



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VII ELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

ESTRATÉGIAS DE INSOLAÇÃO E ILUMINAÇÃO NATURAL NA OBRA DE JOÃO FILGUEIRAS LIMA, LELÉ: HOSPITAIS SARAH DE SALVADOR E RIO DE JANEIRO

Marieli Azoia Lukiantchuki (1); Rosana Maria Caram (2)

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

(2) 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

O uso da luz natural é desejável tanto para suprir as necessidades humanas de contato visual com o exterior, quanto para a economia de energia, reduzindo o uso da iluminação artificial. No entanto, se esse recurso não for utilizado de maneira coerente, o desconforto pode ser maior que os benefícios. Diante disso, o uso de estratégias de conforto para barrar a insolação direta é essencial. O arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé, é muito conhecido por utilizar em suas obras estratégias de conforto ambiental, como a iluminação natural. Dentre as suas obras, destacam-se os hospitais da Rede Sarah, considerados verdadeiros exemplos de arquitetura sustentável, sendo a luz natural e a integração do interior com o exterior amplamente explorados. Diante disso, o objetivo desse trabalho é avaliar as estratégias de insolação e iluminação natural propostas pelo arquiteto, nos hospitais de Salvador e do Rio de Janeiro. A análise foi feita através de levantamento de dados e análise projetual, tendo como base a literatura especializada e estudos com carta solar e máscaras de sombra. Os resultados mostram a preocupação do arquiteto com o uso da luz natural e a importância desse recurso para o bem-estar dos pacientes. No entanto, algumas estratégias utilizadas para barrar a radiação solar direta não possuem eficiência total.

Palavras-chave: iluminação natural, insolação, Hospitais Sarah, João Filgueiras Lima, Lelé.

ABSTRACT

The use of natural light is important to attend human needs for visual contact with the outside spaces and for saving energy, reducing the use of artificial lighting. However, if this resource is not used correctly, the discomfort can be greater than the benefits. Thus, the use of comfort strategies to reduce the direct sunlight is essential. The architect João Filgueiras Lima, Lelé, is well known for use in his work strategies of environmental comfort, such as natural lighting. Among his projects, the Sarah Network Rehabilitation hospitals are highlight because these buildings are considered true examples of sustainable architecture. The natural light and the integration of interior and exterior spaces used in their projects. Therefore this paper aims to evaluated the insolation and daylight strategies proposed by the architect, in Salvador and Rio de Janeiro hospitals. The analysis was done through data collection and design analysis, based specialized literature and shadow grafics. The results show the architect's concern with the use of natural light and the importance of this resource to the well-being of patients. However, some strategies used to reduce the direct solar radiation don't have total efficiency.

Keywords: daylight, insolation, Sarah Network Rehabilitation hospitals, João Filgueiras Lima, Lelé.

1. INTRODUÇÃO

Cerca de 45% do total da energia produzida no planeta é utilizada para o aquecimento, resfriamento, iluminação e ventilação das edificações. Como a maior parte desse consumo está relacionada ao setor da construção civil, a produção arquitetônica tem a obrigação de ser menos impactante. A integração dos aspectos bioclimáticos através de estratégias passivas de conforto possui um alto potencial de conservação de energia, demonstrando que o ideal são soluções que minimizem ou até eliminem o esgotamento dos recursos naturais (EDWARDS e HYETT, 2005). Segundo Lamberts et al. (1994) do total de produção nacional de energia elétrica, 19% são usados em edifícios comerciais e públicos e os grandes usos finais da energia nesse setor são com a iluminação e o ar condicionado. De acordo com Correia (2007) os setores comercial e público utilizam cerca de 20% da energia elétrica em iluminação.

A luz é o instrumento do qual se estabelece a visão, que provavelmente é o mais importante meio de comunicação do homem com o seu entorno. Para o conforto ambiental é desejável a penetração dessa radiação nos ambientes tanto para o aproveitamento da luz natural quanto para suprir as necessidades humanas de contato visual com o exterior, além de diminuir o uso da iluminação artificial, economizando energia elétrica (SICHERI, et al. 2008).

Considerando que uma das principais características do território brasileiro é a abundância de luz natural, é indispensável que os arquitetos dominem essa informação ao projetar, proporcionando condições para um grande aproveitamento desta variável no interior das edificações (ALUCCI, 2006). No entanto, em um país com enorme disponibilidade de luz natural como o nosso, nota-se que este recurso muitas vezes é subutilizado ou utilizado de maneira equivocada, gerando problemas para os edifícios e seus usuários.

Se por um lado o nosso país disponibiliza grande quantidade de luz natural, por outro se tem excessivo calor, típico de um país com grandes extensões de clima tropical. Se esse recurso não for utilizado de maneira coerente, o desconforto pode ser maior que os benefícios, e isso pode ser enfatizando em regiões de climas quentes e úmidos¹, onde a incidência da radiação solar é muito forte durante todo o ano. A radiação é a principal causa de desconforto térmico nos edifícios, principalmente aquela incidente sobre as superfícies transparentes e sobre a cobertura. Grande parte desses ganhos térmicos pode ser reduzida trabalhando-se a envoltória do edifício.

O arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé, é muito conhecido por utilizar em suas obras estratégias de conforto ambiental como a iluminação natural. Além disso, o contato visual e a integração do interior com o exterior são prioridades nos seus edifícios, principalmente nos hospitais da Rede Sarah. Como Lelé trabalha com grandes superfícies envidraçadas, buscando uma maior integração com o exterior, é necessário o uso de soluções que barrem a incidência direta da radiação solar nos ambientes internos e também nos usuários.

