XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

A EVOLUÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE ILUMINAÇÃO NATURAL NOS HOSPITAIS SARAH DE SALVADOR E DO RIO DE JANEIRO

LUKIENTCHUKI, Marieli Azoia (1); CARAM, Rosana Maria (2);

(1) Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, Universidade de São Paulo, mlukiantchuki@yahoo.com.br (2) Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, Universidade de São Paulo, rcaram@sc.usp.br

RESUMO

A iluminação natural é um importante recurso para promover qualidade ambiental e o bem-estar dos usuários além de possibilitar uma redução no consumo de energia elétrica. O uso dessa estratégia se torna ainda mais importante em ambientes hospitalares, devido a grande preocupação com a humanização desses espaços. Dentro disso, destacam-se os hospitais da Rede Sarah, projetados pelo arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé. Esses edifícios são considerados verdadeiros exemplos de arquitetura bioclimática, devido às soluções passivas de conforto utilizadas, como a luz natural. A rede é composta por dez hospitais cujos projetos foram evoluindo ao longo dos anos, buscando um melhor desempenho térmico. O objetivo desse trabalho é avaliar a evolução cronológica das estratégias de iluminação natural nesses hospitais. Como estudo de caso, selecionaram-se os edifícios localizados em Salvador e no Rio de Janeiro. A análise se divide em duas etapas: qualitativa, através da identificação e caracterização dessas estratégias projetuais, e a quantitativa através de medições *in loco* da iluminância natural. Os resultados apontam a evolução das estratégias de iluminação natural no Sarah – Rio, principalmente com relação à estrutura e a geometria da cobertura em sheds. Isso é reforçado pelos valores de iluminâncias que apresentaram valores superiores e uma distribuição mais uniforme.

Palavras-chave: Iluminação natural. Conforto térmico. Hospitais Sarah. João Filgueiras Lima, Lelé.

ABSTRACT

Daylighting is an important resource to promote environmental quality and user's welfare, besides to reduce the electrical energy consumption. The use of this strategy is more important in hospitals environments due to the concern about humanization of these spaces. In addition, the Sarah network of hospitals designed by the architect João Filgueiras Lima, Lelé can be highlighted. These buildings are considered examples of bioclimatic architecture due to environment passive solution, as natural lighting. The network is composed by ten hospitals whose designs evolved over the years to improve the thermal performance. The aim of this article is to evaluate the chronological evolution of daylighting strategies in these hospitals. As case study, the buildings located in Salvador and Rio de Janeiro were chosen. The analysis is divided into two stages: qualitative, through the identification and characterization of these design strategies and quantitative through in situ measurements of natural illuminance. The results show the evolution of natural lighting strategies in Sarah – Rio, mainly with respect to the structure and geometry of the sheds. This is verified by the illuminance values that showed higher values and more uniform distribution.

Keywords: Natural lighting. Thermal comfort. Sarah hospitals. João Filgueiras Lima, Lelé.

1 INTRODUÇÃO

A luz natural é o mais importante meio de comunicação do homem com seu entorno, sendo 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 disso, esse recurso reduz consideravelmente o uso da iluminação artificial, proporcionando uma grande economia da energia. Diversas pesquisas nacionais tem caracterizado o potencial de economia de energia através da iluminação natural em edificações (SOUZA, 2003; CARLOS, PEREIRA e LAMBERTS, 2004; DIDONÉ, 2009).

Uma das principais características do território brasileiro é a abundância de luz natural. No entanto, em um país com enorme disponibilidade de luz natural, nota-se que este recurso muitas vezes é subutilizado ou utilizado de maneira equivocada, gerando problemas para os edifícios e seus usuários (ALUCCI, 2006). 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. Segundo Cândido et al. (2010), grande parte do território brasileiro é classificada como tendo um clima quente e úmido, onde a incidência da radiação solar é forte durante todo o ano, e se não for utilizada de maneira coerente, o desconforto pode ser maior que os benefícios.

