

Copyright (c) 2021 Laboratório de Sustentabilidade Aplicada a Arquitetura e ao Urbanismo (LaSUS FAU)

Licença

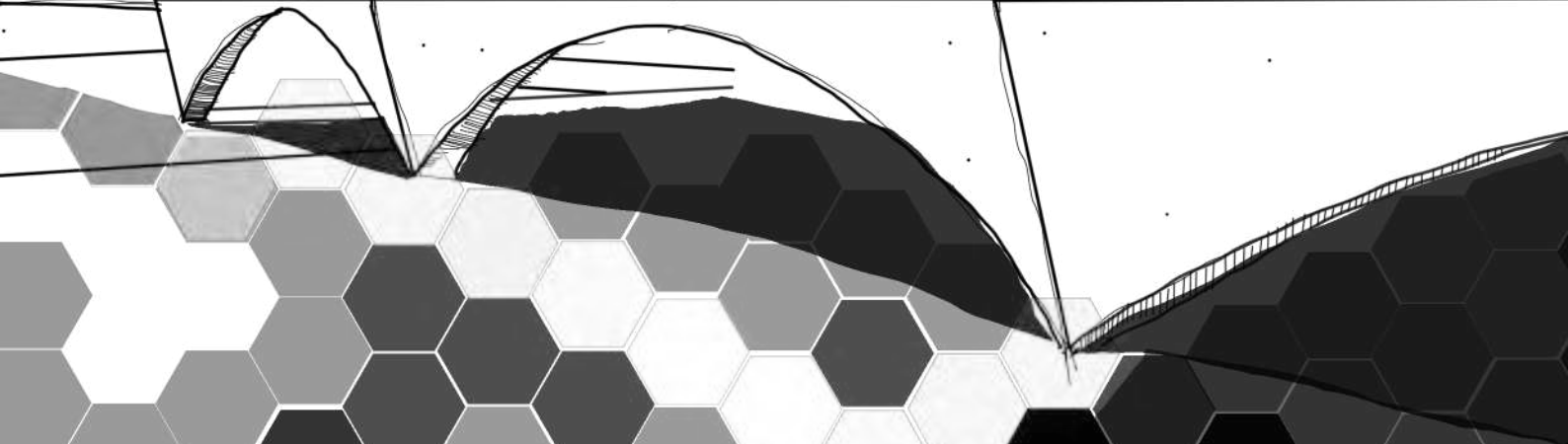
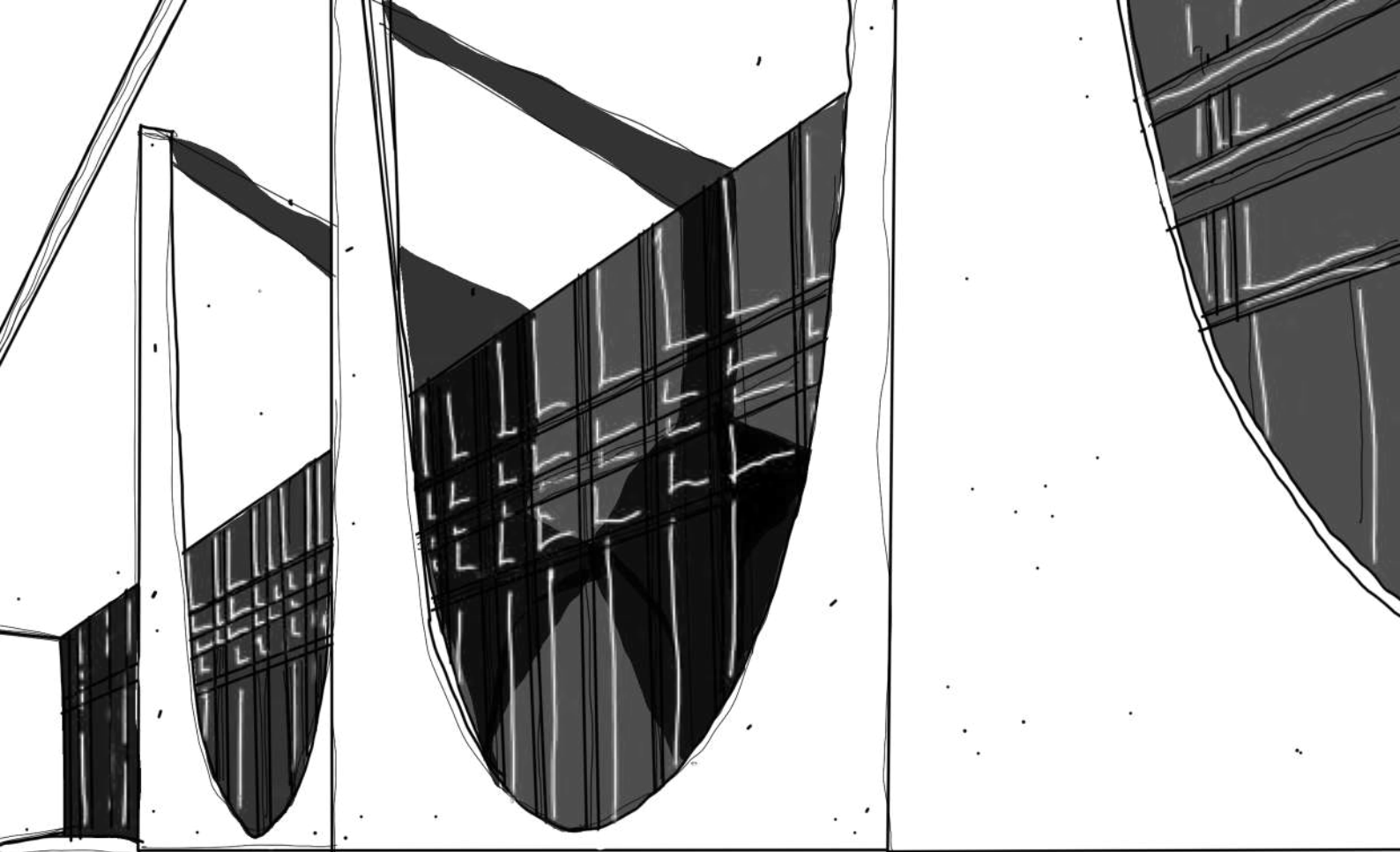


Este trabalho está licenciado sob uma licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Fonte:

<https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/107>. Acesso em: 23 ago. 2022.

Referência

SANCHO, Thaís Aurora Vilela; PANTOJA, João da Costa; SILVA, Joára Cronemberg Ribeiro. Análise da ventilação natural e da qualidade do ar interno: hospitais Sarah Brasília e Sarah Lago Norte. In: PANTOJA, João da Costa; BUZAR, Márcio Augusto Roma; PORTO, Naiara Guimarães de Oliveira (org.). **Tecnologia, ambiente e sustentabilidade**. Brasília: LaSUS FAU, 2021. p. 206-227. Disponível em: <https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/107>. Acesso em: 23 ago. 2022.



