



**XIENCAC**  
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

**VII ELACAC**  
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

## **ESTRATÉGIAS PASSIVAS DE CONFORTO TÉRMICO: O CASO DO HOSPITAL ESCOLA DE SÃO CARLOS - SP**

**Monica Faria de Almeida Prado (1); Marieli Azoia Lukiantchuki (2); Rosana Maria Caram (3)**

(1) Arquiteta e Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia, nicafap@hotmail.com

(2) Arquiteta e Urbanista, Mestre e doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia, mlukiantchuki@yahoo.com.br

(3) Professora Associada do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, rcaram@sc.usp.br  
Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo – EESC/USP, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, São Carlos–SP

### **RESUMO**

Em países tropicais como o Brasil, o uso da ventilação natural é uma das estratégias de projeto mais eficientes para se alcançar o conforto térmico interno adequado. O arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé, é muito conhecido por utilizar em grande parte de suas obras essa solução passiva de conforto, principalmente nos edifícios hospitalares, garantindo uma maior qualidade aos espaços internos. Dentre os hospitais projetados por ele, tem-se o Hospital Escola Municipal de São Carlos – SP, utilizado como objeto de estudo no presente trabalho. Este artigo tem como objetivo avaliar o conforto térmico do primeiro módulo construído do referido hospital. A edificação possui soluções que além de propiciar ambientes mais agradáveis e mais salubres, evitam o uso do ar condicionado e conseqüentemente o gasto excessivo de energia elétrica. Dentre as principais estratégias de projeto, o hospital possui galerias subterrâneas para captação dos ventos e forros basculantes metálicos que auxiliam na iluminação natural e na ventilação natural através do efeito chaminé. Realiza-se uma análise qualitativa baseada nos estudos de projeto e pesquisa de campo, através da descrição das soluções de conforto, e do uso de literatura especializada. Os resultados mostram a preocupação de Lelé com as questões bioclimáticas através de soluções criativas e flexíveis. As estratégias passivas adotadas pelo arquiteto contribuem para que o ambiente interno apresente um bom nível de conforto térmico. No entanto, existem alguns problemas de manutenção que interferem no funcionamento do edifício.

Palavras-chave: João Filgueiras Lima, Lelé, Edifícios Hospitalares, conforto térmico, ventilação natural

### **ABSTRACT**

In tropical countries like Brazil, the use of natural ventilation in one of more efficient design strategies to achieve comfort in indoor spaces. The architect João Filgueiras Lima, Lelé, is well known for use in his works this passive solution for comfort, mainly in hospital buildings, providing the better quality to the internal spaces. Among the hospitals designed for him, there is the School Hospital located in the city of São Carlos – SP, analyzed in this research. This article aims to evaluated the thermal comfort of the first module built of this hospital. The building has solutions that provide more pleasant and health environments and avoid the use of air conditioning and consequently the excessive consumption of energy. Among the main design strategies, the hospital has technical floor to capture the winds and flexible metallic liners that help natural lighting and natural ventilation through the stack effect. It was realized a qualitative analysis based on design studies and field research, through the comfort passive solutions descriptions and specialized literature. The results show Lelé's concern with bioclimatic issues through creative and flexible solutions. The passive strategies used by the architect helps to that the indoor environments of the hospital have a good level of thermal comfort. However, there are maintenance problemas that interfere in the building operation.

Keywords: João Filgueiras Lima, Lelé, hospital buildings, Thermal comfort, natural ventilation.

## **1. INTRODUÇÃO**

Em países tropicais como o Brasil, a ventilação natural é a estratégia passiva de projeto mais eficiente para o alcance do conforto térmico. Além disso, é um fator determinante para a saúde e o bem-estar das pessoas, pois segundo Bower (1995) a ventilação tem a função de garantir aos usuários um ar saudável e confortável, uma vez que pode ser utilizada para diluir os poluentes, eliminando-os para fora através da diferença de pressão.

Outro aspecto importante do uso da ventilação natural é a redução do consumo da energia elétrica, uma vez que diminui significativamente o uso de sistemas mecânicos de resfriamento. Para Jones (2001), os dois principais benefícios da ventilação natural são: redução do consumo de energia elétrica, e melhora do bem-estar dos usuários. Desta forma, beneficia a qualidade ambiental interna, e aumenta o nível de satisfação dos ocupantes.