No Brasil, destaca-se o trabalho do arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé, nos hospitais da Rede Sarah, devido às soluções de iluminação natural utilizadas, não apenas por questões econômicas, mas principalmente pela humanização dos espaços.

Veja, quando eu comecei a projetar *sheds* não havia o problema econômico. O que me motivou foi a humanização dos ambientes pela luz e ventilação natural. Eu sempre achei que isso era mais sadio para o ser humano do que a iluminação artificial ou o ar condicionado [...] (informação verbal)¹.

A rede Sarah é composta por dez hospitais, sendo o primeiro localizado em Brasília e posteriormente, foram implantados em São Luis, Salvador, Belo Horizonte, Fortaleza, Rio de Janeiro, Brasília, Macapá, Belém e novamente no Rio. O objetivo desse trabalho é avaliar a evolução das estratégias de iluminação natural utilizadas nesses hospitais, tendo como estudos de caso um dos primeiros edifícios da rede: o Sarah Salvador e o último: o Sarah Rio.

2 METODOLOGIA

A metodologia foi dividida em três etapas: 1) levantamento de dados; 2) análise qualitativa e 3) análise quantitativa com medições in loco da iluminância natural.

2.1 Levantamento de dados

Foi realizada uma pesquisa de campo nos estudos de caso e no acervo do Centro de Tecnologia da Rede Sarah – CTRS em Salvador, composto por documentos explicativos, projetos e imagens. Posteriormente, foram realizadas entrevistas com Lelé e alguns profissionais da Rede Sarah: arquiteta Adriana Filgueiras Lima; engenheiro mecânico George Raulino e os arquitetos José Fernando Minho e Neuton Bacelar.

2.2 Análise projetual

Foi realizada a análise projetual, com base nos materiais adquiridos no levantamento de dados e na literatura especializada. Primeiramente, foi realizada uma análise das características climáticas de Salvador e Rio de Janeiro através de dados climáticos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMet), do período de 2002 a 2011. Posteriormente, foram analisadas as estratégias de iluminação natural utilizadas nos projetos desses edifícios.

¹ Entrevista realizada por Marieli Lukianthuki com o arquiteto Lelé, no dia 18/11/2008, Salvador – BA.

2.4 Forma e análise dos resultados

Foi realizada uma comparação cronológica entre os edifícios e os resultados das medições foram sistematizados em forma de gráficos e comparados com os valores mínimos recomendados pela NBR 5413 (1992), para hospitais: 100 a 200 lux para iluminação geral e 150 a 300 lux na área da cama, a depender de fatores como idade dos usuários, velocidade e precisão das tarefas realizadas e refletância do fundo.

3 RESULTADOS

3.1 Caracterização climática

Salvador se localiza no litoral da região Nordeste do Brasil, a uma latitude de 12° 54'S. Já o Rio de Janeiro está localizado na região sudeste, a 22° 50' de latitude sul (GOULART et al., 1998). Tanto o clima de Salvador quanto o do Rio de Janeiro são classificados como quente e úmido, com temperaturas elevadas, altas taxas de umidade relativa e radiação solar intensa. Em Salvador, as temperaturas máximas estão entre 26,1°C e 30,0°C, e as mínimas entre 21,3°C e 23,9°C. No Rio, as máximas e mínimas estão entre 30,3°C e 29,6°C, e 18,4°C e 23,5°C, respectivamente (INMET, 2012).

3.2 Localização e implantação

O terreno destinado à implantação do Sarah - Salvador possui um formato irregular, com um desnível de 24 m, sendo que o hospital foi implantado no nível mais elevado do terreno, aproveitando a brisa que vem do mar. Já o Sarah Rio, localiza-se próximo à lagoa Jacarepaguá em um terreno com uma topografia relativamente plana. Ambos os hospitais tem uma implantação horizontal circundada por jardins (Figura 2).