TECNOLOGIA, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

Coletânea de Artigos

Organizadores:

João da Costa Pantoja
Márcio Augusto Roma Buzar
Naiara Guimarães de Oliveira Porto



Universidade de Brasília

	UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Reitora: Vice-Reitor: Decana de Pesquisa e Inovação: Decanato de Pós Graduação:	Márcia Abrahão Moura Henrique Huelva Maria Emília Machado Telles Walter Lucio Remuzat Rennó Junior
Diretor da FAU Vice Diretoria da FAU Coordenadora de Pós-Graduação: Coordenadora do LaSUS: Coordenador do LaBRAC:	FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO - UnB Marcos Thadeu Queiroz Magalhães Cláudia da Conceição Garcia Luciana Saboia Fonseca Cruz Marta Adriana Bustos Romero João da Costa Pantoja
Coordenação de Produção Editorial, Preparação, Revisão e Diagramação: Capa:	João Vitor Lopes Lima Farias Ana Luiza Alves de Oliveira Stefano Galimi
Conselho Editorial	Humberto Salazar Amorin Varum Osvaldo Luiz de Carvalho Souza Yara Regina Oliveira Paulo de Souza Tavares Miranda
Organização:	João da Costa Pantoja Marcio Augusto Roma Buzar Naiara Guimarães de Oliveira Porto

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Tecnologia, ambiente e sustentabilidade [livro eletrônico] : coletânea de artigos / organização João da Costa Pantoja , Marcio Augusto Roma Buzar , Naiara Guimarães de Oliveira Porto. -- 1. ed. -- Brasília, DF : LaSUS FAU : Editora da Universidade de Brasília-UnB, 2021.

ePDF

ISBN 978-65-992384-4-4

1. Artigos - Coletâneas 2. Meio ambiente 3. Sustentabilidade ambiental 4. Tecnologia I. Pantoja, João da Costa. II. Buzar, Marcio Augusto Roma. III. Porto, Naiara Guimarães de Oliveira.

21-63042

CDD-660.02

Índices para catálogo sistemático:

1. Tecnologia 660.02 Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

1ª Edição

FAU - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / LaSUS – Laboratório de Sustentabilidade Aplicada a Arquitetura e ao Urbanismo.
Caixa Postal 04431, CEP 70842-970 – Brasília-DF. Telefones: 55 61 3107-7458. Email: lasus@unb.br / www.lasus.unb.br

ORGANIZADORES E AUTORES

João da Costa Pantoja | Organizador e Autor | Brasil

Márcio Augusto Roma Buzar | Organizador e Autor | Brasil

Naiara Guimarães de Oliveira Porto | Organizador e Autor | Brasil

Alexandre M C Dutra | Autor | Brasil

Ana Luiza Alves de Oliveira | Autor | Brasil

Clarice C. D. da Silva | Autor | Brasil

Daniel Richard Sant'Ana | Autor | Brasil

Eduardo Bicudo de Castro Azambuja | Autor | Brasil

Francisco Afonso de Castro Júnior | Autor | Brasil

Hillary Damaceno de Brito | Autor | Brasil

Hugo Rodrigues Pinheiro | Autor | Portugal

Iberê Pinheiro de Oliveira | Autor | Brasil

Igor Rafael Mendes Guimarães Alcantara | Autor | Brasil

Joára Cronemberg Ribeiro Silva | Autor | Brasil

Leonardo da Silveira Pirillo Inojosa | Autor | Brasil

Louise Boeger Viana dos Santos | Autor | Brasil

Luiza Teixeira Naili | Autor | Brasil

Mafalda Fabiene Ferreira Pantoja | Autor | Brasil

Marcelo Aquino Corte Real da Silva | Autor | Brasil

Márcio Busón | Autor | Brasil

Pedro Pantoja Luz | Autor | Brasil

Philipe Queiroz Rodrigues | Autor | Brasil

Rudi Sato Simões | Autor | Brasil

Thaís Aurora Vilela Sancho | Autor | Brasil

Stefano Galimi | Autor | Brasil

Valmor Cerqueira Pazos | Autor | Brasil

Victor Villar de Queiroz Milani | Autor | Brasil

Vitor Ramos de Quadros | Autor | Brasil

Wender Camico Costa | Autor | Brasil

ÍNDICE

Tema 1 - Estruturas e Arquitetura

I - Manutenção de helipontos elevados - Plataformas de distribuição de cargas em estruturas de concreto/aço instaladas em edifícios já construídos	07
II - A ponte de ferro de Cachoeiro do Itapemirim.....	28
III - Caracterização dos blocos de apartamento da Colina Velha na Universidade de Brasília: História, arquitetura, pré-moldado, sistemas estruturais e patologias	47
IV - Arquitetura de madeira roliça brasiliense: Um estudo de caso, Maloca e academia Unique	83
V - Aplicação do método de bielas e tirantes em vigas de equilíbrio na ferramenta Cast	97

Tema 2 - Sustentabilidade, Qualidade e Eficiência do Ambiente Construído

VI - Edificações de porte monumental de arquitetura modernista: Uma contribuição para a avaliação Acústica	119
VII - Técnicas de auditoria do consumo de água: Relatos de experiência em campo	142
VIII - Elaboração de algoritmo de uso e ocupação do solo para terrenos do Distrito Federal - Brasill	157
IX - Aproveitamento de águas pluviais em edificações públicas: O caso da procuradoria geral da república	180
X - Análise de uma cobertura paramétrica de bambu composta por paraboloides hiperbólicos	194
XI - Análise da ventilação natural e de qualidade do ar interno: Hospitais Sarah Brasília e Sarah Lago Norte	206

Tema 3 - Tecnologia de Produção do Ambiente Construído

XII - Trincas em sistemas de vedação decorrentes da resistência do concreto	229
XIII - Avaliação probabilística do nível de segurança e durabilidade de estruturas existentes em concreto armado	241
XIV - A conservação do patrimônio moderno através das práticas de retrofit na infraestrutura urbana de Brasília.....	261
XV - A influência da fabricação digital junto ao design aberto nas novas gerações de produtos	283
XVI - Degradação e processo de recuperação de obra de infraestrutura: Viaduto Galeria dos Estados.....	302

PREFÁCIO

A área de Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade compreende estudos relativos às técnicas e aos processos ligados à produção da arquitetura, engenharia e do ambiente construído, com especial atenção à questão da sustentabilidade.

A Tecnologia é constantemente desenvolvida para auxiliar os estudiosos e profissionais de forma rápida e eficiente. Em especial na arquitetura e engenharia, a automatização de processos pode dar espaço a soluções racionais e inovadoras.

O Ambiente Construído, que por definição é o ambiente feito pelo homem e concebido para a melhoria da atividade humana, demanda processos e técnicas que repercutam na sua conservação, na busca de novos materiais, na infraestrutura e no desenvolvimento sustentável.

No contexto da construção civil, o conceito de Sustentabilidade deve ser entendido como a busca de ações que reduzam os impactos ambientais, potencializando a viabilidade econômica e, também, a qualidade de vida presente e futura.

Dessa forma, projetos e técnicas de produção e desempenho, na arquitetura e engenharia, são objetos de pesquisas com foco no estudo dos sistemas estruturais. O contexto urbano comparece com estudos relativos à qualidade do espaço, sua gestão e reabilitação em seus aspectos físicos e socioambientais.

A coletânea de artigos que segue, será abordada nos seguintes temas:

1. Estruturas e Arquitetura;
2. Sustentabilidade, Qualidade e Eficiência do Ambiente Construído;
3. Tecnologia de Produção do Ambiente Construído.

XI

ANÁLISE DA VENTILAÇÃO NATURAL E DA QUALIDADE DO AR INTERNO: HOSPITAIS SARAH BRASÍLIA E SARAH LAGO NORTE

ANALYSIS OF NATURAL VENTILATION AND INDOOR AIR QUALITY: HOSPITALS SARAH BRASÍLIA AND SARAH LAGO NORTE

Thaís Aurora Vilela Sancho

Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Brasília-DF, Brasil

Thaisavsancho@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/9444958227869647>

João da Costa Pantoja

Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura
Brasília-DF, Brasil

joaocpantoja@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/6879105340639188>

Joára Cronenberg Ribeiro Silva

Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Brasília-DF, Brasil

joaracronemberger@unb.br

<http://lattes.cnpq.br/8055747606186542>

Resumo: Desde sua concepção, os projetos de arquitetura hospitalar requerem atenção dos arquitetos em várias dimensões. O contexto atual da pandemia da COVID-19 evidenciou a importância da temática da qualidade dos ambientes hospitalares, sobretudo da qualidade do ar interno. A adoção da ventilação natural em ambientes hospitalares em que não é obrigatório o uso do ar condicionado é meio primordial para proporcionar uma boa qualidade do ar interno, diminuir a demanda energética e garantir o conforto térmico a seus usuários. Este artigo tem por objetivo analisar a ventilação natural e a qualidade do ar interno (QAI) nos hospitais Sarah Brasília e Sarah Lago Norte. Inicialmente, após breve descrição da ventilação natural e da qualidade do ar de Brasília, cidade onde se localizam os hospitais estudados, são fundamentados teoricamente os conceitos de qualidade do ar interno na arquitetura hospitalar e de ventilação natural. Em seguida, foi proposto um instrumento de avaliação para a QAI e a ventilação natural, que foi aplicado aos hospitais objetos de estudo. Finalmente, foi comparada a adoção da ventilação natural entre os edifícios estudados. A partir dos resultados da análise comparativa, constata-se que mesmo com as adversidades encontradas no entorno do Sarah Brasília e da reduzida área do terreno, percebe-se que a taxa de renovação do ar é elevada devido às intervenções arquitetônicas aplicadas no projeto, por Lelé, para a promoção da ventilação natural. É possível concluir, ainda, que essas intervenções adotadas em ambos os hospitais foram eficientes para a elevação da QAI e para possibilitar aos seus pacientes uma recuperação mais rápida, além de possibilitar a seus profissionais um ambiente de trabalho mais agradável.

