKANI et al., 2019), porém nenhum dedicado à arquitetura hospitalar.

A iluminação natural bem aplicada no ambiente hospitalar tem um impacto significativo nos resultados da saúde dos pacientes e do corpo clínico, principalmente nos quartos de internação, em que alguns pacientes ficam por muito tempo em recuperação. Estudos mostraram que a luz natural e a visualização do exterior da edificação são importantes para melhorar a saúde dos pacientes e do corpo clínico, aumentando também o bem-estar psicológico e físico (CALAMA-GONZÁLEZ; LEÓN-RODRÍGUEZ; SUÁREZ, 2019; SILVA, DA et al., 2020), pois impacta diretamente no ritmo circadiano (ACOSTA; LESLIE; FIGUEIRO, 2017). Se o ritmo circadiano não for estimulado, os pacientes e toda a equipe clínica dos EAS terão dificuldade para repor a energia vital endócrina, o crescimento celular e o fortalecimento da imunidade (BITENCOURT; COSTEIRA, 2014).

Estudos demonstraram que a exposição pós-operatória à luz solar, de pacientes submetidos à cirurgia, durante todo o período de recuperação no hospital, resultou em diminuição do estresse, da dor, do uso de analgésicos e consequentemente dos custos com medicamentos (WALCH et al., 2005; WANG; KUO; ANTHONY, 2019). No que diz respeito ao corpo técnico, mostraram um melhor estado de alerta, menos stress e mostraram-se mais satisfeitos com o seu trabalho (ALIMOGLU; DONMEZ, 2005).

Sendo um dos elementos mais importantes de uma edificação, as fachadas representam um dos pontos críticos no projeto arquitetônico, uma vez que, se não forem devidamente concebidas, podem gerar um impacto negativo, como elevar os níveis de radiação solar, levando ao desconforto térmico e visual no interior da edificação (CALAMA-GONZÁLEZ; LEÓN-RODRÍGUEZ; SUÁREZ, 2019). No entanto, com um projeto adequado, a adoção de sistemas de envoltórias pode se traduzir em economia significativa de energia e melhoria do conforto do ocupante (ACOSTA; LESLIE; FIGUEIRO, 2017). Sendo assim, o dimensionamento e distribuição das aberturas nas fachadas, dos elementos de sombreamento e a escolha dos materiais devem ser bem planejados, de modo a captar quantidade de luz diurna suficiente para auxiliar no desempenho das atividades desenvolvidas nos ambientes internos, e evitar má distribuição luminosa, ofuscamentos e excessivos contrastes (SILVA et al., 2019).

A arquitetura brasileira adotou recursos passivos para o conforto lumínico em ambientes hospitalares com resultados positivos. O arquiteto João Figueiras Lima, o Lelé, utilizou *sheds* e brises para o controle de raios solares e a permanente renovação do ar na rede o hospital da rede Sarah Kubitschek no Rio de Janeiro (Figura 1A) no final do século passado (TOLEDO, 2020) e na atualidade, o escritório "SPBR arquitetos" obteve os mesmos resultados aplicando grandes brises horizontais de chapas de aço perfurados nas fachadas do pavimento de internação no Hospital de Urgência de São Bernardo do Campo – 2020, (Figura 1B).

(A) (B)

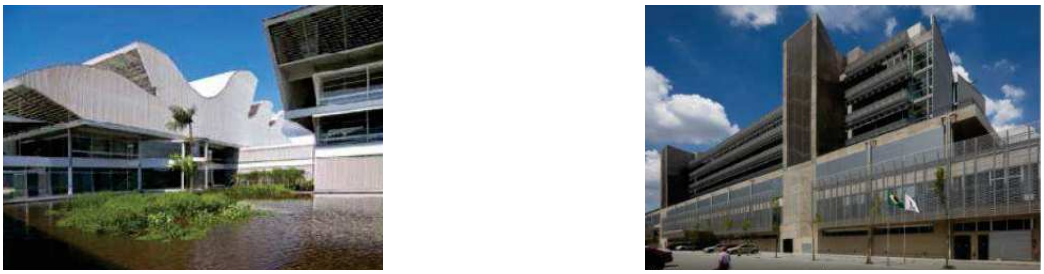


Figura 1 – Fachadas dos Hospitais: (A) Sarah Kubitschek – Rio de Janeiro/RJ (BRASIL, 2015); (B) Hospital de Urgência - São Bernardo do Campo (ARCHDAILY, 2020)

Sob o ponto de vista do observador, a trajetória da luz solar varia ao longo do dia e do ano devido aos movimentos de rotação e translação do planeta Terra e da latitude do lugar em estudo. E somados às condições climáticas, tais fenômenos influenciam no aproveitamento do espectro visível, da radiação solar, para a iluminação natural de ambientes construídos. No que se refere à edificação, o projeto de sua envoltória deve considerar as múltiplas características da luz natural simultaneamente, tais como incidência, intensidade, quantidade, cor etc. Em edificações voltadas para a área da saúde, tal consideração deve ser mais precisa uma vez que influencia no processo de cura dos pacientes em tratamento. As fachadas, principalmente nos quartos de internação de uma EAS, precisam ser protegidas da radiação solar, controlar a entrada de uma quantidade adequada de luz e permitir que o ocupante tenha a visão do lado externo, o que pode ser alcançado com elementos de proteção cinéticos. A forma dos elementos cinéticos e o seu padrão de abertura, definem a interação da fachada com o meio ambiente, que tem um efeito fundamental na entrada de luz natural nos espaços interiores. A criação de formas com base no desempenho em um estágio inicial de projeto permite alcançar a luz natural ideal em termos de qualidade e quantidade (HOSSEINI; MOHAMMADI; GUERRA-SANTIN, 2019). Em 1933, Le Corbusier recomendava o uso de quebra-luzes móveis externos em seu projeto não executado em Barcelona, mas foi no Brasil onde, primeiro, essa teoria se pôs em prática no edifício Gustavo Capanema, antigo Ministério da Educação (Figura 2) (GOODWIN, 1943).