No Brasil, o arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé, é muito conhecido por incorporar nos seus projetos soluções passivas de conforto, sendo uma das principais a ventilação natural. Dentre as suas obras destacam-se os hospitais da Rede Sarah Kubitschek, os quais possuem ambientes humanizados e agradáveis. Estas características têm importante contribuição no processo da cura dos pacientes e na sensação térmica dos usuários. Esses edifícios têm demonstrado desempenho satisfatório para os usuários conforme apresentado por Ribeiro (2004), Perén (2006) e Lukiantchuki (2010).

Apesar da ventilação natural ter um grande destaque nos hospitais projetados por este arquiteto, os ambientes que exigem um controle rigoroso de temperatura, umidade e pressão utilizam exclusivamente o ar condicionado, como por exemplo o centro cirúrgico e o setor de imagem. Já nos setores mais flexíveis a esses aspectos ambientais, utiliza-se a ventilação natural.

Com os mesmos princípios dos edifícios desta rede, foi elaborado o projeto do Hospital Escola Municipal de São Carlos, que apresenta as seguintes estratégias:

- Sheds: dispositivos localizados na cobertura que favorecem a iluminação e a ventilação naturais.
- Forros basculantes de policarbonato translúcido que possibilitam a circulação do ar e a entrada da luz natural.
- Vegetação e Espelhos d'água.

Apesar de o Brasil ter na maior parte do ano um clima quente, não se deve ignorar, que existem cidades com períodos de frio, como é o caso da cidade de São Carlos. Assim, os projetos devem ser concebidos contemplando as diferentes necessidades térmicas exigidas durante todo o ano, ou pelo menos na maior parte dele, atendendo as características específicas de cada local.

## **2. OBJETIVO**

Este trabalho tem como objetivo o estudo das estratégias passivas de conforto, adotadas pelo arquiteto Lelé no primeiro módulo construído do hospital Escola Municipal de São Carlos, através da identificação, da caracterização e de uma análise qualitativa do desempenho das mesmas.

## **3. MÉTODO**

Para se alcançar o objetivo desse trabalho, realizou-se uma análise de projeto, baseada em leituras das plantas gráficas e pesquisas de campo no Hospital Escola Municipal de São Carlos, tendo como complemento a literatura especializada. Foi realizada primeiramente uma breve caracterização climática da cidade de São Carlos. Em seguida foi estudada a localização e a implantação do hospital do terreno, em conjunto com a avaliação do microclima da obra. Foram avaliados aspectos como: características do terreno, forma, orientação e exposição do edifício ao sol, ventos dominantes, vegetação, entre outros, considerando o contexto em que o edifício está inserido. Posteriormente, foram avaliados os materiais utilizados sob o ponto de vista do desempenho térmico da cobertura, tendo como auxílio à NBR 15220, pois ela apresenta valores das propriedades térmicas de diversos materiais que possibilitam o estudo dos elementos construtivos. Por fim, foram avaliadas as estratégias de iluminação e ventilação naturais, utilizadas no edifício em questão.

## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1. Caracterização climática da cidade

A cidade de São Carlos se localiza na região sudeste do Brasil, no estado de São Paulo, e apresenta um clima predominantemente tropical. Os dados referentes a latitude, longitude e altitude da cidade, são apresentados na tabela 1. A média das temperaturas máximas, mínimas, médias e as umidades relativas referentes à cidade de São Carlos no período de 1961 a 1990 estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 1 – Latitude, longitude e altitude de São Carlos

Cidade	Latitude	Longitude	Altitude
São Carlos	22°01'S	47°53'W	855m

Fonte: Adaptado do software arquitrop

Tabela 2 – Normais climatológicas de São Carlos (1961-1990)

Meses	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Umidade relativa (%)
Janeiro	26.8	17.5	21.6	76
Fevereiro	27.2	17.7	21.9	75
Março	27.0	17.2	21.7	73
Abril	25.7	15.5	20.2	68
Maiο	23.6	13.2	18.1	67
Junho	22.7	12.0	16.7	66
Julho	22.2	11.4	16.0	61
Agosto	24.3	12.5	17.8	54
Setembro	25.0	14.2	19.6	58
Outubro	24.7	14.7	19.7	80
Novembro	25.7	16.0	21.1	67
Dezembro	25.2	17.2	21.4	73
Ano	25.0	14.9	19.6	68

Fonte: Departamento Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária

De acordo com a norma NBR 15220-3 (2005), o território brasileiro foi dividido em oito diferentes zonas bioclimáticas. Para cada zona são apresentadas estratégias de conforto térmico a fim de proporcionar melhores condições para os usuários dos edifícios. Com base nessa norma, a cidade de São Carlos se encontra na zona bioclimática 4 (Figura 1), e tem como diretrizes projetuais que as aberturas para ventilação devem ser médias e sombreadas, as paredes devem ser pesadas e a cobertura deve ser leve e isolada. Com relação às estratégias de condicionamento térmico passivo, a tabela 4 traz as especificações para o verão e para o inverno.