Palavras-chave: Ventilação natural, Qualidade do ar interno, Arquitetura hospitalar.

Abstract: Since its inception, hospital architecture projects have required the attention of architects in various dimensions. The current context of the COVID-19 pandemic highlighted the importance of the theme of the quality of hospital environments, especially of the indoor air quality. The adoption of natural ventilation in hospital environments where the use of air conditioning is not required is a primary means of providing good indoor air quality, reducing energy demand and ensuring thermal comfort for its users. This paper aims to analyze natural ventilation and indoor air quality (QAI) at Sarah Brasília and Sarah Lago Norte hospitals. Initially, after a brief description of natural ventilation and air quality in Brasília, the city where the studied hospitals are located, we present the concepts of indoor air quality on hospital architecture and natural ventilation. Then, we proposed an assessment instrument for QAI and natural ventilation, which we applied to the hospitals studied. Finally, the adoption of natural ventilation between the buildings studied was compared. From the results of the comparative analysis, it appears that even with the adversities found around Sarah Brasília and the reduced area of the land, it is noticed that the rate of air renewal is high due to the architectural interventions applied in the project to promote natural ventilation. It is also possible to conclude that these interventions adopted in both hospitals were efficient in raising the QAI and in enabling their patients to recover faster, in addition to providing their professionals with a more pleasant work environment.

Keywords: Natural ventilation, Indoor air quality, Hospital architecture.

1. INTRODUÇÃO

Desde sua concepção, os projetos de arquitetura hospitalar requerem atenção dos arquitetos em várias dimensões. Para Sampaio (2005), ambientes hospitalares necessitam de atenção especial relacionada à sustentabilidade, ao conforto e à qualidade de seus ambientes, já que possui uma relação direta com a saúde das pessoas. O uso de material inapropriado no projeto pode ocasionar problemas, como a temperatura interna do ar indesejada, que podem interferir negativamente na saúde, no bem-estar e na satisfação dos pacientes (CHRISTOPOULOS, 2017).

O contexto atual da pandemia da COVID-19, ocasionada pelo novo coronavírus (Sars-CoV-2), evidenciou a importância da temática da qualidade dos ambientes hospitalares, sobretudo da qualidade do ar interno, para evitar a propagação do vírus e proporcionar o tratamento dessa morbidade de forma rápida, segura e confortável aos usuários desses edifícios, além de proporcionar a redução da demanda energética. A adoção de ventilação natural, em ambientes hospitalares que não são obrigatórias o uso do ar condicionado, é

meio primordial para proporcionar uma boa qualidade do ar interno.

A ventilação natural pode ser definida como o deslocamento de ar através do edifício, produzido por meio da diferença de pressão ou da diferença de temperatura entre as áreas externas e internas (FERNANDES, 2009; ROMERO, 2016; SALES, 2016).

A ventilação natural é um processo promovido pelas diferenças de pressão de um lado e outro das janelas, portas, chaminés e frestas, quer por diferenças de temperaturas interior-exterior, quer por ação direta do vento sobre a edificação (ROMERO, 2016, p.112).

Conforme a ABNT NBR nº 15.220/2003, a ventilação natural é uma das estratégias bioclimáticas mais empregadas em climas predominantemente quentes, devido à promoção da salubridade e do conforto térmico nos ambientes internos. Em edifícios hospitalares, a ventilação natural ajuda a controlar a infecção hospitalar por meio da renovação do ar nos ambientes onde não há obrigatoriedade do uso de sistemas de ar condicionado. Ela proporciona, ainda, o conforto térmico aos usuários e permite a redução da demanda energética (ASHRAE, 1999).

A qualidade do ar está relacionada à taxa de renovação do ar no ambiente, que é determinada pelo número de renovações do volume de ar no interior de uma sala, em um determinado período de tempo, promovendo a redução da quantidade de partículas concentradas no ar (AGUIAR, 2017; ATKINSON et al., 2009; SALES, 2016). A ASHRAE (1999) apoia a adoção da ventilação natural em hospitais, desde que sejam estabelecidas taxas mínimas de renovação de ar e que não haja ar recirculado para os demais ambientes dessas instituições.

No Brasil, poucos arquitetos trabalham com ventilação natural em ambientes hospitalares. Um dos arquitetos de destaque pela utilização desse tipo de estratégia bioclimática em suas obras é João Filgueiras Lima, conhecido como Lelé. Os hospitais da rede Sarah Kubitschek são produções arquitetônicas de grande evidencia, desse arquiteto, graças ao emprego de soluções de conforto que foram estabelecidas por meio de estratégias bioclimáticas, principalmente ventilação natural, para mitigar os efeitos do clima, tornando-os ferramentas essenciais para o conforto térmico. Lukiantchuki (2010), na sua dissertação de mestrado, estudou a evolução das estratégias de conforto térmico e ventilação

natural nos hospitais Sarah de Salvador e Rio de Janeiro e identificou uma continuidade e aprimoramento entre os projetos das edificações hospitalares ao longo dos 30 anos da rede Sarah. Nesse estudo, constatou-se a evolução na estrutura de cobertura e no sistema de ventilação natural entre os edifícios de Salvador e do Rio de Janeiro, destacando a iniciativa do arquiteto João Filgueiras Lima (conhecido como Lelé) em buscar e incorporar soluções bioclimáticas em seus projetos, que se preocupam com o conforto dos usuários.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é analisar a ventilação natural e qualidade do ar interno (QAI) nos hospitais Sarah Brasília e Sarah Lago Norte.

Os objetivos específicos são:

- Propor um instrumento de avaliação para a QAI e a ventilação natural;
- Debater a importância da ventilação natural e a QAI nos ambientes hospitalares;
- Comparar a ventilação natural e a QAI analisadas nos dois hospitais, objetos de estudo deste artigo.

Esse trabalho justifica-se devido às especificidades da edificação hospitalar relacionadas com as necessidades particulares da qualidade do ar interno e da qualidade dos ambientes que fazem da arquitetura hospitalar (tipologia arquitetônica complexa) um ambiente atrativo para estudo da ventilação natural e da QAI. Pequenas melhorias arquitetônicas em edifícios hospitalares podem representar ganhos substanciais na QAI e no conforto dos ambientes, impactar indicadores de morbidade e mortalidade hospitalar e reduzir significativamente custos operacionais com a climatização.

3. METODOLOGIA

A análise da ventilação natural e da qualidade do ar interno nos hospitais Sarah Brasília e Sarah Lago Norte requer o cumprimento de algumas etapas metodológicas.

Em um primeiro momento, serão descritos a ventilação e a qualidade do ar de Brasília, cidade escolhida como base para o estudo dos hospitais da rede Sarah Kubitschek. Com vistas a fundamentar teoricamente o trabalho, será, ainda, desenvolvido um estudo conceitual sobre ventilação natural e qualidade

do ar interno na arquitetura hospitalar. Em seguida, será proposto um instrumento de avaliação da QAI e da ventilação natural em ambientes hospitalares.