Figura 2 – Sarah de Salvador e Sarah do Rio de Janeiro, respectivamente

Fonte: Acervo da autora (2010)

As fachadas devem apresentar tratamentos diferenciados com relação à incidência solar, pois recebem impactos térmicos diferentes. Recomenda-se que as maiores sejam orientadas para norte e sul. O Sarah - Salvador foi implantado com as fachadas maiores orientadas para nordeste – sudoeste, permitindo um período de insolação similar nas diferentes fachadas e o aproveitamento dos ventos dominantes nordeste. Nas fachadas nordeste e sudeste foram dispostos os ambientes de maior convivência, a fim de aproveitar o sol da manhã. As estratégias utilizadas para barrar a radiação solar direta foram varandas com vegetação. Já nas fachadas noroeste e sudoeste, cuja preocupação com o ganho térmico deve ser maior, localizaram-se os ambientes com condicionamento artificial, utilizando fechamentos opacos para diminuir o ganho térmico pela insolação da tarde. Ao longo das fachadas, foram dispostos jardins contornados por um muro de argamassa armada do Athos Bulcão. Esse elemento é composto de cheios e vazios, que, ajudam a barrar o sol nos primeiros horários da

manhã, permitem o contato visual e a passagem da luz e dos ventos (Figura 3). Já no Sarah - Rio, as fachadas maiores seguem o eixo norte-sul, aproveitando os ventos sudeste e favorecendo a vista da lagoa de Jacarepaguá (Figura 4). Nesse caso, os ambientes de maior permanência foram dispostos para leste e oeste. Na fachada leste, o próprio *shed*, funciona como um protetor horizontal, com sombreamento a partir do meio da manhã. Já as fachadas orientadas para oeste recebem incidência solar durante o período da tarde, o que é um agravante para o ganho térmico, devido aos impactos da temperatura que aumentam por efeito da radiação da tarde. Nesse caso, utilizaram-se brise-soleils verticais fixos e móveis, varandas, espelho d'água e vegetação.

Figura 3 – Orientação solar no Sarah – Salvador

Figura 4 – Orientação solar no Sarah – Rio de Janeiro

3.3 O uso de sheds para iluminação natural

A melhor qualidade da luz natural é a difusa por proporcionar homogeneidade ao ambiente. Isso pode ser alcançado trabalhando-se o teto, pois, segundo Robbins (1996), a iluminação zenital proporciona uma iluminação mais uniforme. No entanto, Corbella e Yannas (2003) destacam que a maior contribuição à carga térmica provém da radiação solar que atinge o teto, e que, sobretudo no verão, as trajetórias solares são muito altas, o que exige proteção à entrada da radiação solar direta.

Coberturas em *sheds* estão presentes em todos os hospitais Sarah. No Sarah de Salvador, o pé-direito é de 3,00m na parte inferior dos *sheds* e 4,50m na superior, estando esses dispositivos limitados por ambientes, o que permite uma menor flexibilidade. Já no Rio, tem-se uma grande evolução. Diferentemente de Salvador, a cobertura é independente dos espaços internos, fazendo a analogia de um prédio sob imensas “árvores”, que, ao mesmo tempo em que protege o prédio da insolação direta, permite a circulação do ar. Esse sistema se comporta como uma barreira, impedindo que o ganho de calor pela cobertura chegue aos ambientes, além de funcionar como um difusor da luz solar. O pé-direito desse edifício é variável e superior a 8m (Figura 5).

[...]. É como se você estivesse embaixo de uma árvore. Entre a cobertura dos sheds e os basculantes, fica um colchão de ar que atenua todas as ações de calor, e quanto maior esse espaço, melhor (informação verbal)².

Figura 5 – Sheds no Sarah - Salvador e do Sarah – Rio, respectivamente

Fonte: Acervo CTRS (2010)

Entre os *sheds* e os ambientes, têm-se forros de policarbonato translúcido (Figura 6), que apresenta transparência ao infravermelho curto e ao visível, mas são opacos ao ultravioleta e ao infravermelho longo, produzindo o efeito estufa. No entanto, como eles estão protegidos da radiação solar direta pelos sheds, funcionam muito bem.