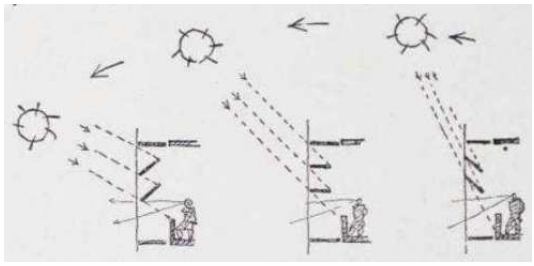


Figura 2 – "Como funciona o sistema de quebra-luzes do Ministério da Educação" (GOODWIN, 1943).

Para Queiroz (2018) existem dois tipos de elementos cinéticos aplicados em uma edificação: passivos e ativos. As fachadas passivas, que não utilizam energia elétrica, são dependentes do movimento humano, porque seu mecanismo de abrir e fechar é feito manualmente. As fachadas ativas utilizam energia elétrica, o que proporciona uma abordagem de inovação baseada na tecnologia, incorporando sistemas eletrônicos e inteligentes através da computação, automação e robótica, proporcionando um controle automático. O principal objetivo de um sistema de controle automático é controlar uma variável de sistema (isto é temperatura, pressão, força, deslocamento), permitindo com que o sistema cumpra um valor de referência desejado. (BEDON et al., 2019a).

O projeto baseado no desempenho de uma edificação, que permite a integração de processos computacionais e dispositivos mecânicos no mesmo sistema, tem como resultado a arquitetura com tecnologia responsiva. As fachadas cinéticas com este tipo de tecnologia são sistemas de envelopamento que podem controlar de forma inteligente seu movimento, proporcionando maior conforto ambiental da edificação, além da redução do consumo de energia (HOSSEINI et al., 2019). A adaptabilidade da fachada está principalmente relacionada ao conforto visual e lumínico e ao desempenho energético (LE-THANH ET AL., 2021; KIM; CLAYTON, 2020A; HOSSEINI; MOHAMMADI; GUERRA-SANTIN, 2019). Entretanto,

aspectos de conforto térmico, qualidade do ar interior, performances visuais e acústicas também são consideradas (BEDON et al., 2019a).

A automação das fachadas permite que elas se tornem capazes de interagir com o ambiente e com os usuários, podendo reagir às condições externas, adaptando seu comportamento e sua funcionalidade. É possível apontar aspectos como a sensibilidade à presença humana, controle da luz, calor e ventilação (QUEIROZ NOME et al., 2018). A adaptabilidade e a flexibilidade podem ser alcançadas através da utilização dos materiais convencionais, porém, a tendência do projeto para fachadas dinâmicas está se movendo para a combinação (ou substituição parcial) de materiais de construção tradicionais com novas tecnologias (BEDON et al., 2019a). Isso pode envolver o uso de materiais não usuais na construção civil e mecanismos cinemáticos inovadores, que os tornam capazes de responder ao carregamento transitório e às condições de limite, a fim de melhorar o desempenho geral do edifício (BEDON et al., 2019b).

No que se refere aos quartos de internação, estes necessitam da incidência de luz natural direta como fonte de cura. Entretanto, o ambiente deve possuir sistemas de controle, pois são locais que necessitam de condições especiais de iluminação. Em contraponto, as fachadas cinéticas com tecnologia responsiva possibilitam o controle da luz natural no interior da edificação, porém, não foi identificada nenhuma edificação hospitalar que as contemplem. Sendo assim, levanta-se uma questão relevante: as fachadas cinéticas com tecnologia responsiva são capazes de oferecer uma condição de luz natural e visibilidade para o exterior de um quarto de internação de forma satisfatória?

2. OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo compreender se os exemplares construídos das fachadas cinéticas com tecnologia responsiva podem contribuir para a oferta, controle da luz natural e a visibilidade do exterior de um quarto de internação no território de clima tropical como a cidade do Rio de Janeiro.

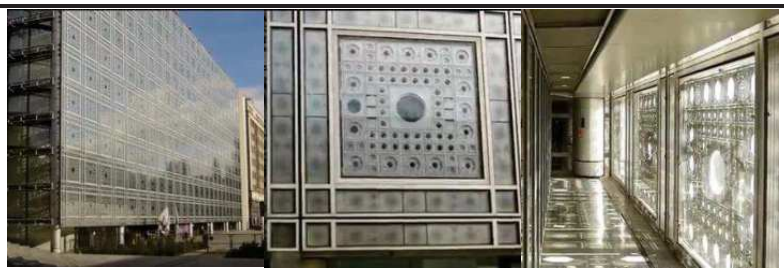
3. MÉTODO

O método deste trabalho está dividido em três etapas principais:
1. Levantamento das edificações que possuem fachada cinética com tecnologia responsiva;
2. Caracterização de um modelo computacional;
3. Simulação Computacional de um modelo representativo de um quarto de internação, utilizando fachadas cinéticas, através do programa SketchUp.