A rede Sarah é composta por dez hospitais, sendo priorizada a solução tipológica horizontal, em virtude das questões de iluminação e ventilação natural, totalmente adequada ao clima do nosso país. Essas soluções propiciam ambientes mais agradáveis, mais salubres, menos herméticos e, conseqüentemente, reduz o gasto excessivo de energia elétrica. Na pesquisa de mestrado realizada por Lukiantchuki (2010) foi estudada a evolução das estratégias de conforto térmico e ventilação natural na obra de João Filgueiras Lima, Lelé, tendo como estudo de caso o Sarah de Salvador (1994) e o Sarah do Rio de Janeiro (2009). No presente artigo, são abordadas as estratégias de insolação e iluminação natural utilizadas por Lelé nesses dois edifícios, através de uma análise comparativa.

2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo avaliar as estratégias de insolação e iluminação natural propostas pelo arquiteto Lelé nos hospitais Sarah de Salvador e do Rio de Janeiro, enfatizando a eficiência das diferentes soluções projetuais.

3. MÉTODO

Este trabalho avalia as estratégias de insolação e iluminação natural nos hospitais Sarah de Salvador e do Rio de Janeiro, através de uma análise dividida em duas etapas: a) levantamento de dados, constituído de

¹Segundo Lamberts et al. (1997), o Brasil, devido ao seu imenso território e pelo fato de se localizar entre dois trópicos, possui um clima bastante variado. Cândido et al. (2010) destaca que grande parte do território brasileiro é classificada como tendo um clima quente e úmido.

entrevistas, pesquisas de campo e levantamentos fotográficos; e b) análise projetual, baseado em análises com carta solar e máscaras de sombra, tendo como complemento a literatura especializada. Este procedimento será detalhado a seguir.

3.1. Levantamento de dados

Foram realizadas entrevistas com Lelé e diversos profissionais da sua equipe, buscando informações sobre a concepção dos projetos e principalmente sobre o desempenho das soluções passivas de conforto. As entrevistas foram semi-estruturadas abertas e em determinados momentos foram necessárias algumas complementações nas informações. Todas as entrevistas foram gravadas e transcritas para gerar um banco de informações.

Com relação à pesquisa de campo, foi realizado um levantamento dos materiais sobre as obras de Lelé através de consultas ao seu acervo pessoal no Centro de Tecnologia da Rede Sarah - CTRS e visitas aos hospitais de Salvador e do Rio de Janeiro, buscando um maior entendimento sobre os aspectos projetuais, construtivos e climáticos dos edifícios estudados. Durante a pesquisa de campo, foi realizado um levantamento fotográfico nos hospitais estudados. As imagens são importantes fontes para a fundamentação da pesquisa, ilustrando as descrições e análises realizadas neste trabalho.

3.2. Análise projetual

Essa análise é baseada na leitura dos projetos escolhidos e é realizada através dos materiais adquiridos no levantamento de dados, tendo como complemento a literatura especializada. Primeiramente, foi realizada uma análise geral das características climáticas das cidades de Salvador e do Rio de Janeiro e as possíveis recomendações para esses climas. Em seguida, foi descrita a implantação do hospital, analisando aspectos como: forma, orientação e exposição do edifício ao sol, considerando o contexto em que o edifício está inserido. Por último, foram analisados os edifícios enfocando as diretrizes projetuais e o partido arquitetônico. Foram avaliadas as estratégias de iluminação natural e os protetores solares incorporadas nos edifícios em questão, observando fatores como: orientação, tipo das aberturas - em especial os sheds que são os elementos principais utilizados pelo arquiteto em seus projetos -, e os tipos dos dispositivos utilizados para barrar o sol (brises, beirais, varandas, e obstruções externas). Utilizaram-se como ferramentas as cartas solares referentes às latitudes dos locais e as máscaras de sombra, com o objetivo de avaliar a incidência solar nas fachadas, a penetração do sol através das aberturas e das superfícies transparentes e a eficiência dos protetores solares.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Implantação e orientação do edifício no terreno

Tanto a cidade de Salvador como a do Rio de Janeiro são caracterizadas como regiões de clima quente e úmido, tendo como principais estratégias de conforto a proteção da radiação solar direta e o uso da ventilação natural. Segundo Bittencourt e Cândido (2006, p.6), nesses climas “o resfriamento é a principal meta do projeto arquitetônico, e a necessidade de aquecimento é muito rara. O conforto térmico nas construções depende em alto grau do movimento de ar e da prevenção de ganhos de calor”.

Corbella e Yannas (2003) destacam que para as latitudes entre 12° e 30°, como Salvador e Rio de Janeiro, as superfícies que mais recebem sol é o teto, depois as fachadas leste e oeste e por fim as fachadas nortes e sul, sendo melhor ilustrado através da tabela 1.

Tabela 1 - Superfícies e cargas solares no verão

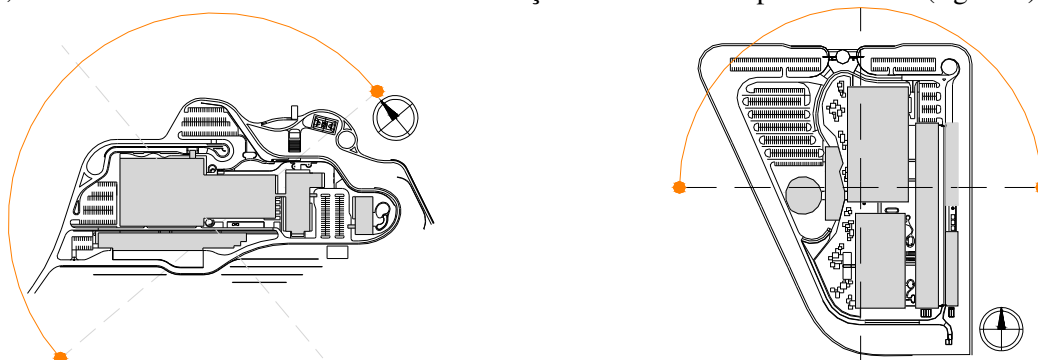
Superfície	Período de incidência da radiação solar
Teto	Todo o dia
Norte	Perto do meio dia
Sul	Primeiras horas da manhã e últimas da tarde
Leste	Toda a manhã
Oeste	Toda a tarde

Fonte: CORBELLA e YANNAS (2003), adaptado por LUKIANTCHUKI (2010)

Como as fachadas da edificação recebem cargas térmicas diferentes, estas devem ter tratamentos diferenciados com relação à incidência solar. Para que o edifício receba menor carga térmica pela radiação,

recomenda-se a sua implantação com as fachadas maiores orientadas para norte e sul, e as menores para leste e oeste. No entanto, ambos os hospitais não seguiram essa regra.