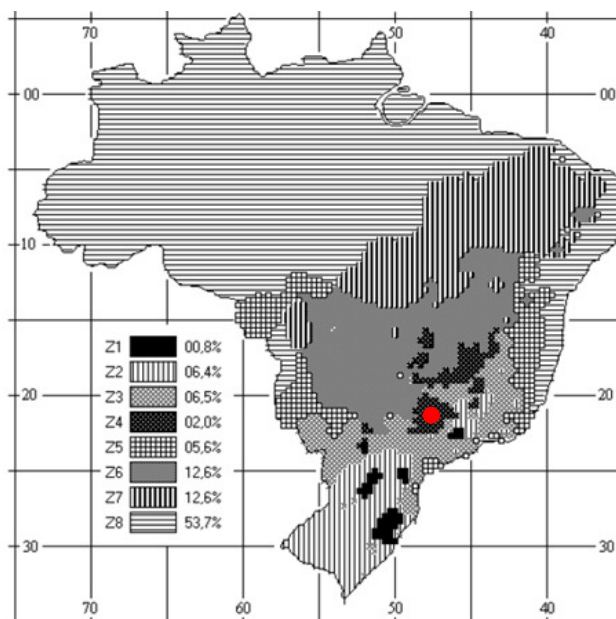


Figura 1: Zoneamento bioclimático brasileiro, com destaque para a cidade de São Carlos (NBR 15220, 2003, p.3)

Tabela 3 – Estratégias de condicionamento térmico passivo para a zona bioclimática 4 (Adaptado da NBR 15220, p.6)

Estação	Estratégias de condicionamento térmico passivo
Verão	H) Resfriamento evaporativo e Massa térmica para resfriamento J) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)
Inverno	B) Aquecimento solar da edificação C) Vedações internas pesadas (inércia térmica)

## 4.2. Localização e implantação

O hospital Escola Municipal de São Carlos se localiza em um terreno próximo à entrada principal da cidade, com topografia relativamente plana. Seu entorno é bastante desobstruído e por ter esta área aberta permite a livre circulação dos ventos, que incidem predominantemente do nordeste (Figura 2).

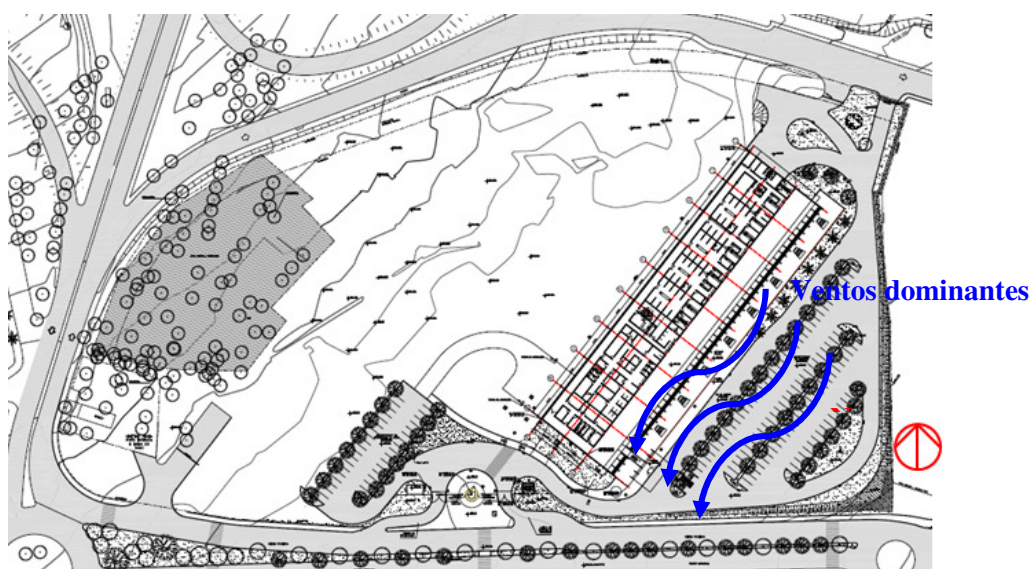


Figura 2 – Implantação do edifício no terreno (Prefeitura Municipal de São Carlos, 2010)