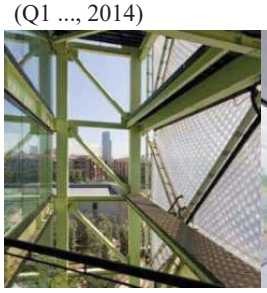
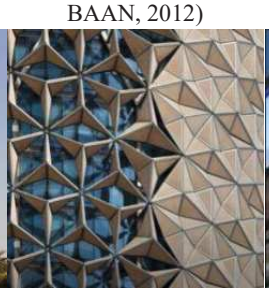
3.1. Levantamento das edificações

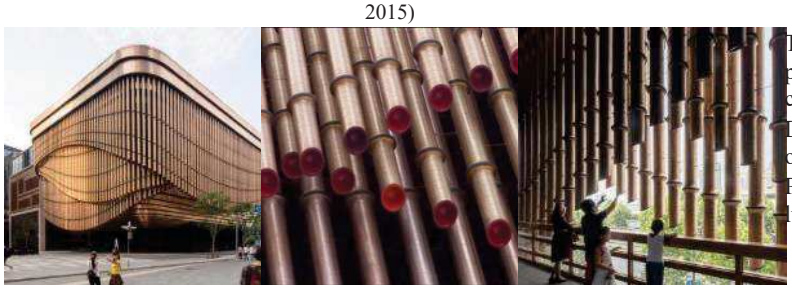
Na tentativa de compreender como as fachadas cinéticas com tecnologia responsiva podem contribuir com a oferta de luz natural, foram pesquisadas e selecionadas imagens de algumas edificações existentes. A Tabela 1, resume o levantamento bibliográfico e o classifica por ano, pelo dispositivo de sombreamento e da vista no interior da edificação, além dos materiais, da cinemática das fachadas e da função responsiva. O levantamento levou em consideração as tipologias das edificações comerciais e públicas, porém, foram excluídos os pavilhões de exposição. A tipologia hospitalar também foi investigada, contudo não houve nenhum resultado.

Tabela 1 –Levantamento das edificações.

	Ano, Nome, Autor, Local	**Fachada**	**Dispositivo de sombreamento**	**Vista interna**	**Materiais; Cinemática; Função Responsiva**
1	1986, Instituto do Mundo Árabe, Jean Nouvell, Paris, França				Painéis metálicos reticulados; Rotacionar para abrir e fechar como obturador; Interagir com a luz natural através de sensores fotossensíveis

(INSTITUTO..., 2013)

2	1999, Embaixada dos Países Nórdicos, Berger + Parkkinen Architekten, Berlim, Alemanha	  Sem imagem Disponível	Painéis metálicos de Cobre esverdeado; Abrir e fechar como brises na horizontal; Controlar a iluminação natural através de uma programação pré-estabelecida
	(BERGER …, 2001)		
3	2007, Kiefer Technic Showroom, Ernst Giselbrecht and Partner ZT GmbH, Estria, Áustria	  	Painéis horizontais de alumínio perfurado; Deslisar e dobrar; Interagir com a luz natural através de sensores fotossensíveis ou por programação pré-estabelecida
	(DYNAMIC ..., 2008)		
4	2010, Thyssen Krupp Quarter Essen, JSWD Architekten e Chaix & Morel et Associés, Essen, Alemanha	  	Paletas de aço inoxidável; Abrir e fechar como asas em um eixo *(Flapping);* Interagir com a luz natural
	(Q1 ..., 2014)		
5	2011, Media-TIC, Enric Ruiz Geli, Barcelona, Espanha	  	Películas de ETFE (Etileno Tetrafluor Etileno) infladas com ar nitrogênio; Expansão pneumática; Interagir com a luz natural através de sensores fotossensíveis
	(ROS; HERNANDEZ; BAAN, 2012)		
6	2012, Torres de Al Bahar, Aedas Arquitetos, Abu Dhabi, Emirados Árabes	  	Membrana de PTFE – Poli Tetra Fluor Etileno, semi opaca; Expandir e contrair como um origami; Interagir com a luz natural e com os ventos através de sensores
	(KINETIC…, 2019)		
7	2012, RMIT Design Hub, Sean Godsell Architects Melbourne, Australia	  	Painéis de aço com vidro jateado; Girar num eixo pivotante na vertical ou na horizontal; Interagir com a luz natural
	(CARTER, 2013)		

8	2014, SDU Kolding Campus, Henning Larsen Architects, Kolding, Dinamarca		Painéis metal perfurado; Abrir e fechar como asas em um eixo *(Flapping);* Interagir com a luz natural
	(LINDHE; SCHUBERT, 2015)		
9	2017, Fundação Fosun, Foster+Partners e Heatherwick Studio, Xangai, China		Tubos de bronze pendurados em três camadas; Deslisar em direções opostas; Permitir a incidência de luz natural.
	(KINETIC…, 2019)		

Fonte: autoras

Aliando a estética à funcionalidade, todos os exemplares, supracitados, possuem a função responsiva de promover um adequado controle da insolação, contribuindo, assim, para o conforto ambiental e eficiência energética destas edificações. A maioria das edificações foram construídas na região de clima Temperado. As fachadas cinéticas são as segundas camadas da fachada. Alguns exemplares interagem individualmente em relação aos estímulos ambientais.