Cumprida essas etapas, serão efetuados o levantamento de dados e a descrição de como foram adotadas a ventilação natural nos hospitais Sarah Brasília e Sarah Lago Norte por meio de documentos encontrados em artigos, livros, teses e dissertações relacionadas a essas duas unidades hospitalares. Será, ainda, aplicado o instrumento de avaliação proposto nos edifícios escolhidos. Finalmente, será efetuada a comparação entre os dois hospitais estudados dos instrumentos analisados.

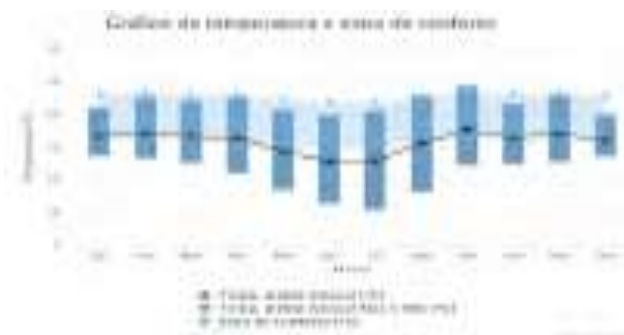
4. VENTILAÇÃO NATURAL E QUALIDADE DO AR DE BRASÍLIA

O estudo do clima é a primeira etapa para a elaboração de estratégias bioclimáticas empregadas a um projeto arquitetônico. O domínio do conhecimento do clima de Brasília, adquirido por Lelé, foi fundamental para o emprego das estratégias bioclimáticas e o desenvolvimento do projeto do Hospital Sarah dessa cidade. Assim, para fundamentar esse estudo é importante descrever brevemente esse clima.

O clima de Brasília é classificado como Tropical de Altitude (ROMERO, 2000). De acordo com Aguiar (2017), a Capital Federal tem seu clima caracterizado por dois diferentes períodos: o quente-úmido de verão chuvoso – que compreende os meses de outubro a abril; e o quente-seco de inverno seco, que abarcam os meses de maio a setembro.

O gráfico, demonstrado na figura 1, apresenta as temperaturas médias, máximas e mínimas em cada mês do ano; no gráfico percebe-se ainda, que a maior parte do ano as temperaturas de Brasília estão dentro da zona de conforto.

Figura 1: Gráfico de temperatura e zona de conforto em Brasília-DF.

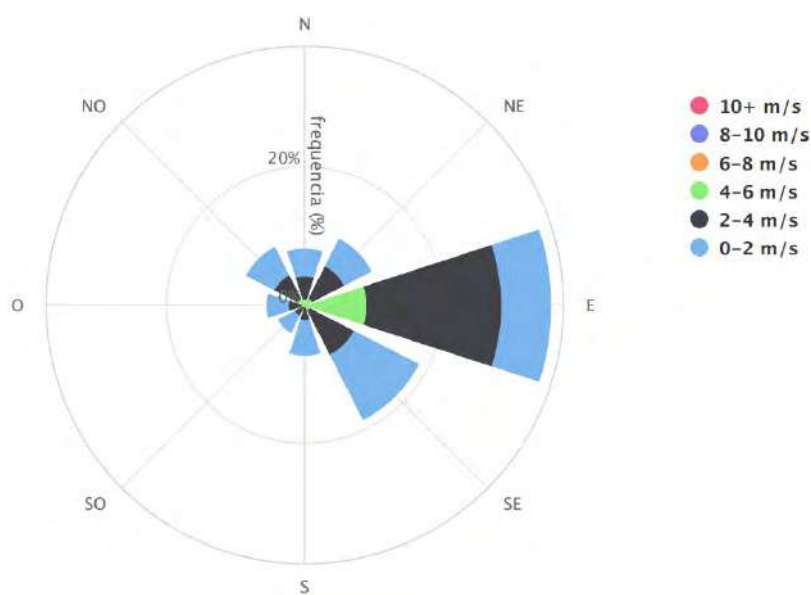


Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/dados-climaticos>.

Brasília, nos meses de agosto e setembro, apresenta elevada amplitude térmica com as temperaturas entre 13°C a 28°C e umidade inferior a 60%. Nos meses quentes e úmidos, novembro a março, a umidade fica acima de 70% e o índice de precipitação total média é em torno de 1.500mm (ROMERO, 2011).

Segundo Lucas (2017), em Brasília, os ventos apresentam, no período quente-seco, a orientação na direção leste e sudeste; no período quente-úmido, a orientação noroeste. De acordo com Zanoni (2015), os ventos na Capital Federal possuem uma frequência de 34,6% na direção Leste e uma velocidade média de 3,57 m/s. No gráfico 1, gerado pela plataforma nacional que agrupa soluções para um projeto de edifício eficiente – PROJETEEE, observa-se que a frequência é predominante e superior a 20% na direção leste e que a velocidade, nessa direção, apresenta-se entre 0-6 m/s, com o predomínio de 2-4 m/s.

Gráfico 1: Rosa dos Ventos de Brasília – DF.



Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/dados-climaticos>.

A boa qualidade do ar externo de uma cidade é primordial para a utilização da ventilação natural na arquitetura hospitalar. O ar permeável e proveniente do lado externo desse tipo de ambiente não pode conter poluentes, odores ou ser prejudicial aos pacientes.

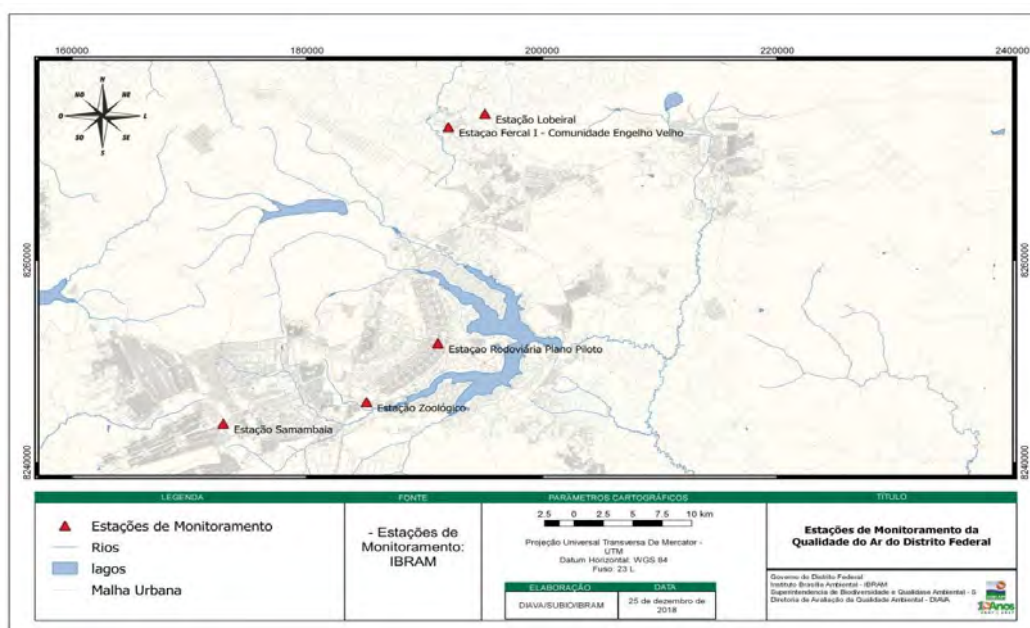
Brasília apresenta um bom padrão da qualidade do ar externa, mesmo com uma parcela expressiva da população que depende de veículos automotivos particulares para locomoção; a cidade não possui rede de indústrias poluidoras, uma das principais fontes de poluição urbana (AGUIAR, 2017).

O Distrito Federal possui o Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar do Distrito Federal que é mantido e coordenado pelo Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – Brasília Ambiental (IBRAM).