A implantação do edifício no terreno acontece com as fachadas maiores orientadas para sudoeste-noroeste, e ao seu redor existem jardins e um espelho d'água. Ambos têm um papel essencial no entorno da edificação, contribuindo significativamente para um microclima mais favorável. A maior parte das áreas externas é revestida com grama, evitando a re-emissão da radiação solar em forma de calor para o edifício e para as pessoas, devido ao baixo valor do albedo da vegetação. Além disso, proporciona um equilíbrio da temperatura, e favorece a estabilidade do clima ao redor da edificação, reduzindo os extremos ambientais.

O espelho d'água se localiza na fachada da entrada do primeiro módulo do hospital, e configura o entorno juntamente com os jardins. Esse elemento ameniza o calor nos períodos mais quentes, e refresca os ventos que incidem na edificação. Além disso, possui a função de humanização do espaço através do agradável contato visual que oferece aos pacientes e funcionários (Figuras 3 e 4).



Figura 3 – Grama ao redor do edifício



Figura 4 – Espelho d'água com extensa vegetação



Além da vegetação, a cor branca das paredes externas contribui para minimizar o ganho da carga térmica pelo edifício, pois dificulta a absorção da radiação solar pelas fachadas externas, que também é responsável pelo aquecimento no ambiente interno.

### 4.3. Sistema construtivo e materiais utilizados

Os hospitais da Rede Sarah são compostos por um sistema industrializado misto de argamassa armada e estrutura metálica, produzidos no Centro de Tecnologia da Rede Sarah – CTRS, localizado em Salvador. Já o sistema construtivo do Hospital Escola é diferente, uma vez que não são produzidos no CTRS, mas sim por uma construtora terceirizada. As paredes externas são alvenarias de tijolo, propiciando um ritmo de construção mais lento, além de dificultar as futuras manutenções e ampliações do edifício (Figura 5). A cobertura em sheds é a marca registrada do trabalho de Lelé, sendo composta por treliças metálicas e telhas de alumínio (Figura 6).



Figura 5 – Paredes externas de alvenaria de tijolo



Figura 6 – Treliças metálicas dos sheds

A cobertura é a face do edifício mais exposta a radiação solar. Deste modo, grande parte do ganho térmico para o interior do edifício acontece por essa face. A telha de alumínio possui uma pequena espessura, e segundo a NBR 15220 (2005) o alumínio possui um valor de condutividade térmica de  $\lambda = 230 \text{ W}/(\text{m.k})$ , ou seja, é um material com uma resistência térmica relativamente baixa ( $R = e/\lambda$ ), e conseqüentemente possui um valor de transmitância térmica alta. Essas propriedades térmicas indicam que grande quantidade de calor seja transmitida para os ambientes internos. No entanto, as estratégias de projeto utilizadas pelo arquiteto contribuem para minimizar a entrada de calor no ambiente interno. Primeiro a cobertura é pintada de branco, e ainda segundo a NBR 15220 (2005) o valor da absorptância desta cor é em torno de 20% ( $\alpha = 0,20$ ), o que permite reduzir a absorção da radiação solar incidente na cobertura e aumentar a reflexão desta mesma radiação. Segundo, a cobertura em sheds é completamente independente dos ambientes internos, possuindo forros móveis intermediários. Entre os forros móveis e os sheds existe um grande espaço de ar, que funciona como uma proteção térmica, reduzindo a entrada de calor nos ambientes internos pela cobertura (Figura 7).