3.2. Caracterização modelo computacional

O espaço avaliado representa um quarto de internação para 01 leito, dentro dos parâmetros estabelecidos pela RDC 50 (BRASIL, 2002), com a configuração retangular (3,60m x 7,20m) de 27,00 m², pé direito de 3,60m, interior branco e uma única abertura de entrada da luz natural no ambiente que consiste em uma fachada inteira em vidro incolor com área da superfície de 27,00 m² (Figura 4A). A fachada foi orientada para oeste por receber a maior intensidade de calor, conforme representado Carta Solar retirada do programa SOL-AR (LABEEE, 2009), onde o vermelho indica temperaturas acima de 25ºC (Figura 4B). A análise preliminar foi realizada entre os horários de 13:00h e 18:00h, verificando o percurso da iluminação natural no interior do quarto (Figura 4C).

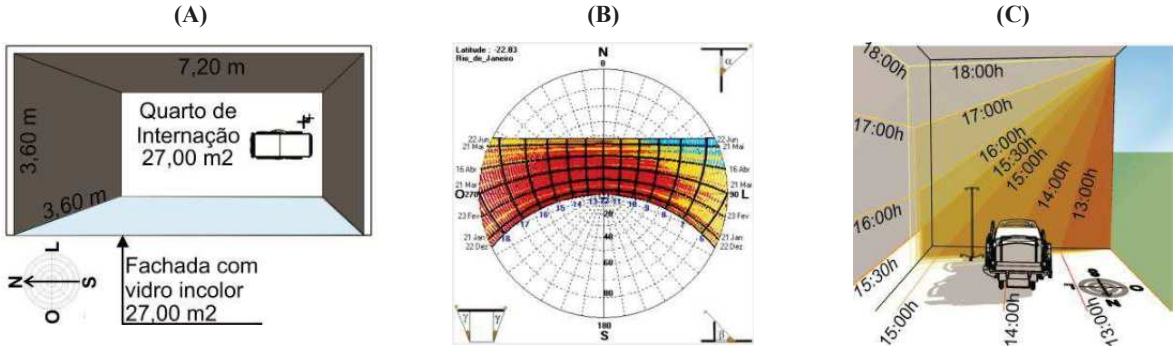


Figura 4 – Quarto de internação investigado: (A) Leiaute (Fonte: autoras); (B) Carta solar (Fonte: LABEEE, 2009); (C) Percurso da Iluminação natural (Fonte: autoras)

Para o presente estudo o quarto foi simulado considerando os dispositivos de sombreamento e a cinemática das fachadas sistematizadas na tabela 1.

3.3. Simulação computacional.

O programa, utilizado como ferramenta base deste estudo, foi o SketchUp para a modelagem digital. As simulações foram realizadas com a fachada na orientação oeste, no horário de 15:30h, no dia 21 de dezembro e com o céu totalmente aberto, na cidade do Rio de Janeiro, sendo 22º54'23" de latitude sul, 43º10'21" de