No caso de Salvador, o hospital foi implantado com as fachadas maiores orientadas para 40° nordeste – 220° sudoeste e as menores na direção 130° sudeste - 310° noroeste, de modo que a trajetória solar acontece na diagonal dos edifícios (figura 1). Já no Sarah - Rio, as fachadas maiores seguem o eixo norte-sul, ocasionando uma maior incidência da radiação solar no envelope do edifício (figura 2).



Figuras 1 e 2 - Implantação do Sarah de Salvador e do Rio de Janeiro, respectivamente (Acervo CTRS, 2008, adaptado por LUKIANTCHUKI, 2010).

A implantação do Sarah - Salvador, durante o verão, permite um período de insolação similar nas diferentes fachadas (tabela 2). No entanto, a maior preocupação com o ganho térmico deve-se recair sobre as fachadas sudoeste e noroeste, pois apesar da intensidade do sol ser a mesma nos períodos da manhã e da tarde, o segundo é mais agravante. Já no do Rio, a preocupação durante o verão deve ser sobre as fachadas sul, leste e oeste. A fachada norte, não recebe sol no verão e tem incidência solar durante todo o dia no inverno e nos equinócios, destacando-se como a melhor orientação (tabela 3).

Tabela 2 - Período de insolação nas fachadas do hospital de Salvador

Fachada	Solstício de verão	Equinócios	Solstício de inverno
Nordeste (40°)	6:00h até as 11:00h	6:00h até as 13:00h	06:30h até as 15:00h
Sudeste (130°)	6:00h até as 12:30h	6:00h até as 11:20h	06:30h até as 10:00h
Sudoeste (220°)	11:00h até as 18:00h	13:00h até as 18:00h	15:30h até as 17:30h
Noroeste (310°)	12:30h até as 18:00h	11:20h até as 18:00h	10:00h até as 17:30h

Tabela 3 - Período de insolação nas fachadas do hospital do Rio de Janeiro

Fachada	Solstício de verão	Equinócios	Solstício de inverno
Norte (0°)	----	6:00h até as 18:00h	06:30h até as 17:30h
Leste (90°)	5:30h até as 12:00h	6:00h até as 12:00h	06:30h até as 12:00h
Sul (180°)	05:30h até as 18:30h	----	----
Oeste (270°)	12:00h até as 18:30h	12:00h até as 18:00h	12:00h até as 17:30h

Essas implantações expõem os edifícios à uma maior carga térmica e como a insolação nas duas cidades é muito forte e a maior parte das fachadas possuem fechamentos transparentes², o uso de estratégias para minimizar a incidência da radiação solar direta nos ambientes internos é essencial.

4.2. Iluminação natural

O uso da luz natural é justificado por Lelé não apenas por questões econômicas, mas principalmente pelos benefícios que esse recurso proporciona aos usuários, transformando os edifícios em locais agradáveis e humanos. Além disso, esse recurso ajuda no combate a infecção hospitalar e permite a percepção espaço-temporal do lugar, que é fundamental ao funcionamento do relógio biológico dos pacientes.

Veja, quando eu comecei a projetar *sheds* não havia o problema econômico. Então o que me moveu a fazer os *sheds* foi à questão da humanização dos ambientes através da luz

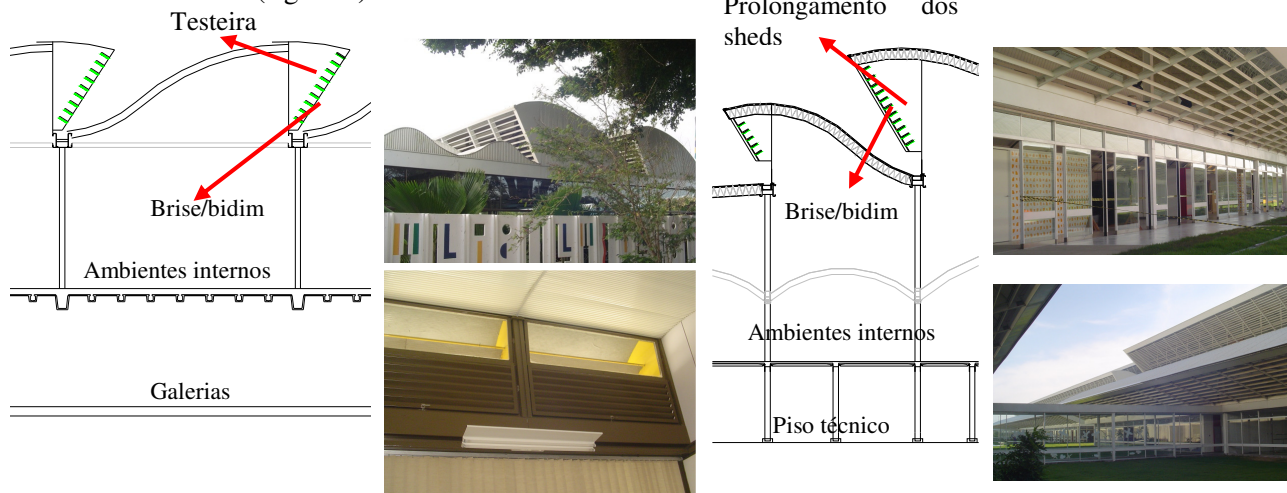
² Os hospitais Sarah têm como especialidade o tratamento de doenças do aparelho locomotor. Diante disso, Lelé sempre prioriza o contato visual e a integração do interior com o exterior através de superfícies transparentes, buscando melhorar o bem-estar e o convívio dos pacientes.