O IBRAM utiliza indicador denominado Índice de Qualidade do Ar (IQAR), possível classificar a qualidade do ar em Boa, Moderada, Ruim, Muito Ruim ou Péssima. Resultados classificados como Boa e Moderada são considerados aceitáveis, pois o primeiro não oferece nenhum risco à saúde humana e o segundo não apresentam grandes riscos para população em geral, podendo apenas apresentar sintomas leves como tosse seca e cansaço em pessoas de grupos sensíveis - crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas (BRASÍLIA, 2019).

O programa supracitado é composto de seis estações de monitoramento, distribuídas conforme ilustrado no mapa 1, com equipamentos manuais capazes de monitorar material particulado total (PTS) e material Particulado inalável (PM10) (Brasília, 2019).

Mapa 1: Estações de Monitoramento da Qualidade do Ar do Distrito Federal.



Fonte: BRASÍLIA, 2019.

A Estação Rodoviária Plano Piloto é a mais próxima das duas unidades hospitalares que serão abordadas neste trabalho. Os resultados obtidos nessa estação no ano de 2019 foram de uma média anual de 55.71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, resultado considerado de qualidade Moderada, que são considerados aceitáveis e não apresentam grandes riscos para população em geral (BRASÍLIA, 2019).

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A qualidade do ar interno na arquitetura hospitalar e a Ventilação Natural

A Organização Mundial de Saúde – OMS (2009) reconhece que a qualidade do ar interior (QAI) é um fator de risco para a saúde humana e um indicador de Saúde Pública. A boa QAI em edifícios é de grande importância, pois a inspiração de um ar poluído pode afetar diretamente no bem-estar, no conforto e na produtividade de seus usuários. A QAI está relacionada, ainda, com a Síndrome do Edifício Doente (SED), definida por um conjunto de doenças causadas ou estimuladas pela poluição do ar em espaços fechados (SUNDELL, 2004), como pode ser observado no excerto abaixo.

A baixa QAI também pode causar sintomas mais perceptíveis cotidianamente, como aqueles relacionados à Síndrome do Edifício Doente – SED. Tais sintomas interferem na produtividade e no desempenho de tarefas, seja em ambientes de trabalho ou em residências (SALES, 2016, p.36).

Para evitar ou minimizar as adversidades supracitas causadas pela pouca QAI é necessária a identificação dos fatores que influenciam diretamente na QAI, desde a concepção do projeto.

Segundo Sales (2016), tanto fatores externos quanto os internos ao projeto influenciam na QAI. Para o autor, os principais fatores externos que interferem na QAI são a composição da superfície do entorno (material particulado, pólen, pesticidas, radônio, etc.), a alta presença de veículos automotivos, de atividades industriais e comerciais; já os fatores internos estão relacionados às aberturas das esquadrias como o dimensionamento, o posicionamento e a distribuição das janelas. Outro item de destaque, citado pelo autor, para a promoção da boa QAI é o potencial de aproveitamento da ventilação natural, que pode ser avaliado pela velocidade, orientação e frequência dos ventos predominantes; pela presença de vegetação no entorno; pela superfície do solo e pela umidade e temperatura do ar. Os fatores citados podem ser visualizados no Quadro 1.

Quadro 1: Fatores que influenciam na QAI.

Fatores que influenciam na QAI	
Fatores Externos	<ul style="list-style-type: none">➤ Superfície do entorno➤ Presença de veículos automotivos➤ Atividades industriais➤ Atividades comerciais
Fatores Internos	<ul style="list-style-type: none">➤ Dimensionamento das janelas➤ Posicionamento das janelas➤ Distribuição das janelas
Potencial de Aproveitamento da Ventilação	<ul style="list-style-type: none">➤ Velocidade dos ventos➤ Orientação dos ventos➤ Frequência dos ventos➤ Presença de vegetação no entorno➤ Presença de massa de água➤ Superfície do solo➤ Umidade do ar➤ Temperatura do ar

Fonte: Adaptado de SALES (2016), p. 38 a 43.

No excerto abaixo, nota-se a relevância da proximidade do edifício com as “massas de água e vegetação” para o aproveitamento da ventilação natural.

A proximidade com massas de água e vegetação, e a topografia do sítio, são variáveis importantes para a conformação do microclima do sítio de interesse, as quais estão diretamente relacionadas à ventilação natural no espaço urbano. Assim, conhecer as características do ar e as variáveis que interferem em seu comportamento possibilita ao projetista trabalhar com diretrizes durante o desenvolvimento do projeto, visando ao melhor aproveitamento da ventilação natural (SALES, 2016, p.50).

A QAI requer maior atenção em edifícios de saúde, principalmente nos ambientes hospitalares, já que eles possuem uma relação direta com a saúde humana. Poluentes químicos e biológicos, comumente existentes nessa tipologia arquitetônica, pode comprometer a saúde de seus usuários. Dessa forma, a boa qualidade do ar pode exercer forte influência na velocidade da recuperação dos pacientes e na redução de infecções hospitalares (QUADROS, 2008).

Uma das formas de obter uma adequada QAI é por meio da ventilação natural, uma estratégia bioclimática facilmente empregada em regiões de climas quentes. Essa estratégia permite renovação contínua do ar interno,

matem a salubridade do ambiente e promove, ainda, conforto térmico (FERNANDES, 2009, SALES, 2016; GOBBI et al, 2019).

A ventilação natural (...) Possui como principal propósito a introdução de ar limpo em um determinado recinto ou espaço externo tendo em vista a remoção de poluentes do ar. (...) Além de influenciar a saúde dos ocupantes do edifício, as características de temperatura, umidade e velocidade do ar também são determinantes para assegurar condições adequadas de conforto térmico (SALES, 2016, p.32).

Em edifícios hospitalares, a ventilação natural ajuda a controlar a infecção hospitalar por meio da renovação do ar nos ambientes onde não há obrigatoriedade do uso de sistemas de ar condicionado. A ventilação natural possui relação direta com a eficiência energética, com o conforto térmico e a sustentabilidade do espaço construído, devido à baixa demanda energética pelo uso limitado de sistemas artificiais de climatização.

Nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) é fundamental o conforto ambiental para a condição de bem-estar dos usuários (ROMERO, 2016). Segundo Alves (2011), essa possibilidade de conforto, na prática, é plausível apenas se “aspectos básicos” forem considerados desde a concepção do projeto. Esses aspectos abarcam condicionantes climáticas e soluções arquitetônicas que valorizam o clima local, definidas como estratégias bioclimáticas.

As estratégias bioclimáticas são diretrizes que proporcionam ao edifício “características construtivas apropriadas para o clima em que se inserem, seja pelo uso de materiais adequados, de orientação favorável ou de dispositivos físicos passivos que propiciem o conforto ambiental” (LUCAS, 2007, p.46).

Nesse contexto, os hospitais da Rede Sarah Kubitschek, projetados pelo arquiteto Lelé, por meio da utilização da ventilação natural, da boa QAI e da iluminação natural nessas unidades tornam os ambientes mais humanos e termicamente confortáveis, evitam a frequência de espaços herméticos e auxiliam no controle da infecção hospitalar.

Intervenções arquitetônicas são necessárias para a elaboração de ambientes mais sustentáveis, para o melhor aproveitamento da ventilação natural e conseqüentemente para a obtenção da boa QAI e do conforto térmico;

algumas dessas intervenções são citadas por Romero (2015a, 2016) e descritas na tabela 2.

Tabela 2: Intervenções Arquitetônicas para promoção da Ventilação Natural.

Estratégia Bioclimática	Intervenções Arquitetônicas
Ventilação Natural	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vedações modulares leves, permeáveis; ➤ Porosidade da massa construída; ➤ Aberturas que permitem ventilação cruzada; ➤ Aberturas inferiores (entrada de ar frio) e superiores (saída do ar quente); ➤ Camada de ar ventilada nas fachadas e ➤ Resfriamento noturno (vãos controláveis).