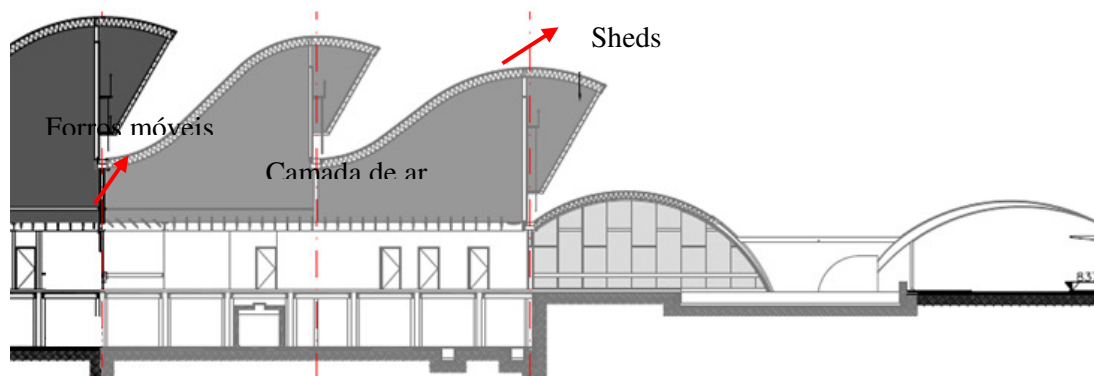


Figura 7 – Estrutura da cobertura em sheds (Prefeitura Municipal de São Carlos, 2010)

### 4.4. Ventilação natural

O resfriamento do hospital é feito na maior parte por meio da ventilação natural. No entanto,

como dito anteriormente, existem ambientes climatizados artificialmente que exigem um controle rigoroso da temperatura, da umidade e da pressão.

A circulação do ar principal nos ambientes internos ocorre através do insuflamento do ar a partir das galerias subterrâneas, orientadas para sudeste. As aberturas das galerias se localizam no espelho d'água, formando um sistema de resfriamento evaporativo (auxiliado por aspersores), que permite a diminuição da temperatura do ar, antes de sua entrada no edifício (figura 8). Este sistema é controlável e pode ser acionado de acordo com o clima externo. Deste modo, em dias mais quentes esses dispositivos ficam ativados para o resfriamento do ar. Segundo Givoni (1994) para melhorar os sistemas de conforto em um edifício é conveniente juntar princípios de ventilação natural com resfriamento evaporativo. Através da evaporação da água pode-se diminuir a temperatura do ar, pois no processo de evaporação, a água retira calor latente do ambiente, diminuindo a temperatura do ar e melhorando as condições de conforto dentro da edificação. Além disso, segundo a NBR 15220 (2005) para cidades localizadas na zona bioclimática 4 a sensação térmica no período de verão pode ser amenizada através da evaporação da água (tabela 3). Assim, o resfriamento evaporativo pode ser obtido através do uso da vegetação e de espelhos d'água, como presentes no edifício em questão. Apesar dos ventos dominantes de São Carlos incidirem predominantemente do nordeste, as galerias possuem nas entradas ventiladores que são responsáveis pela captação mecânica dos ventos (figura 9), possibilitando a ventilação natural em períodos de calmaria.



Figura 8 – Entrada de ar das galerias



Figura 9 – Ventiladores na entrada das galerias

Através desse sistema, o ar é admitido para as galerias, formando um colchão de ar ventilado. Em seguida, o ar é insuflado para os ambientes internos através de dutos entre as paredes internas (figura 10). As paredes são constituídas por duas partes, com espaço intermediário para passagem do ar. Nos ambientes internos, o ar sai através de venezianas localizadas nas paredes, em duas alturas. Essas são controláveis manualmente, podendo ficar abertas, semi-abertas ou fechadas, como mostra a figura 11.



Figura 10 – Vão entre as paredes por onde circula o ar



Figura 11 – Venezianas para a saída de ar nos ambientes internos

Posteriormente, o ar presente no edifício se aquece e se eleva, passando pelos forros móveis - localizados entre a cobertura em sheds e os ambientes internos, conforme mostra a figura 12. Posteriormente, o ar é extraído pelos sheds, através do efeito chaminé. O vento externo que tangencia os sheds externos acelera o processo de extração do ar quente para fora do edifício (figura 13). É importante ressaltar que esses forros exigem uma rigorosa manutenção, com relação ao funcionamento motorizado e a limpeza, principalmente por ser um edifício para a saúde. No entanto, devido à falta de um sistema de fácil manutenção, muitos desses elementos estão funcionando com dificuldade e em alguns ambientes do hospital eles foram substituídos por forro fixo de PVC.