natural e da ventilação natural. Eu sempre achei que isso era mais sadio para o ser humano do que a iluminação artificial ou o ar condicionado. Então a minha posição inicial não foi movida pela economia ou pela sustentabilidade que hoje devido ao alto custo da energia e toda essa proteção que você deve ter com os recursos naturais, mas pela humanização. O hospital de Taguatinga foi em 1967 e ele é todo com ventilação e iluminação natural (informação verbal)³.

A melhor qualidade da iluminação natural é a luz difusa, por proporcionar homogeneidade ao ambiente. Enquanto a luz direta traz grande carga térmica para os espaços internos e causa desconforto visual através do ofuscamento e do brilho intenso, a difusa diminui a entrada da carga térmica e possibilita uma melhor realização das tarefas. Isso pode ser alcançado trabalhando-se o teto, pois segundo Robbins (1996) “a iluminação zenital através de *sheds* proporciona uma iluminação mais intensa e uniforme”. No entanto, Corbella e Yannas (2003) destacam que a maior contribuição à carga térmica de refrigeração provém da radiação solar que atinge o teto, e que, sobretudo no verão as trajetórias solares são muito altas. Com isso, as aberturas zenitais devem possuir anteparos que barrem a entrada da radiação solar direta.

Coberturas em *sheds* com vasta iluminação zenital são a marca registrada de Lelé, estando presente em todos os hospitais da Rede. Em hospitais horizontais, cuja configuração permite que muitos ambientes não tenham acesso para o exterior e alguns, que embora tenham contato externo são bastante profundos, como as enfermarias e os salões de reabilitação, a iluminação zenital se apresenta como a solução de iluminação mais eficiente. O uso exclusivo de iluminação lateral nos ambientes com grandes profundidades se torna deficiente, deixando os espaços mais afastados das aberturas com baixos níveis de iluminação.

A principal diferença entre o edifício de Salvador e do Rio são os *sheds*. As aberturas desses elementos de ambos os hospitais estão recuadas e protegidas da radiação solar direta através de anteparos externos denominados testeiras. No caso de Salvador acoplou-se ao *shed* uma testeira com brises fixos para diminuir o ângulo de incidência do sol dentro do hospital. As faces internas dos brises foram revestidas com bidim OP-30 (figura 3), que possuem funções térmicas (isolante) e acústicas (absorvente). No entanto, a junção da testeira com o telhado ocasionou alguns problemas devido à dilatação que essa peça sofria, ocasionando infiltrações em dias de chuva. Diante disso, no Rio, a testeira foi substituída pelo prolongamento do telhado, que se projeta para frente. Além disso, como em Salvador, existem brises fixos revestidos com bidim (figura 4).

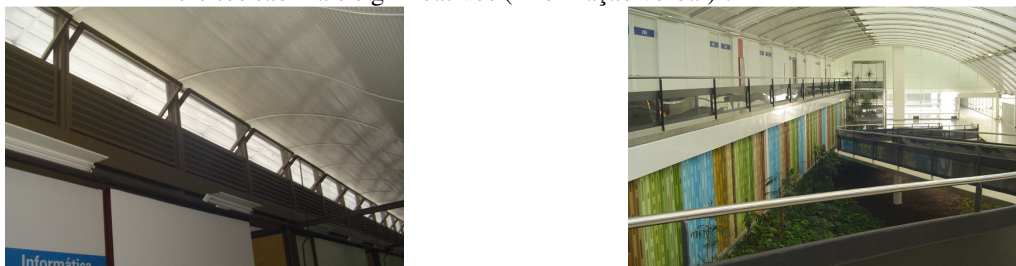


Figuras 3 e 4 - Coberturas do hospital Sarah de Salvador e do Rio de Janeiro, respectivamente (Acervo CTRS, 2008 e LUKIANTCHUKI, 2010, respectivamente).

No Sarah - Rio, os *sheds*, independentes do conjunto, filtram a radiação solar direta. A luz penetra pela cobertura e antes de atingir os ambientes internos passa por um grande ático, cuja geometria irregular dos *sheds* e a face branca possibilitam múltiplas reflexões e, conseqüentemente, uma maior difusão da luz solar. Em seguida, a luz penetra nos ambientes através dos forros móveis revestidos com policarbonato translúcido. Essa composição barra de maneira mais eficaz a incidência da radiação solar direta e os ganhos térmicos excessivos, além de permitir uma distribuição mais uniforme da luz natural do que no edifício de Salvador, que possui pé-direito menor e os *sheds* são limitados por ambientes (figuras 5 e 6).

³ Entrevista realizada por Marieli Azoia Lukiantchuki com o arquiteto Lelé, no dia 18 de Novembro de 2008, Salvador – BA.

Agora a iluminação do hospital do Rio de Janeiro é muito melhor. É uma iluminação difusa que é muito agradável. Você não tem contraste de sombra. Você tem a iluminação natural, mas difusa porque ela é toda filtrada. Então você cria uma situação mais agradável. No caso do hospital daqui (Salvador), como os sheds são baixos ele concentra a iluminação em áreas, você não tem aquela difusão. Com um pé-direito maior você tem difusão. O de Salvador foi um dos primeiros a ser feito, então a gente tinha muitas dificuldades. O hospital do Rio de Janeiro, pelo fato de ser o último, foi somando experiências e então os efeitos são mais significativos (informação verbal)⁴.