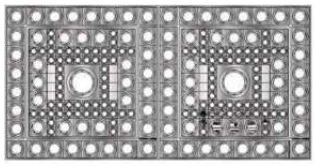
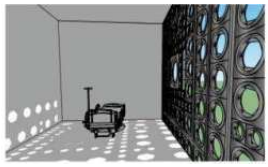
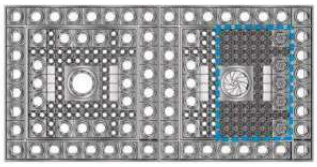
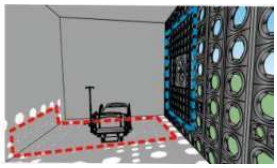
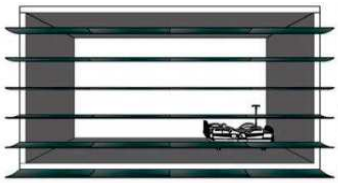
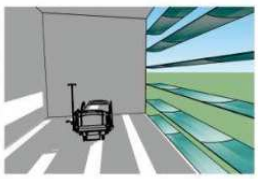
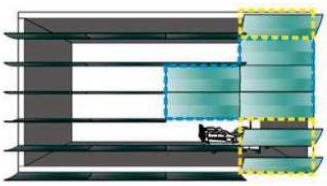
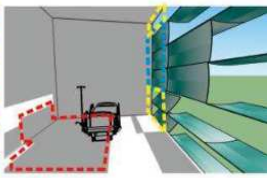
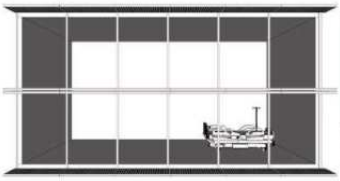
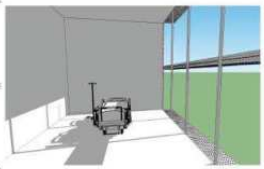
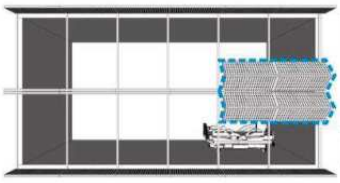
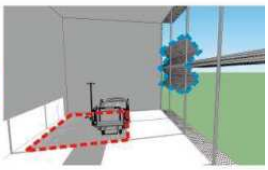
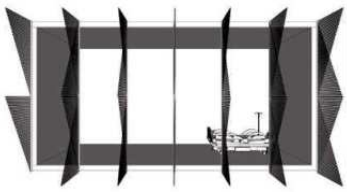
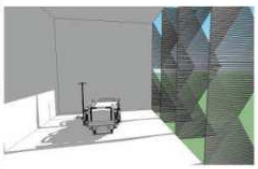
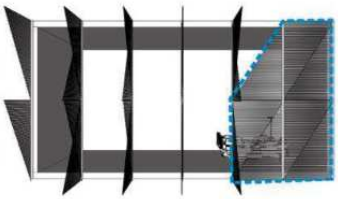
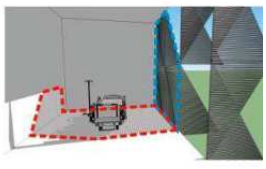
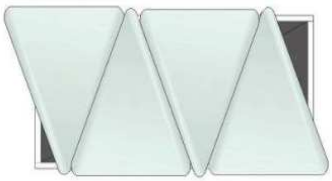
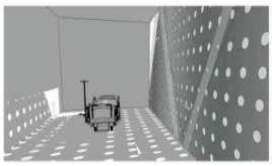
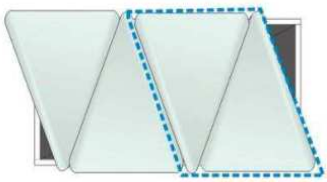
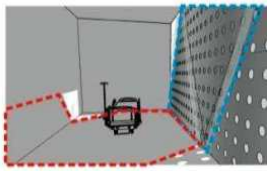
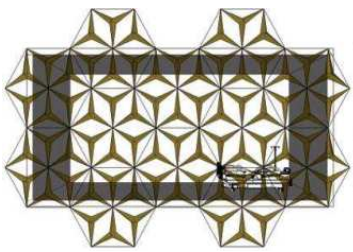
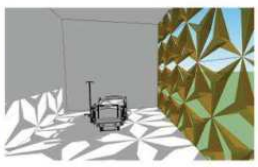
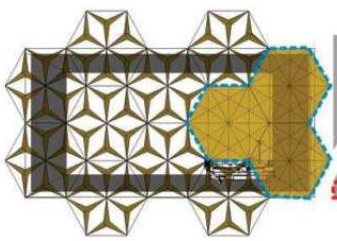
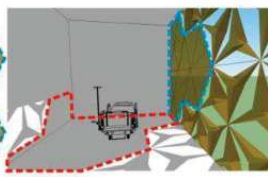
longitude oeste e Zona bioclimática 8 (ZB8). É importante salientar que, para esta ZB8, a Norma Brasileira NBR 15220 (ABNT, 2005), que se refere ao desempenho térmico de edificações, recomenda o uso de sombreados para as aberturas nas fachadas.

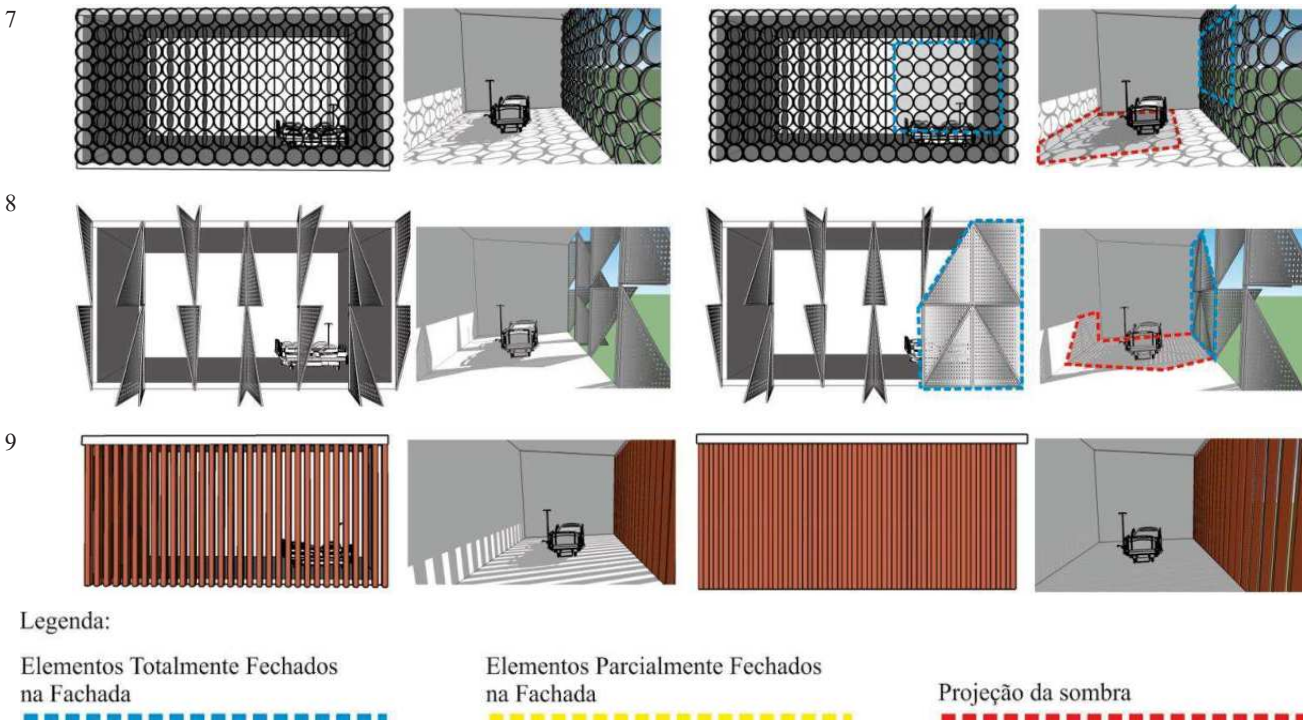
As tipologias de proteção da tabela 1 foram modeladas com dimensões aproximadas e simuladas abertas e parcialmente fechadas no objeto de estudo a fim de verificar a entrada da luz natural, a visibilidade dos usuários para o exterior da edificação e o sombreamento no leito hospitalar. A simulação do sombreamento no leito teve como objetivo compreender se os elementos cinéticos são capazes de controlar a entrada da luz natural em um local específico.