Fonte: Adaptado de ROMERO (2015a, 2016), p. 95 a 97.

6. PROPOSTA DE UM INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO PARA A QAI E A VENTILAÇÃO NATURAL

O instrumento proposto é formado por uma tabela simples, composta por um checklist com parâmetros que influenciam na Qualidade do Ar Interno (QAI) e intervenções arquitetônicas que favorecem a ventilação natural, a principal estratégia bioclimática adotada para a promoção da boa QAI. O levantamento de dados para a composição dessa tabela foi realizado de acordo com os aspectos abordados neste trabalho e considerados de relevância para projetos de ambientes hospitalares, conforme tabela 3.

Tabela 3: Proposta de Instrumento de Avaliação para QAI e Ventilação Natural.

Instrumento de Avaliação da Qualidade do Ar Interno (QAI) e da Ventilação Natural		
Fatores que influenciam na QAI	Checklist	Anotações
Fatores Externos	Superfície do entorno	
	Presença de veículos automotivos	
	Atividades industriais	
	Atividades comerciais	
Fatores Internos	Dimensionamento das janelas	
	Posicionamento das janelas	
	Distribuição das janelas	
	Velocidade dos ventos	
	Orientação dos ventos	
	Frequência dos ventos	

Potencial de Aproveitamento da Ventilação	Presença de vegetação no entorno		
	Presença de massa de água		
	Superfície do solo		
	Umidade do ar		
	Temperatura do ar		
	Massa de água		
Intervenções Arquitetônicas		Checklist	Anotações
Ventilação Natural	Vedações modulares leves, permeáveis		
	Porosidade da massa construída		
	Aberturas que permitem ventilação cruzada		
	Aberturas inferiores (entrada de ar frio) e superiores (saída do ar quente)		
	Camada de ar ventilada nas fachadas		
	Resfriamento noturno (vãos controláveis)		

A tabela proposta pode auxiliar o arquiteto na fase de projeto e possibilita a esse profissional a verificação, na fase projeto, dos itens inerentes para a boa QAI e para a Ventilação Natural. O instrumento proporciona uma visão geral das contemplações ou não, no projeto, dos itens supracitados; ele é flexível, permite anotações e modificações complementares. Ele permite, ainda, utilização em edifícios hospitalares construídos e ocupados, auxiliando nos levantamentos físicos de APOs.

7. HOSPITAIS OBJETOS DE ESTUDO

Hospital Sarah Brasília

O Hospital Sarah Brasília está localizado na Asa Sul, no Plano Piloto de Brasília, Distrito Federal. O hospital é um projeto do arquiteto João Filgueiras Lima. Trata-se de uma obra que sintetiza princípios técnico-construtivos e conceituais com ênfase na promoção de espaços arquitetônicos com conforto ambiental e humanizado, diferente da arquitetura hospitalar predominante até meados da década de 1960, que era caracterizada por hospitais funcionalistas e cerrados.

O hospital foi inaugurado em 1980. Ele gerou e consolidou princípios, conceitos e técnicas que o transformaram em centro de referência internacional

e que fundamentaram o processo de criação da Rede Sarah. No Sarah Brasília, nota-se a verticalização de parte do edifício e a utilização de vigas vierendeel de concreto. Já nos demais setores, definidos a partir de uma ocupação horizontal, percebe-se o uso de sistema de cobertura pré-fabricada, conhecida como shed, que foi posicionado de modo a captar os ventos predominantes e a favorecer a iluminação zenital dos ambientes internos.

Aguiar (2017) demonstra a incidência direta dos ventos à 90° da normal na fachada da internação dos ventos predominantes do Leste, conforme a Figura 1, o que comprova o estudo prévio do arquiteto em relação à orientação, a disposição e a distribuição das aberturas de forma a captar e elevar o potencial de ventilação natural. Dessa forma, a QAI é elevada em consequência da constante renovação do ar promovida pela ventilação natural.

Figura 1: Fluxo de Ventos Predominantes nas fachadas do Bloco de Internação do Hospital Sarah Brasília.



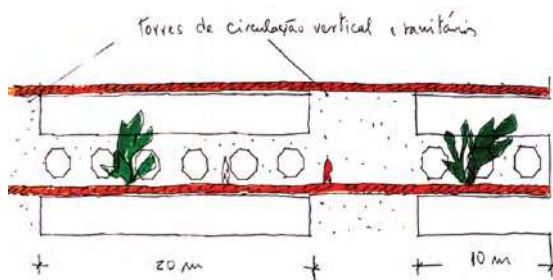
Fonte: AGUIAR, 2017.

Na Figura 1 é perceptível a disposição de vegetação no entorno da edificação. De acordo com Romero (2007), a vegetação tem a capacidade de filtrar agentes poluentes do ar, além de, reduzir a temperatura e elevar umidade relativa do ar por meio da criação microclima diferenciado em relação às áreas com ausência de vegetação.

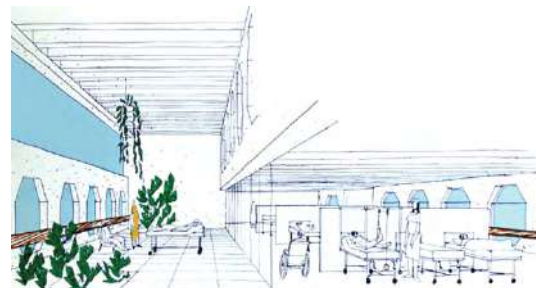
O edifício de internação dispõe suas aberturas na orientação leste/oeste. Essas aberturas foram feitas na estrutura das vigas vierendeel (Figuras 1 e 2) e elas permitem a permeabilidade da ventilação natural na estrutura das vigas -

ventilação cruzada (AGUIAR, 2017). Nota-se que essas vigas apresentam-se como a principal estratégia bioclimática para ventilação natural no edifício de internação. Elas, além de permitirem a ventilação cruzada pelas aberturas hexagonais, possibilitam a iluminação natural das enfermarias, funcionam, ainda, como guarda-corpo e como protetor solar externo (MENEZES, 2010).

Figuras 1 e 2: À esquerda, viga vierendeel. À direita, o croqui do interior das enfermarias conjugadas e os terraços-jardim.



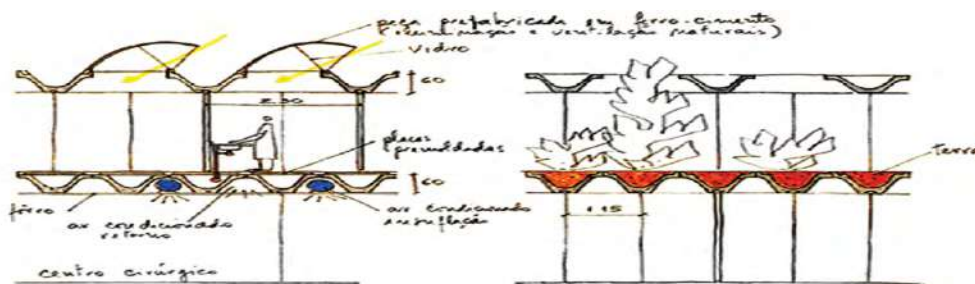
Fonte: MENEZES, 2010.



Fonte: MENEZES, 2010.

Diferente do bloco de internação (edifício vertical), os edifícios horizontais têm os sheds como principal estratégia para a ventilação e a iluminação naturais. O arquiteto projetou uma cobertura composta por vigas calha e sheds (Figura 3) “posicionados de modo a captar os ventos predominantes e favorecer a iluminação zenital dos ambientes internos” (MENEZES, 2010, p. 94).

Figura 3: Cortes da cobertura dos edifícios horizontais – sistema de ventilação e iluminação natural



Fonte: MENEZES, 2010.

As estratégias bioclimáticas de ventilação cruzada e de iluminação natural permitem ao edifício reduzir a utilização de sistemas artificiais de climatização, garantindo com isso uma melhor qualidade do ar e ambiente mais humanizados.