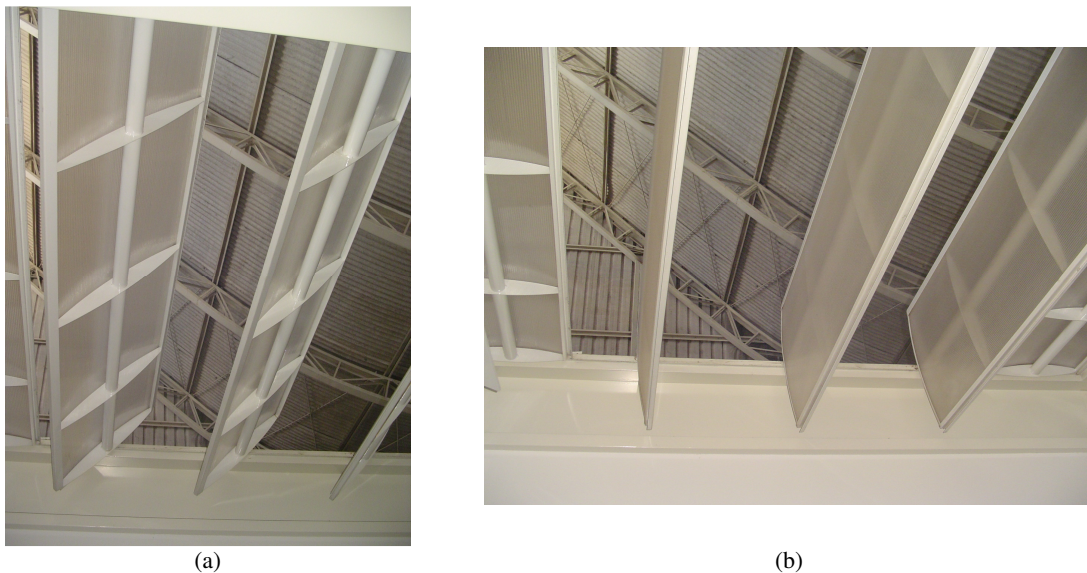


Figura 12 – Detalhe dos forros basculantes

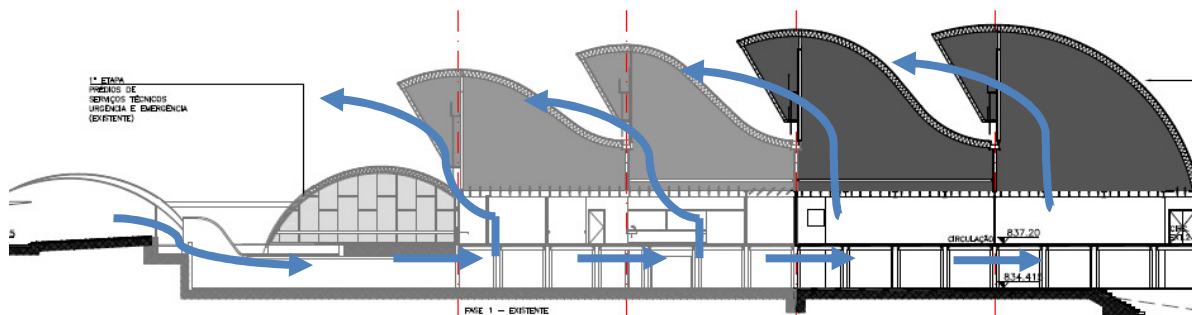


Figura 13: Hospital Escola em corte com a circulação de ar das galerias aos sheds (Adaptado da Prefeitura Municipal de São Carlos, 2010)

A cobertura é caracterizada por *sheds*, que são independentes da estrutura, formando um grande espaço para a circulação do ar. É um elemento fundamental no sistema de ventilação natural, contribuindo na temperatura interna e no conforto térmico do edifício. Além disso, como estratégia de ventilação natural, a sala de espera do hospital, apresenta uma fachada envidraçada que possui janelas basculantes, e apresenta uma abertura fixa no seu rodapé (figura 14). Esta fachada exerce grande influencia no conforto térmico dos usuários, e abriga a sala de espera caracterizada como um dos espaços internos mais suscetíveis às condições climáticas externas.





Figura 14: Fachada envidraçada da sala de espera com detalhe da janela basculante e rodapé com abertura fixa

No período de verão, essas aberturas são favoráveis, pois direcionam o fluxo de ar externo para dentro do edifício. Já no período de inverno, os usuários passam por um desconforto térmico, conforme apresentado por Lukiantchuki, Prado e Caram (2010), pois não têm acesso ao controle direto dessas aberturas devido à presença do espelho d'água, ao contrário das venezianas internas e dos forros basculantes que permitem um controle direto nos demais ambientes. Embora São Carlos tenha um curto período de inverno, nesses dias o frio é rigoroso. Deste modo, nos períodos de inverno tem-se um desconforto térmico para o frio.