Figuras 5 e 6 - Iluminação natural no Sarah de Salvador e do Rio de Janeiro, respectivamente (LUKANTCHUKI, 2010)

Outro elemento presente em ambos os hospitais são as varandas que atendem tanto as exigências climáticas quanto a humanização dos espaços. Essas áreas de transição ao mesmo tempo em que funcionam como barreiras para a radiação solar direta, configuram-se como espaços de convivência e lazer. Segundo Bittencourt e Cândido (2006) as varandas são soluções que sombreiam as fachadas do edifício, filtrando a radiação solar intensa e permitindo a incidência dos ventos. Além disso, oferecem um grande potencial de integração dos espaços internos com os externos. No entanto, apesar da necessidade do controle da radiação nos ambientes, em determinados momentos ela é essencial para tratamentos. Segundo Sichieri et al. (2008), a radiação ultravioleta compreendida entre 290nm e 380nm é responsável pela síntese da vitamina D e pelo efeito bactericida. Com a presença do vidro, esses efeitos perdem a ação, sendo necessário o contato das pessoas com o sol direto. Assim, Lelé usa solários para o banho de sol dos pacientes.

4.3. Sarah de Salvador: Estratégias de insolação

No solstício de verão, a fachada nordeste recebe sol durante o período da manhã. No entanto, o sol incide a partir de planos relativamente próximos ao da fachada e com intensidades reduzidas. Todos os blocos possuem essa fachada envidraçada, com exceção do CAPC. As estratégias adotadas para barrar a incidência da radiação solar direta no bloco principal foram varandas compostas por protetores mistos (vertical + horizontal), com bandeiras de vidro com insulfilm. De acordo com a máscara de sombra da figura 7 no verão as enfermarias são sombreadas das 7h45 até os horários do final da manhã, indicando um bom sombreamento. Já no inverno, o sombreamento ocorre após as 10h50. No centro de estudos, adotou-se varandas composta apenas por protetores horizontais, o que modificou o período de sombreamento (figura 8). No verão essa fachada apresenta maior insolação, sendo sombreada a partir das 8h45, enquanto no inverno é a partir das 9h40. Ao longo de ambas as fachadas foram dispostas árvores de médio e grande porte.



Figura 7 - Varandas das enfermarias – fachada nordeste (LUKANTCHUKI, 2010) e máscara de sombra

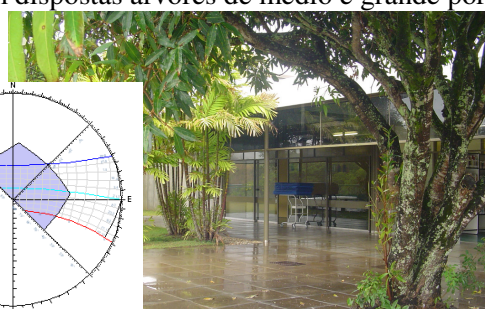
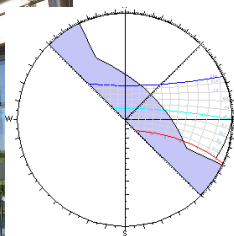
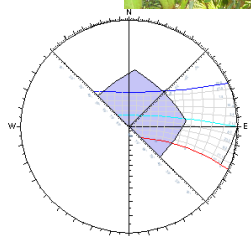


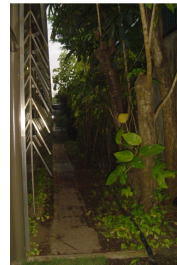
Figura 8 - Varandas do centro estudo –fachada nordeste (LUKANTCHUKI, 2010) e máscara de sombra



A recepção do ambulatório também foi orientada para nordeste, sendo um espaço aberto e integrado aos jardins externos. A vegetação é contornada pelo muro de argamassa armada do artista plástico Athos Bulcão (figura 9). Segundo Allucci et al. (1984) os muros, devem ter altura máxima de 2,00m e não devem ser maciços. No caso em questão, esse elemento construtivo possui 1,90m de altura e a arte do Athos criou

⁴ Entrevista realizada por Marieli Azoia Lukiantchuki com o arquiteto Lelé, no dia 16 de Março de 2010, Salvador – BA.

uma composição de elementos vazados, que ao mesmo tempo em que barra o sol nos primeiros horários da manhã, permite o contato visual e a passagem da luz. Como esse espaço é aberto, é possível que em períodos de chuvas algum desconforto seja causado aos usuários. Já no período de verão, que é a maior parte do ano, essa solução é eficiente. No bloco de serviços, a fachada é envidraçada e sem nenhuma proteção. Nesse caso, a incidência da radiação solar é minimizada pela implantação - o bloco principal se situa na cota 0,00m e o de serviços na cota - 3,00 m -, e pelas vegetações ao longo da fachada (figura 10). Como essa é a parede da circulação, priorizou-se a luz natural e o contato visual com os jardins externos.

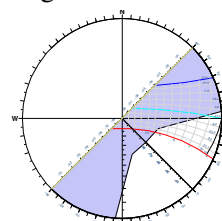


Figuras 9 e 10 - Recepção e vista lateral do bloco de serviços, respectivamente (LUKARIANTCHUKI, 2010)

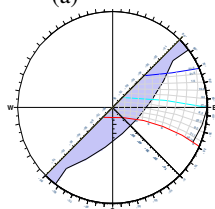
Já a fachada sudeste que no verão também recebe radiação durante o período da manhã, possui as mesmas estratégias da fachada nordeste. De acordo com a máscara de sombra (figura 11), no verão as varandas sombreiam os ambientes nos horários do final da manhã, cujo sol possui maiores alturas. Já no inverno, quase todo o período se encontra sombreado, com exceção de alguns trechos do CAPC. No entanto, no edifício principal e no centro de estudos as vegetações próximas das fachadas e o muro vazado, ajudam a sombrear os ambientes nos primeiros horários da manhã, que possuem ângulos de incidência mais baixos.