[...] a hora que você abre os basculantes estão todos protegidos e sombreados pelas “árvores”. Isso daqui no cálculo da carga térmica considerou como um teto que não é externo, que não pega sol (informação verbal)².

No Sarah Rio, a luz penetra pela cobertura e, antes de atingir os ambientes passa pelo ático, cuja geometria irregular dos sheds e a face branca possibilitam múltiplas reflexões e uma maior difusão da luz solar. A composição dessa cobertura barra, de maneira eficaz, a incidência da radiação solar direta e os ganhos térmicos excessivos, além de permitir uma distribuição mais uniforme da luz natural do que o Sarah Salvador, que possui pé-direito menor e os *sheds* são limitados por ambientes. As aberturas dos sheds dos dois hospitais são protegidas da radiação solar direta por brises.

Agora a iluminação do hospital do Rio é muito melhor. [...]. Você não tem contraste de sombra. Você tem a iluminação natural difusa porque ela é toda filtrada. Então você cria uma situação mais agradável. No caso do hospital de Salvador, como os *sheds* são baixos concentra a iluminação em áreas e não

² Entrevista realizada por Marieli Lukiantchuki com o engenheiro George Raulino, no dia 23/06/2009, Brasília – DF.

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, pelo fato de ser o último, foi somando experiências e então os efeitos são mais significativos (informação verbal)³.

Figura 6 – Forros basculantes móveis no Sarah – Rio

Fonte: Acervo da autora (2010)

3.4 Análise quantitativa

No Sarah Salvador, avaliaram-se duas enfermarias com orientações nordeste e sudoeste. No Sarah Rio, foram avaliadas uma enfermaria para leste e um apartamento para oeste. Os ambientes possuem as paredes e os tetos brancos e o bom estado de manutenção e conservação das pinturas contribui para a qualidade da iluminação interna. Os ambientes possuem sheds, com exceção dos apartamentos do Sarah Rio. As iluminâncias de ambos os hospitais mantiveram-se acima dos valores recomendados pela NBR 5413 (1992) para enfermarias, tanto no período da manhã quanto no da tarde. Ressalta-se a enfermaria do Sarah – Rio, onde alguns pontos registraram valores significativamente superiores ao recomendado (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Iluminância do Sarah Salvador e no Sarah Rio

Para o Sarah de Salvador, de acordo com o Gráfico 2 da distribuição da iluminância na enfermaria externa, notamos que, durante a manhã, os pontos próximos à fachada atingiram valores superiores (em torno de 1000 lux) aos níveis registrados durante a tarde (em torno de 800 lux). Isso ocorreu pela orientação dessa fachada (nordeste), em que o sol incide das 06h00 até as 12h45. Já os valores registrados na região mais afastada da fachada externa, são similares para o período da manhã e da tarde; sendo que os valores dos últimos pontos foram superiores no período vespertino. A iluminância média foi de 686 lux no período da manhã e 615 lux à tarde, constatando-se que não existe uma diferença significativa, apesar da diferença da posição do sol.

³ Entrevista realizada pela autora com o arquiteto Lelé, no dia 16 de março de 2010, Salvador – BA.

O Gráfico 3 da distribuição da iluminância na enfermaria sudoeste mostra que os valores registrados foram inferiores aos da nordeste (iluminância média de manhã foi de 426 lux e, de tarde, de 577lux). No período da tarde, os valores foram maiores devido à incidência do sol das 12h45 até às 18h00. O nível máximo atingido foi de 683 lux no ponto próximo à varanda interna, de tarde, e o mínimo foi de 319 lux, no fundo da enfermaria, de manhã. No entanto, apesar dessa redução todos os valores registrados foram superiores aos recomendados pela ABNT (1992).