#### 4.5. Insolação e iluminação natural

O hospital Escola foi implantado com seu maior comprimento voltado para a orientação sudeste e noroeste, e as fachadas menores para nordeste e sudoeste. As superfícies que merecem atenção especial para o ganho de calor interno nos edifícios são a cobertura e as superfícies envidraçadas, pois são mais suscetíveis à radiação solar. No caso deste hospital os materiais nelas utilizados, permitem a passagem rápida da radiação solar, sendo que neste edifício a sala de espera, possui toda sua extensão vedada em vidro. Esta fachada está voltada para sudeste, e essa face recebe insolação no inverno, das 6h30 as 9h00 e no verão das 5h30 as 12h00, ou seja, é atingida somente pelo sol da manhã que chega com menor intensidade que o sol da tarde. Ainda que envidraçada, e, portanto completamente exposta à radiação solar, pode-se dizer que no verão (período com uma maior incidência solar direta), a sensação de calor é amenizada devido à localização do espelho d'água e também pela presença de vegetação, que são estratégias comumente utilizadas para melhora do microclima em climas quentes.

A fachada noroeste pode ser considerada uma das faces mais prejudicadas pelo ganho solar, pois recebe insolação das 9h00 as 17h30 no inverno e das 12h00 as 18h30 no verão. Apesar dessa fachada ser uma das maiores faces do edifício, esta não possui nenhuma abertura. Além disso, em toda a sua extensão funciona um corredor de circulação, sem grande permanência dos usuários. .

A fachada sudoeste, também recebe uma grande incidência solar no período da tarde do verão, pois o sol incide das 12h00 as 18h30. Já no inverno essa fachada recebe o sol das 15h00 as 17h30. No entanto, o desconforto causado é amenizado pelo fato de se localizar um corredor no ambiente interno e pela inexistência de aberturas.

Por fim, a fachada nordeste, que abriga uma pequena recepção, o conforto médico e o sanitário, recebe insolação no período de inverno das 6h30 as 15h00 e das 5h30 as 12h00 no verão. No entanto, apesar do grande período em que recebe insolação, essa face não possui aberturas, sendo que esta ausência pode ser considerada benéfica, pois permite amenizar o ganho de carga térmica proveniente da radiação solar (figura 15).



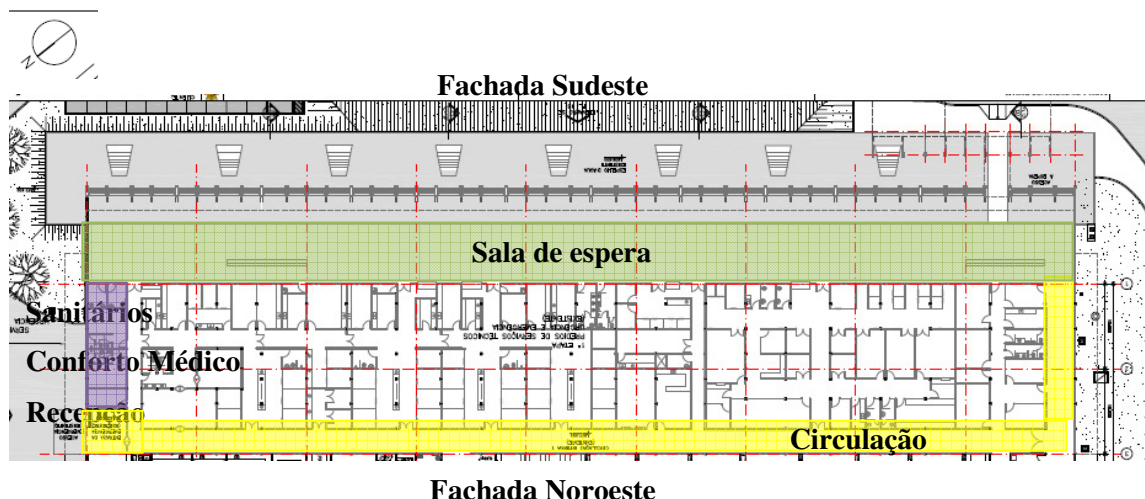


Figura 15: Planta Baixa do Hospital Escola (Adaptado da Prefeitura Municipal de São Carlos, 2010)

Em relação à iluminação natural, destaca-se a fachada sudeste, que dispensa o uso de iluminação artificial durante todo o período da manhã e da tarde, como constatado em visita pelas pesquisadoras. Isso também acontece nos demais ambientes, que recebem iluminação proveniente do exterior através das grandes aberturas nos sheds e pela penetração da luz solar por meio dos forros basculantes, que são em policarbonato transparente.