4. RESULTADOS

Abaixo, seguem os resultados obtidos através da modelagem digital (Tabela 2). A sinalização na cor azul corresponde aos elementos que compõem a fachada totalmente fechados, na cor amarela quando estão parcialmente fechados e na cor vermelha a projeção da sombra destes elementos.

Tabela 2 –Estudo das fachadas cinéticas em um quarto de internação

	Dispositivo cinético totalmente aberto		Dispositivo cinético parcialmente aberto	
	Fachada	Interior	Fachada	Interior
1				
2				
3				
4				
5				
6				



(Fonte: Autoras)

A cinemática das fachadas com diferentes tipologias responsivas e o emprego de materiais diversificados, permitiu diversos cenários para um quarto de internação ambulatorial, considerando território de clima tropical como a cidade do Rio de Janeiro. No contexto geral, todas permitiram a incidência da luz natural no interior no cenário em que os elementos cinéticos estão totalmente abertos, contudo, nem todas permitem a visualização do espaço externo.

O modelo da fachada RMIT Design Hub (7), é a que melhor oferece a oferta da luz natural no interior e a melhor visão do exterior nas duas simulações, seguido pelos modelos Thyssen Krupp Quarter Essen (4), Torres de Al Bahar, Aedas (6) e SDU Kolding Campus (8) respectivamente. A fachada menos favorável é a Media-TIC (5), que permite a entrada da luz natural, porém bloqueia totalmente a visão do exterior em ambas as simulações.

O modelo da fachada Kiefer Technic Showroom (3), Instituto do Mundo Árabe (1) e Embaixada dos Países Nórdicos (2) foram as que proporcionaram o melhor sombreamento na área da cama hospitalar pois tratam-se de fachadas com maior número de elementos fragmentados, independentes cineticamente e com materiais opacos. Todavia, a terceira opção é a única que bloqueia a entrada da luz solar quanto totalmente fechada.

O exemplar referente a fachada Fundação Fosun (9), é o único que não permite o sombreamento somente da cama hospitalar. Como seu sistema consiste em tubos que deslisam em direções opostas, a incidência da luz natural e da visibilidade externa pode variar conforme o deslocamento dos tubos.

As mudanças tridimensionais da forma, a materialidade e a independência dos elementos cinéticos, interferiram diretamente no sombreamento do objeto de estudo.

5. CONCLUSÃO

O aumento da disponibilidade de luz natural em quartos de pacientes nos hospitais, melhora a eficácia da prestação de cuidados de saúde e possibilita a recuperação mais rápida do paciente e sendo assim, as fachadas cinéticas com tecnologia responsiva podem favorecer o conforto lumínico de uma edificação hospitalar, contribuindo para o processo de cura.

No estudo de caso foi possível constatar que na maioria dos modelos estudados, as fachadas cinéticas com tecnologia responsiva poderiam ser aplicadas em setores de internação favorecendo a incidência de iluminação natural dos quartos e permitindo a visibilidade da área externa do ambiente. Entretanto, as formas geométricas deste tipo de fachadas podem interferir no posicionamento das sombras, na intensidade da luz e a visibilidade do exterior pode ser comprometida em função da cinemática e dos materiais utilizados.

Foi possível constatar ainda que as fachadas com maior número de elementos fragmentados e independentes cineticamente, possibilitam maior controle de luz e sombra, o que tem significativa relevância para o tratamento de pacientes em recuperação e longa permanência.