(a)



(b)



(c)

Figura 11 - Fachada sudeste (a) centro de estudos (b) máscara de sombra do centro de estudos (c) máscara de sombra do CAPC (LUKARIANTCHUKI, 2010)

As fachadas noroeste e sudoeste recebem sol durante o período da tarde e são consideradas mais agravantes, pois recebem a maior carga de radiação solar. De acordo com Frota (2004) para uma latitude de 12° S, próximo à Salvador, a fachada nordeste no solstício de verão recebe uma carga de 1.360 W/m², enquanto a sudoeste recebe uma carga de 3.188 W/m². As fachadas sudoeste são todas opacas, margeadas com vegetações de médio porte. No caso do bloco de serviços tem-se uma circulação externa que funciona como varanda e no centro de estudos existem varandas e vegetações de médio porte, contornadas pelo muro do Athos (figura 12). No bloco principal, a fachada sudoeste envidraçada possui aberturas que são protegidas por brises horizontais fixos, cuja cor branca ajuda na reflexão da radiação solar (figuras 13). Além disso, toda a fachada é margeada por jardins que sombreiam o edifício.



Figura 12 - Fachada sudoeste do centro de estudos (LUKARIANTCHUKI, 2010)



Figura 13 - Vista lateral - quebra-sóis e vegetação (LUKARIANTCHUKI, 2010).

Por fim, na orientação noroeste, os edifícios possuem as fachadas envidraçadas, com exceção do edifício principal. As estratégias utilizadas foram as mesmas (figuras 14 e 15) e de acordo com as máscaras de sombra as varandas sombreiam os ambientes internos durante todo o verão, com exceção de alguns trechos do CAPC e do bloco de serviços, onde as varandas apresentam comprimentos maiores, sem variar os tamanhos dos protetores. No inverno, os horários do final da tarde não são protegidos. Além disso, vegetações ao longo das fachadas e o muro ajudam a proteger do sol do meio da tarde em diante (figura 16).



Figura 14 - Fachada noroeste do CAPC (LUKIANCHUKI, 2010).

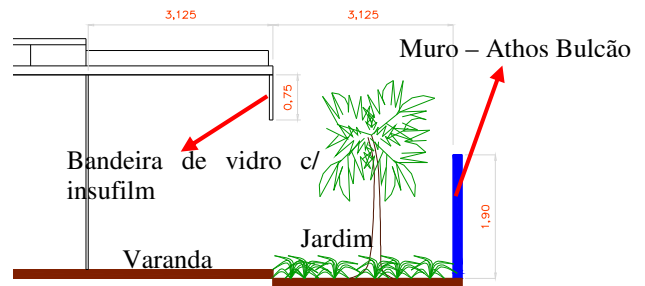


Figura 15 - Esquema da fachada noroeste do bloco de serviços (Acervo CTRS, adaptado por LUKIANCHUKI, 2010).

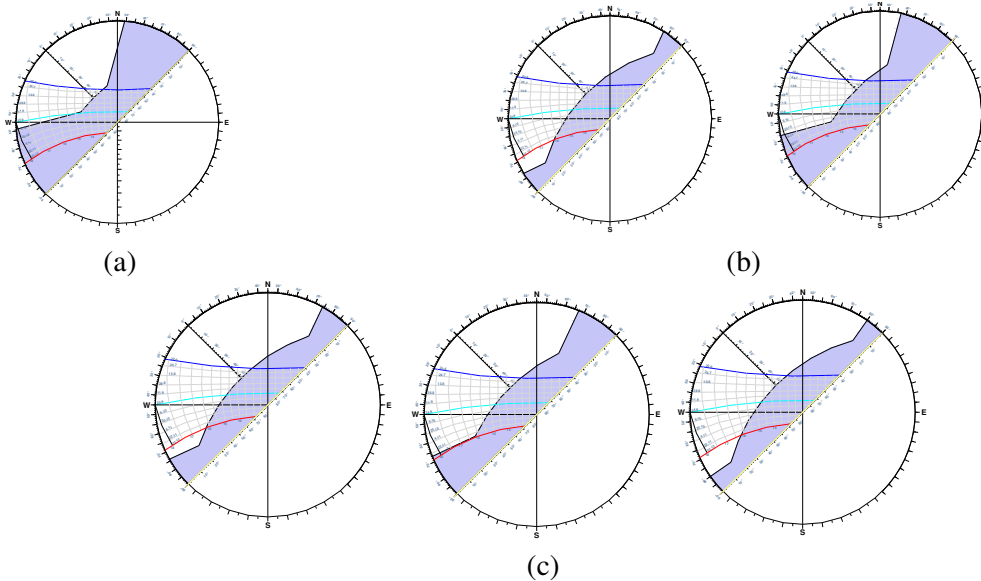


Figura 16 - Máscaras de sombra para a fachada noroeste (a) centro de estudos, (b) bloco de serviços, (c) CAPC

4.4. Sarah do Rio de Janeiro: Estratégias de insolação

A fachada norte para a latitude do Rio de Janeiro não recebe sol durante o solstício de verão. Já a fachada sul, no verão, recebe sol durante todo o dia, requerendo maior proteção solar do que a fachada norte. Todos os edifícios possuem essa fachada envidraçada, e é importante ressaltar que essas fachadas sem nenhuma proteção solar apresentam um problema para os ganhos térmicos. Nesse caso, o prolongamento da cobertura funciona como protetor solar horizontal (figura 17). Os protetores horizontais são mais eficientes nas horas do dia em que o sol está mais alto, e menos eficiente nas horas próximas ao nascer e ao por do sol, quando o sol está mais baixo (figura 18).