Em relação QAI estabelecida pela renovação de ar, Aguiar (2007) simulou a vazão do ar em uma enfermaria do bloco de internação (Figura 1), por meio do programa computacional CFD (Computational Fluid Dynamics – CFD Autodesk

2015) e obteve o resultado de vazão de ar de 15,92 m³/s no ambiente como um todo e 0,88 m³/s por paciente (capacidade de 8 pacientes na enfermaria analisada). Os valores mínimos exigidos em um ambiente para obter uma boa QAI são de 0,06 m³/s por pessoa (ATKINSON et al., 2009). Dessa forma, percebe-se que a taxa de renovação do ar nessa enfermaria é elevada, com uma vazão de ar quatorze vezes acima do valor mínimo recomendado.

Aplicação do Instrumento de Avaliação proposto no Hospital Sarah Brasília

Tabela 4: Instrumento de Avaliação para QAI e Ventilação Natural aplicado no Hospital Sarah Brasília.

Instrumento de Avaliação da Qualidade do Ar Interno (QAI) e da Ventilação Natural			
Fatores que influenciam na QAI	Checklist	Anotações	
Fatores Externos	Superfície do entorno	X	Estudado/Adequado
	Presença de veículos automotivos	X	
	Atividades industriais	-	
	Atividades comerciais	-	
Fatores Internos	Dimensionamento das janelas	X	Estudado/Adequado
	Posicionamento das janelas	X	
	Distribuição das janelas	X	Estudado/Adequado
Potencial de Aproveitamento da Ventilação	Velocidade dos ventos	X	Estudado/Adequado
	Orientação dos ventos	X	Estudado/Adequado
	Frequência dos ventos	X	Estudado/Adequado
	Presença de vegetação no entorno	X	
	Presença de massa de água	-	
	Superfície do solo	X	
	Umidade do ar	X	Estudado/ Falta alguma intervenção arquitetônica para a baixa umidade no período seco
	Temperatura do ar	X	Estudado/Adequado

Intervenções Arquitetônicas		Checklist	Anotações
Ventilação Natural	Vedações modulares leves, permeáveis	X	
	Porosidade da massa construída	X	
	Aberturas que permitem ventilação cruzada	X	
	Aberturas inferiores (entrada de ar frio) e superiores (saída do ar quente)	-	
	Camada de ar ventilada nas fachadas	-	
	Resfriamento noturno (vãos controláveis)	-	

Hospital Sarah Lago Norte

O hospital Sarah Lago Norte é, igualmente ao Sarah Brasília, um projeto do arquiteto Lélé, que foi construído em 1995, fora do perímetro urbano, com extensa área verde e as margens do lago Paranoá, para funcionar como anexo ou estrutura de apoio ao primeiro hospital dessa rede.

Hospital SARAH Brasília... onde um conjunto de edifícios interligados foi implantado em um pequeno lote em uma zona de grande adensamento urbano que, por conseguinte, não lograva grandes espaços verdes para que os pacientes pudessem praticar a reabilitação ao ar livre, como se dá em outros hospitais da Rede SARAH, bem como não havia áreas disponíveis para a expansão de atividades de pesquisa, em particular, a Neurologia (AGUIAR, 2017, p. 101).

Inaugurado em 2003, o hospital Sarah Lago Norte, Centro Internacional de Neurociências e Reabilitação, é destinado exclusivamente ao atendimento ambulatorial, que opera em uma etapa mais avançada do processo de reabilitação do paciente e oferece suporte fundamental a pesquisas avançadas na área de reabilitação (REDE SARAH DE HOSPITAIS DE REABILITAÇÃO, 2020).

Trata-se de um projeto composto de três edifícios amplos e horizontais, com 24 m² de área construída, que foi implantado em um terreno de 80.000 m². Os espaços projetados foram adequados ao entorno, ainda, mediante aproveitamento da orientação de incidência solar, dos ventos predominantes e da vegetação existente para a promoção da iluminação e ventilação naturais e para o resfriamento e sobreamento dos ambientes.

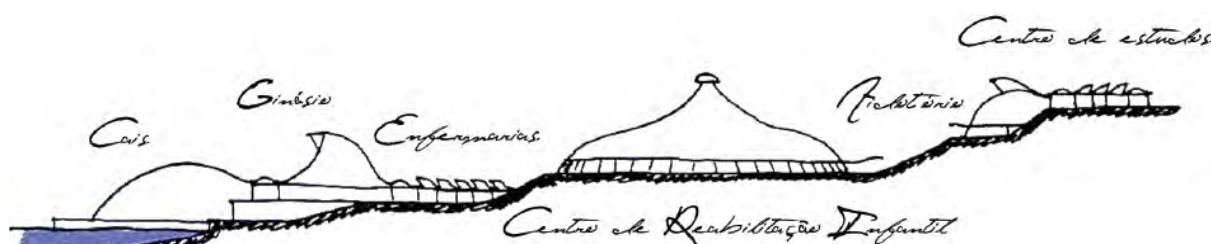
Figuras 4: Vista aérea dos edifícios do hospital Sarah Lago Norte.



Fonte: ALVES, 2011.

O conjunto Sarah Lago Norte (Figura 5) possui sua “volumetria e detalhes arquitetônicos projetados especificadamente para o aproveitamento da ventilação natural” (AGUIAR, 2017, p.121). A promoção da ventilação natural foi sempre uma preocupação de Lelé em sua arquitetura hospitalar. O edifício do Centro de Reabilitação Infantil (Figura 5) apresenta sheds com um formato que possibilita a troca de ar por convecção, a altura do pé-direito e as curvas aerodinâmicas da cobertura favorecem a saída de ar por meio da sucção do ar de dentro para fora do edifício. A capacidade natural de ventilação da cobertura é suficiente para estimular a troca de ar dispensando a necessidade de ventiladores nas galerias de tubulações (ALVES, 2011).

Figura 5: Corte esquemático da setorização do Programa do Sarah Lago Norte.

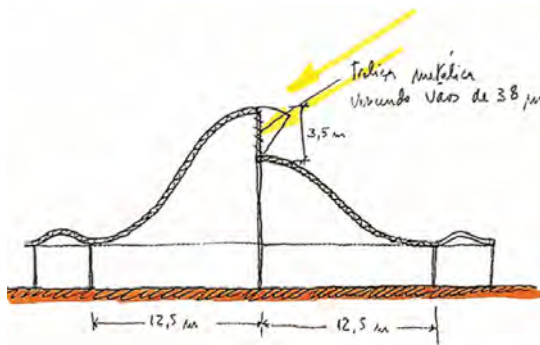


Fonte: MENEZES, 2010.

Na cobertura do Ginásio de Reabilitação, Figuras 6 e 7, percebe-se o shed, em forma de uma grande onda, que foi projetada pela conexão de duas treliças metálicas curvas, apresentando uma camada de cobertura dupla que permite a formação de colchão de ar e restringe a insolação direta, além da promoção da ventilação e da iluminação natural. Os sheds possibilitam, ainda, o controle da incidência solar nos ambientes internos, que é benéfico ao controle de infecção. Essa cobertura mesmo com poucos pontos de apoio ela vence um vão de trinta

e oito metros. Para Menezes (2010), esse “raciocínio projetual” determinou o formato do edifício, a condições de conforto térmico, de conforto luminoso e permitiu ao ambiente um espaço amplo e sem obstáculos, que facilita desenvolvimento das atividades esportivas e terapêuticas dos pacientes.

Figuras 6 e 7: À esquerda, Croqui da cobertura do Ginásio. À direita, cobertura do Ginásio em Shed e do Cais em Arco.



Fonte: MENEZES, 2010.



Fonte: MENEZES, 2010.