A ausência da iluminação artificial possibilita uma menor carga térmica sobre o ambiente, tornando-se um aspecto importante para o alcance do conforto térmico no ambiente, além de proporcionar maior eficiência energética ao edifício. Outro aspecto que vale ressaltar, é que todas as superfícies dos edifícios, inclusive a cobertura que recebe insolação durante todo o dia, estão pintadas na cor branca (conforme itens 4.2 e 4.3), que permite alta reflexão da luz solar e diminui a quantidade de carga térmica absorvida pelo edifício para ser reemitida aos usuários.

## 5. CONCLUSÕES

Nota-se a preocupação do arquiteto com o projeto para alcançar conforto térmico. A implantação do edifício demonstra preocupação com um bom funcionamento da circulação de ar, através do uso adequado das estratégias utilizadas, proporcionando um bom desempenho das mesmas. Além disso, direciona as fachadas de modo que os espaços que mais recebem insolação durante o dia têm a função de circulação. Os elementos paisagísticos, o espelho d'água, e a integração entre exterior e o interior que ocorre através da fachada envidraçada proporciona um maior bem-estar aos usuários, permitindo que o hospital se torne um ambiente mais humanizado.

A preocupação e o cuidado com a escolha e o uso de cada material também é visível, podendo ser notado com o uso do vidro em uma das fachadas e da chapa metálica na cobertura, que são materiais com baixo atraso térmico, e assim transmitem rapidamente calor para dentro do edifício. No entanto, estes materiais são otimizados, e utilizados com outras estratégias, como no caso da cobertura que recebe pintura branca deixando o material mais reflexivo e o vidro, adotado na fachada com menor período de incidência do sol da tarde.

O edifício apresenta estratégias eficientes para se obter conforto térmico no período de verão. No entanto, não deve ser ignorado que a fachada sudeste apresenta aberturas fixas e como o período de sol é muito pequeno, com incidência apenas no início da manhã, a baixa incidência solar associada com a entrada dos ventos externos, podem gerar um desconforto para o frio no período de inverno. Contudo, pode-se dizer que as estratégias utilizadas no projeto do Hospital Escola de São Carlos, apresenta um bom desempenho térmico, e proporciona um ambiente agradável na maior parte do ano aos usuários, dentro do contexto em que se insere. No entanto, em virtude de alguns problemas de manutenção, algumas soluções de conforto estão sofrendo alterações, como a substituição dos forros móveis por forro de PVC em alguns ambientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005b.

BOWER, J. (1995). **Understanding ventilation**: How to design, select and install residential ventilation systems. The Healthy House

Institute.

GIVONI, B. (1981). **Man, climate and architecture**. London: Applied Science.

GIVONI, B. (1994). **Passive and Low Energy Cooling of Buildings**. London: John Wiley & Sons Inc..JONES, J.; WEST, A. W. (2001). Natural ventilation and collaborative design. ASHRAE Journal. November, 2001.

PERÉN, J. I. M. **Ventilação e iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima, Lelé**. 2006. 262 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

RIBEIRO, G. P. (2004). **Conforto Ambiental e Sustentabilidade na Obra de João da Gama Filgueiras Lima (Lelé): Os Hospitais da Rede Sarah**. Dissertação (Mestrado) – Mackenzie, São Paulo, 2004.

LUKIANCHUKI, M. A.; MATSUMOTO, E.; CARAM, R.; CAMARGO, R. M.de.; MATOS, J. F.; LABAKI, L. C. (2010). **Study of natural ventilation Provided by sheds in Hospital Buildings through wind tunnel measurements**. In: Windor conference 2010.

LUKIANCHUKI, M. A. (2010). **A evolução das estratégias de conforto térmico e ventilação natural na obra de João Filgueiras Lima, Lelé: hospitais Sarah de Salvador e do Rio de Janeiro**. Dissertação (mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

LUKIANCHUKI, M.A.; PRADO, M.F.de A.; CARAM, R. M. (2010), **Análise do Conforto Térmico para o período de inverno no Hospital Escola de São Carlos**. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Canela, RS.

**ARQUITROP**. Software desenvolvido pelo Prof. Dr. Maurício Roriz.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à FAPESP e à CAPES pelo financiamento da presente pesquisa, e à todos os funcionários do Hospital escola de São Carlos.