Figura 17 - Fachada sul - bloco de serviços (LUKIANCHUKI, 2010)

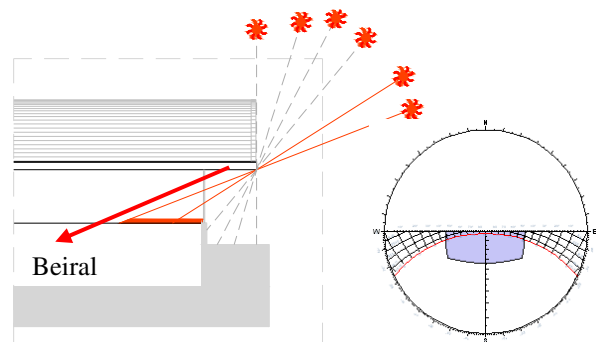


Figura 18 - Insolação para a fachada sul - bloco de serviços e máscara de sombra

A fachada leste recebe sol durante o período da manhã e nos locais de maior permanência dos pacientes, buscou-se um amplo contato com as áreas externas através de superfícies envidraçadas (figura 19). No entanto, espaços abertos são mais suscetíveis a um maior ganho de calor, exigindo um maior cuidado. A única proteção utilizada é o *shed*, funcionando como protetor horizontal, permitindo o sombreamento nos períodos do meio e do final da manhã, protegendo principalmente os horários próximos ao meio-dia. Já nos primeiros horários, com ângulos de incidência baixos, o sol incide diretamente nos ambientes (figura 20).



Figura 19 - Fachada leste - internação (LUKANTCHUKI, 2010)

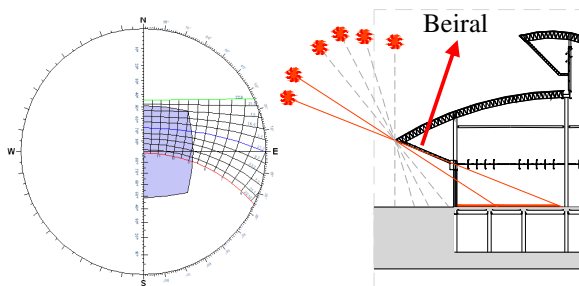


Figura 20 - Estudo da insolação na fachada leste para o solstício de verão e máscara de sombra

As fachadas orientadas para oeste têm incidência solar durante todo o período da tarde e são consideradas as mais agravantes para o ganho térmico, devido aos impactos da temperatura que aumentam por efeito da radiação da tarde. Essas fachadas de todos os edifícios são envidraçadas com protetores solares externos, como brise-soleils verticais. Os protetores solares externos apresentam-se como os mais eficientes, pois barram o calor antes que ele penetre no ambiente, reduzindo as cargas térmicas. No primeiro caso, os brises são móveis, enquanto no edifício destinado aos serviços gerais, existem brises verticais móveis e fixos. Os brises fixos foram posicionados a 45°. Intercalado com esses elementos, existem brises verticais móveis com dimensões maiores, de aproximadamente 63 cm, que permite a boa visibilidade dos espaços externos e a entrada da luz natural. O acabamento dos brises é feito na cor branca, que segundo a NBR 15220 (2003) apresenta um valor de absorvância em torno de $\alpha = 0,20$, ou seja, reflete aproximadamente 80% do calor recebido e esses elementos foram afastados da superfície transparente em aproximadamente 30 cm (figura 21). Essa solução permite uma menor transmissão de calor para os ambientes internos por condução, ao mesmo tempo em que possibilita a circulação do ar nesse espaço, facilitando a retirada do calor acumulado, o resfriamento dos materiais construtivos, e as trocas de calor entre os protetores e o ar por convecção. Protetores solares em cores claras e afastados das vedações melhoram o desempenho térmico dos mesmos. Os protetores móveis têm a vantagem de serem ajustados de acordo com a variação dos raios solares. No entanto, essa solução exige uma maior manutenção. No caso dos hospitais Sarah, a existência do CTRS⁵, proporciona custos reduzidos e a realização desses serviços periodicamente.

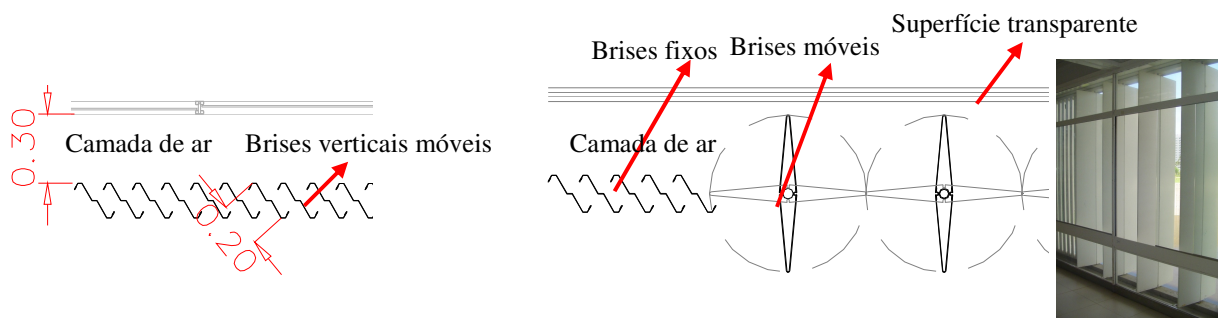


Figura 21 - Brises no Sarah - Rio (Acervo CTRS, 2008, adaptado por LUKANTCHUKI, 2010)

No edifício destinado a internação e a reabilitação, os apartamentos individuais estão orientados para o oeste. As fachadas envidraçadas possuem varandas com proteções verticais e horizontais, proporcionando um agradável contato visual com o espelho d'água frontal. Além disso, o *shed* da cobertura se projeta para frente, funcionando como um amplo beiral. Conforme os estudos de insolação na figura 22, vemos que nos primeiros horários da tarde a varanda protege os apartamentos da radiação solar direta, o que não ocorre no final da tarde, onde os raios solares possuem alturas mais baixas, incidindo diretamente nos apartamentos.