Credita-se o melhor resultado ao modelo da fachada RMIT Design Hub (7), pois foi capaz de oferecer a melhor condição de luz natural e a visibilidade para o exterior. Isto deveu-se à função responsiva que interage com a luz natural sem bloqueá-la, a sua cinemática pivotante e a aplicação do vidro opaco em toda a extensão da fachada. Entretanto, o excesso de elementos fragmentados e com pequenos dimensionamentos podem não ser recomendados para EAS em função da possibilidade de acúmulo de sujeira e da dificuldade de manutenção. Estes obstáculos podem inclusive ser considerados para o modelo do Instituto do Mundo Árabe (1) que possui um sistema cinemático complexo. O pior cenário é a do modelo do Media-TIC (5) que bloqueia totalmente a visibilidade externa em função do material empregado, o que pode gerar uma sensação de enclausuramento do paciente e do corpo técnico.

Este artigo foi elaborado em atividade acadêmica de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do PROARQ - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro e faz parte dos estudos iniciais do projeto de dissertação e tratando-se de resultados parciais da pesquisa de mestrado. Diante disso, e como desdobramento desta pesquisa, tenciona-se aprofundar questões aqui levantadas, de forma a conferir as características e refletâncias dos materiais, os valores de iluminância, luminância e de radiação solar, buscando respostas através da simulação e análises paramétricas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220: Desempenho térmico de edificaçõesRio de Janeiro, 2005.

ACOSTA, I.; LESLIE, RP; FIGUEIRO, MG. Analysis of circadian stimulus allowed by daylighting in hospital rooms. **Lighting Research & Technology**, *[S. l.]*, v. 49, n. 1, p. 49–61, 2017. DOI: 10.1177/1477153515592948.

ALIMOGLU, Mustafa Kemal; DONMEZ, Levent. Daylight exposure and the other predictors of burnout among nurses in a University Hospital. **International Journal of Nursing Studies**, *[S. l.]*, v. 42, n. 5, p. 549–555, 2005. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2004.09.001.

ARCHDAILY. "Hospital Público de Emergência de São Bernardo do Campo / SPBR Arquitetos". *[S. l.]*, 2020.

BARNUEVO, Thales; SORDI, Lucas De; SILVA, Leandro; SILVA, Neander Furtado; AVIANI, Francisco Leite. Componente Responsivo para Fachadas: Analise e Validação. **ENCAC-ELACAC**, *[S. l.]*, p. 754–760, 2016. DOI: 10.5151/despro-sigradi2016-449.

BEDON, Chiara; HONFI, Dániel; MACHALICKÁ, Klára V.; ELIÁŠOVÁ, Martina; VOKÁČ, Miroslav; KOZŁOWSKI, Marcin; WÜEST, Thomas; SANTOS, Filipe; PORTAL, Natalie Williams. Structural characterisation of adaptive facades in Europe – Part I: Insight on classification rules, performance metrics and design methods. **Journal of Building Engineering**, *[S. l.]*, v. 25, 2019. a. DOI: 10.1016/j.jobe.2019.02.013.

_____. Structural characterisation of adaptive facades in Europe - Part II: Validity of conventional experimental testing methods and key issues. **Journal of Building Engineering**, *[S. l.]*, v. 25, n. January, 2019. b. DOI: 10.1016/j.jobe.2019.100797.

Berger & Parkkinen: Embaixada dos Países Nórdicos, Berlim, Alemanha. Publicada originalmente na **revista PROJETO edição 254 – Abril**, 2001. Disponível em: https://revistaprojeto.com.br/acervo/berger-parkkinen-embaixada-dos-paises-nordicos-berlim-alemanha/. Acesso em: 1 mar. 2021.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050_21_02_2002.html. Acesso em: 01 de jan.2021.

_____, Ministério da Saúde e Organização Pan-Americana da Saúde. **Qualificação e Sustentabilidade das Construções dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/qualificacao_sustentabilidade_construcoes_estabelecimentos_saude.pdf. Acesso em: 01 de jan.2021.

CALAMA-GONZÁLEZ, Carmen María; LEÓN-RODRÍGUEZ, Ángel Luis; SUÁREZ, Rafael. Daylighting performance of solar control films for hospital buildings in a Mediterranean climate. **Energies**, *[S. l.]*, v. 12, n. 3, 2019. DOI: 10.3390/en12030489.

CARTER, Earl. **RMIT Design Hub / Sean GodsellPublicado pela website ArchDaily em 22 de fevereiro**, 2013. Disponível em: www.archdaily.com/335620/rmit-design-hub-sean-godsell. Acesso em: 6 set. 2020.

CESARI, Silvia; VALDISERRI, Paolo; COCCAGNA, Maddalena; MAZZACANE, Sante. The energy saving potential of wide windows in hospital patient rooms, optimizing the type of glazing and lighting control strategy under different climatic conditions. **Energies**, *[S. l.]*, v. 13, n. 8, 2020. DOI: 10.3390/en13082116.

D'OLIVEIRA, Viviane Miranda. FACHADAS RESPONSIVAS CINÉTICAS: SISTEMAS DE PROTEÇÃO SOLAR EM EDIFICAÇÕES. **Dissertação (Mestrado) - PROARQ- Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro**, *[S. l.]*, n. February, p. 1–9, 2019. DOI: .1037//0033-2909.I26.1.78.

Dynamic facade "Kiefer technic showroom". **Publicado pelo canal giselbrechtzt**, 2008. Disponível em: www.youtube.com/watch?v=rAn4ldWjw2w. Acesso em: 6 set. 2020.