Em relação QAI estabelecida pela renovação de ar, o estudo de Aguiar (2007), já citado, obteve o resultado de vazão de ar de 11,54 m³/s no ambiente como um todo e 0,48 m³/s por paciente (capacidade de 8 pacientes na enfermaria analisada). Dessa forma, percebe-se que a taxa de renovação do ar nessa enfermaria é elevada, com uma vazão de ar oito vezes acima do valor mínimo recomendado.

Aplicação do Instrumento de Avaliação proposto no Hospital Sarah Lago Norte

Tabela 5: Instrumento de Avaliação para QAI e Ventilação Natural aplicado no Hospital Sarah Brasília.

Instrumento de Avaliação da Qualidade do Ar Interno (QAI) e da Ventilação Natural			
Fatores que influenciam na QAI	Checklist	Anotações	
Fatores Externos	Superfície do entorno	X	Estudado/Adequado
	Presença de veículos automotivos	-	
	Atividades industriais	-	
	Atividades comerciais	-	
Fatores Internos	Dimensionamento das janelas	X	Estudado/Adequado
	Posicionamento das janelas	X	Estudado/Adequado

Potencial de Aproveitamento da Ventilação	Distribuição das janelas	X	Estudado/Adequado
	Velocidade dos ventos	X	Estudado/Adequado
	Orientação dos ventos	X	Estudado/Adequado
	Frequência dos ventos	X	Estudado/Adequado
	Presença de vegetação no entorno	X	
	Presença de massa de água	X	
	Superfície do solo	X	Estudado/Adequado
	Umidade do ar	X	Estudado/Adequado
	Temperatura do ar	X	Estudado/Adequado
Intervenções Arquitetônicas		Checklist	Anotações
Ventilação Natural	Vedações modulares leves, permeáveis	X	
	Porosidade da massa construída	X	
	Aberturas que permitem ventilação cruzada	X	
	Aberturas inferiores (entrada de ar frio) e superiores (saída do ar quente)	X	
	Camada de ar ventilada nas fachadas	X	
	Resfriamento noturno (vãos controláveis)	X	

8. RESULTADOS

A partir do emprego do Instrumento de Avaliação da QAI e da Ventilação Natural proposto neste artigo, nos hospitais Sarah Brasília e Sarah Lago Norte, foi possível a comparação da adoção da ventilação natural como estratégia bioclimática, pelo arquiteto Lelé, nos edifícios estudados.

No hospital Sarah Brasília, em razão da localização e da dimensão restrita do terreno, houve necessidade de verticalizar parte do edifício. Essa verticalização constituiu um fator desfavorável, visto que, as tipologias horizontais são mais vantajosas em relação ao custo de produção, à organização espacial, ao desempenho térmico e luminoso da edificação (MENEZES, 2010). Algumas das consequências dessa localização em um perímetro urbano e da restrição no dimensionamento do terreno foram: a presença constante de veículos automotivos no entorno (poluição do ar e sonora); à privação do hospital as extensas áreas verdes; o aproveitamento da ventilação natural apenas de

forma cruzada; a privação do ambiente aos espelhos d'água, estratégia importante para regiões com o clima quente e seco como o de Brasília. Mesmo com as adversidades encontradas no entorno do Sarah Brasília e da reduzida área do terreno, percebe-se que a taxa de renovação do ar é elevada devido às intervenções arquitetônicas aplicadas no projeto, por Lelé, para a promoção da ventilação natural, uma importante e eficiente estratégia bioclimática.

As limitações impostas ao primeiro hospital da Rede Sarah foram superadas pelo arquiteto com a criação do Centro Internacional de Neurociências e Reabilitação ou Centro de Apoio ao Grande Incapacitado Físico do Lago Norte.

Nas duas unidades hospitalares, objetos de estudos, observam-se a intensa presença de sheds. Eles são elementos que caracterizam a linguagem arquitetônica de toda a Rede Sarah e que proporcionam a ventilação e a iluminação naturais; os sheds proporcionam, ainda, a constante renovação do ar e boa QAI. No primeiro hospital esse elemento foi utilizado para a entrada da ventilação e da iluminação natural; no segundo hospital, percebe-se que os sheds evoluíram, sua função passou a ser de saída da ventilação natural por convecção e controle da iluminação.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O arquiteto Lelé, por meio da adoção de estratégias bioclimáticas nos dois hospitais estudados, demonstrou o seu conhecimento sobre clima de Brasília e a influência dessa variável sobre edifício. Para a Capital Federal, que tem o clima classificado como tropical de altitude (verão quente e úmido; inverno seco e frio), o emprego de ar-condicionado para a climatização dos hospitais, além de dispendioso, tornaria esses ambientes mais herméticos, desconfortáveis e pouco humanizados.

Os Centros de Reabilitação Sarah Brasília e o Sarah Lago Norte possibilitam aos seus pacientes uma recuperação mais rápida e aos seus profissionais um ambiente de trabalho mais agradável. Isso ocorre devido à boa QAI e na qualidade dos ambientes, que foram alcançadas ao adequar seus edifícios ao clima local e entorno, ao utilizar estratégias para ventilação natural e renovação constante de ar, que auxilia no controle de infecção.

Nesse trabalho, nota-se que as intervenções arquitetônicas para a promoção da ventilação natural adotadas nos projetos dos dois hospitais da Rede Sarah

foram eficientes para a elevação da QAI. A adoção dessa estratégia foi eficaz, ainda, para que os ambientes apresentem-se saudáveis, evitando a Síndrome do Edifício Doente (SED).

No contexto pós-crise da pandemia da COVID-19, a busca de soluções para a redução dos custos de operação com a climatização artificial nos hospitais, como as observadas nas unidades estudadas nesse artigo, significaria ampliar e melhorar a assistência à saúde da população e evitar a proliferação dessa comorbidade.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. R. C. **Desempenho da qualidade do ar em estudos de caso de ambientes hospitalares no contexto climático de Brasília-DF**. 2017. 164 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- ALVES, Samara Neta. **A percepção visual como elemento de conforto na arquitetura hospitalar**. 2011. 212 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)—Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- ASHRAE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **ASHRAE Handbook of Fundamentals**. Atlanta, 1999.
- CHRISTOPOULOS, Sofia C. **Desempenho térmico e eficiência energética em ambiente hospitalar: estudo de fachada do setor de internação do Hospital do Coração, localizado na cidade de Maceió**. (Dissertação de Mestrado). Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2017.
- FERNANDES, Júlia Teixeira. **Código de obras e edificações do DF: inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética**. 2009. 249 f., il. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)-Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- GOBBI, Mirna Elias; SANTOS, Mauro; ROLA, Sylvia Meimaridou. **Qualidade do ar e ventilação natural no ambiente hospitalar - o exemplo do edifício Sarah Kubitschek no Rio de Janeiro**. 2019.

- LUCAS, Christine P. **Análise bioclimática de conjunto arquitetônico moderno de valor cultural**: a Faculdade de Educação da Universidade de Brasília. 2017. 178 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)—Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- MENEZES, Simone Alves Prado. **Qualidade do ambiente construído: o caso da UPA Samambaia**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Pesquisa e Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília/ DF, 2012.
- QUADROS, M. E. **Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: parâmetros físico-químicos e microbiológicos**. 2008. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.
- ROMERO, M.; SOUZA, V. **Construindo um Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Intra-urbano Associados à Ventilação nos Espaços Públicos**. Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo / Revista do Programa de Pós-Graduação da FAU-UnB. Ano 6, n. 4 (novembro/2007). P. 81-94. 2007.
- ROMERO, Marta A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. 2000. 1ª Edição. São Paulo: Editora CopyMarket.com. 2000.
- SAMPAIO, Virgínia. **Arquitetura hospitalar: projetos ambientalmente sustentáveis, conforto e qualidade. Proposta de um instrumento de avaliação**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2005.
- SUNDELL, J. (2004). **On the history of indoor air quality and health**. *Indoor Air*, 14 (2), 51-58, 2004.
- ZANONI, V. A. G. **Influência dos agentes climáticos de degradação no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, 2015.