⁵ O CTRS é responsável pela manutenção dos edifícios da rede e esse serviço é feito pela própria equipe do Sarah

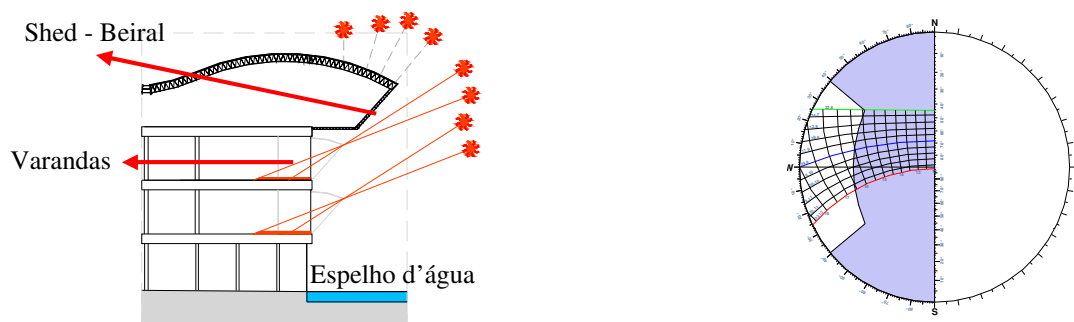


Figura 22 - Estudo da insolação na fachada oeste – apartamento individuais e máscara de sombra, respectivamente

5. CONCLUSÕES

Lelé sempre se destacou por aproveitar a luz natural e proporcionar ambientes mais agradáveis e humanos. Isso é muito importante em hospitais pela importância desse recurso no tratamento dos pacientes. A marca registrada do seu trabalho são os sheds, que propiciam uma iluminação zenital mais difusa e agradável. As principais diferenças entre os edifícios de Salvador e do Rio de Janeiro é a estrutura da cobertura e dos sheds, influenciando fortemente nos sistemas de iluminação natural e na proteção térmica do edifício. Os sheds ganham maior flexibilidade no Sarah do Rio, se soltando completamente da estrutura do edifício, surgindo os forros móveis revestidos de policarbonato translúcido e criando um grande ático. Esse espaço de ar, devido à geometria irregular dos sheds e a face branca possibilitam múltiplas reflexões e, conseqüentemente, uma maior difusão da luz solar, o que não ocorre no Sarah de Salvador.

Com relação aos elementos de controle da incidência da radiação solar direta nos ambientes internos, os dois edifícios também apresentam diferenças. No caso de Salvador, foi acoplada ao shed uma peça metálica denominada de testeira para diminuir o ângulo de incidência da radiação solar. Já no Sarah Rio, devido a problemas de funcionamento, a testeira foi substituída pelo prolongamento do telhado, que se projeta para frente e protege as aberturas do sol direto. É importante ressaltar que o arquiteto busca sempre aprimorar as soluções de conforto nos edifícios posteriores, como aconteceu no Sarah – Rio.

Apesar de ambos os edifícios terem implantações que possibilitam maior ganho de carga térmica, estratégias visando à proteção da radiação solar direta foram incorporadas aos prédios. A partir da análise das máscaras de sombra, constatamos que algumas soluções utilizadas permitem a incidência da radiação solar direta nos ambientes internos, podendo ocasionar desconforto aos usuários. No entanto, a presença de vegetações ao longo das fachadas complementam as estratégias, buscando a proteção do edifício, um melhor contato visual e ambientes mais agradáveis e humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALUCCI, M. P.; CARNEIRO, C. M.; BARING, J. G. A. (1986). **Implantação de conjuntos habitacionais**: recomendações para adequação climática e acústica. São Paulo: IPT.
- ALUCCI, M. P. (2006) **Manual para dimensionamento de aberturas e otimização da iluminação natural na arquitetura**. São Paulo: FAUUSP.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2003). **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, Brasil, set 2003.
- BITTENCOURT, L. S.; CÂNDIDO, C. (2006). **Introdução a ventilação natural**. Maceió: EDUFAL.
- CÂNDIDO, C.; DEAR, R. J. de; LAMBERTS, R.; BITTENCOURT, L. (2010). Air movement acceptability limits and thermal comfort in Brazil's hot humid climate zone. **Building and environment**, v. 45, p. 222-229. 2010.
- CORBELLA, O.; YANNAS, S. (2003). **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan.
- CORREIA, Paulo. **Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil: Pesquisa na Classe Comercial – AT**. Ecoluz, 2007 Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/pci/main.asp>>. Acesso em: abr. 2007.
- EDWARDS, B.; HYETT, P. **Guía básica de la sostenibilidad**. Barcelona, G. Gilli, 3°. Ed, 2005.
- FROTA, A. B. (2004). **Geometria da insolação**. São Paulo: Geros.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; RUTTKAY, P. (1997) **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 198 p.
- 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.
- SICHIERI, E. P.; CARAM, R. M.; SANTOS dos, J. P. **Materiais de construção IV: vidros na arquitetura e na construção civil**. Grupo de pesquisa ArqTeMa – Arquitetura, Tecnologia e Materiais. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ROBBINS, C. L. (1986). **Daylighting: design and analysis**. New York: Van Nostrand Reinhold.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo financiamento dessa pesquisa, e ao arquiteto Lelé e toda a sua equipe que colaboraram com este trabalho.