GOODWIN, Philip Lippincott. **Brazil builds : architecture new and old, 1652-1942**. New York: The Museum of Modern Art, 1943. Disponível em: https://www.moma.org/calendar/exhibitions/2304 Acesso em: 01 de mar.2021.

HOSSEINI, Seyed Morteza; MOHAMMADI, Masi; GUERRA-SANTIN, Olivia. Interactive kinetic façade: Improving visual comfort based on dynamic daylight and occupant's positions by 2D and 3D shape changes. **Building and Environment**, *[S. l.]*, v. 165, n. Sep., p. 106396, 2019. DOI: 10.1016/j.buildenv.2019.106396.

_____; ROSEMANN, Alexander; SCHRÖDER, Torsten; LICHTENBERG, Jos. A morphological approach for kinetic façade design process to improve visual and thermal comfort: Review. **Building and Environment**, *[S. l.]*, v. 153, n. Nov., p. 186–204, 2019. DOI: 10.1016/j.buildenv.2019.02.040.

Instituto do Mundo Árabe e Chanel Mobile Art, Paris. **Publicado pelo canal transmuseus videos**, 2013. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ZEj9o_LRHco&t=6s. Acesso em: 6 set. 2020.

KIM, Hyoungsub; CLAYTON, Mark J. A multi-objective optimization approach for climate-adaptive building envelope design using parametric behavior maps. **Building and Environment**, *[S. l.]*, v. 185, n. Dec., 2020. DOI: 10.1016/j.buildenv.2020.107292.

Kinetic Architecture & Art Examples. **Publicado pelo canal Rhino Grasshopper**, 2019. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=jeTtE9_y8Ow&t=3s. Acesso em: 6 set. 2020.

LABEEE - LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. **Analysis Sol- ar**. Versão 6.2., 2009.

LE-THANH, Luan; LE-DUC, Thang; NGO-MINH, Hung; NGUYEN, Quoc Hung; NGUYEN-XUAN, H. Optimal design of an Origami-inspired kinetic façade by balancing composite motion optimization for improving daylight performance and energy efficiency. **Energy**, *[S. l.]*, v. 219, n. Jan, p. 119557, 2021. DOI: 10.1016/j.energy.2020.119557.

LINDHE, Jens; SCHUBERT, Martin. **SDU Campus Kolding / Henning LarsenPublicado pela website ArchDaily em 30 de janeiro**, 2015. Disponível em: https://www.archdaily.com/590576/sdu-campus-kolding-henning-larsen-architects. Acesso em: 6 set. 2020.

Q1, ThyssenKrupp Quarter Essen, Germany, (2010), JSWD Architekten + Chaix. **Publicado pelo canal Sistemas de Construccion**, 2014. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=De62KOKtsrs. Acesso em: 6 set. 2020.

QUEIROZ NOME, Natália De; CARVALHO, Jessica M.; VERZOLA VAZ, Carlos Eduardo; NOME, Carlos Alejandro. Pared cinética: Una fachada humana y ambientalmente responsiva. Un enfoque de educación en arquitectura. **Arquitecturas del Sur**, *[S. l.]*, v. 36, n. 54, p. 58–69, 2018. DOI: 10.22320/07196466.2018.36.054.05.

ROS, Luis; HERNANDEZ, José Miguel; BAAN, Iwan. **Media-ICT building CZFBPublicado pela website Enric Ruiz-Geli**, 2012. Disponível em: https://ruiz-geli.com/projects/built/media-tic.php. Acesso em: 6 set. 2020.

SILVA, Jordana Teixeira; MEDEIROS, Renata da Costa Barbosa; LIMA, Renata Camelo; SANTOS, João Paulo Lima. A influência das orientações das aberturas e condições de céu nos níveis de iluminação natural em um ambiente hospitalar. **Encontro Nacional... e Encontro Latino - Americano de Conforto no Ambiente Construído, João Pessoa, 2019; Anais ... (ANTAC)**, Porto Alegre, p. 2554–2563, 2019.

TABADKANI, Amir; VALINEJAD SHOUBI, Masoud; SOFLAEI, Farzaneh; BANIHASHEMI, Saeed. Integrated parametric design of adaptive facades for user's visual comfort. **Automation in Construction**, *[S. l.]*, v. 106, n. June, p. 102857, 2019. DOI: 10.1016/j.autcon.2019.102857.

TOLEDO, Luiz Carlos. **Feitos para curar**. 1a Edição ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2020.

WALCH, Jeffrey M.; RABIN, Bruce S.; DAY, Richard; WILLIAMS, Jessica N.; CHOI, Krissy; KANG, James D. The Effect of Sunlight on Postoperative Analgesic Medication Use: A Prospective Study of Patients. **Undergoing Spinal Surgery**, *[S. l.]*, v. 67, p. 156–163, 2005. DOI: 1097 / 01.psy.0000149258.42508.70.

WANG, Chia Hui; KUO, Nai Wen; ANTHONY, Kathryn. Impact of window views on recovery—an example of post-cesarean section women. **International Journal for Quality in Health Care**, *[S. l.]*, v. 31, n. 10, p. 798–803, 2019. DOI: 10.1093/intqhc/mzz046.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa por meio de uma bolsa de mestrado acadêmico.