Gráfico 2 – Curvas isolux na enfermaria nordeste de Salvador – manhã e tarde

Gráfico 3 – Curvas isolux na enfermaria sudoeste de Salvador – manhã e tarde

Já no Sarah Rio, no apartamento, os valores registrados de tarde foram superiores aos da manhã, com médias de 768 lux e 653 lux, respectivamente, devido à orientação oeste. As iluminâncias foram decaindo à medida que os pontos se afastavam da janela, tendo o valor máximo de 1113 lux no ponto próximo à janela, no período da tarde, e o valor mínimo de 425 lux no fundo do apartamento, no período da manhã (Gráfico 4). No entanto, todos valores estão acima do recomendado pela norma. Já nas enfermarias, os valores registrados foram significativamente superiores aos do apartamento. Devido à orientação leste, as iluminâncias foram superiores no período matutino. O valor máximo registrado foi de 1845 lux na área próxima à janela (manhã), e o mínimo, de 608 lux, no fundo da enfermaria (tarde), mostrando que o menor valor registrado é muito superior ao mínimo recomendado pela norma (Gráfico 5).

É importante ressaltar que os valores próximos à fachada leste são bastante elevados, pois em alguns momentos a radiação solar incide diretamente no interior, o que pode causar ofuscamento. No entanto, segundo Nabil e Mardaljevic (2005) valores entre 100 e 2000 lux são considerados úteis para a iluminação. Para os autores, a iluminância nessa faixa é muitas vezes considerada desejável ou pelo menos aceitáveis. Em situações práticas, níveis superiores a 2000 lux são considerados muito altos para o conforto térmico e visual dos ocupantes. Isso implica no uso de anteparos que diminui a quantidade da luz admitida (ROACHE, 2002; NABIL, MARDALJEVIC, 2005).

Gráfico 4 – Curvas isolux no apartamento do Sarah – Rio – manhã e tarde

Gráfico 5 – Curvas isolux na enfermaria do Sarah – Rio – manhã e tarde

Nesse ambiente, registrou-se uma média de 968 lux para a manhã, e 910 lux para a tarde, e à medida que os pontos se afastam da janela, tem-se uma queda mais suave dos níveis, mostrando uma distribuição mais uniforme ao longo do ambiente (Gráfico 5). Essa diferença significativa nos valores registrados no Sarah - Rio pode ser atribuído à estrutura da ampla cobertura em *sheds*, cuja geometria irregular e a face branca possibilitam múltiplas reflexões com uma maior difusão da luz natural. No entanto, além das estratégias projetuais mais evoluídas nesse edifício, durante as medições a cidade do Rio de Janeiro apresentou níveis de iluminância externa mais elevados, o que também propicia maiores índices de aproveitamento da luz natural nos espaços internos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal diferença entre os dois edifícios estudados é a cobertura em *sheds*. A limitação do Sarah Salvador ganha maior flexibilidade no Sarah Rio, isso é comprovado pelos resultados das medições *in loco*. No Sarah Salvador constatamos a eficiência dos sistemas de iluminação natural, que propiciam níveis superiores ao mínimo recomendado pela ABNT (1992). Já no Sarah – Rio tem-se valores significativamente superiores e uma distribuição mais difusa e uniforme. Isso ocorre em função das características climáticas da cidade, cujos níveis de iluminância externa é superior no Rio de Janeiro e pelos *sheds* desvinculados dos ambientes internos, formando um grande ático. Apesar da grande evolução ocorrida no Sarah – Rio, o hospital de Salvador se destaca como um exemplo nessas questões. O seu projeto é de 1988, época em que essas questões nem eram muito discutidas, e Lelé já possuía uma preocupação com o conforto, projetando edifícios, que hoje, servem de exemplos para os arquitetos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo financiamento dessa pesquisa e o arquiteto Lelé e toda a sua equipe.

REFERÊNCIAS

- ALUCCI, M. P. (2006) **Manual para dimensionamento de aberturas e otimização da iluminação natural na arquitetura**. São Paulo: FAUUSP.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1992). **NBR 5413**: Iluminância de Interiores - procedimento. Rio de Janeiro, Brasil.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2005). **NBR 15215**: Iluminação natural – parte 1, 2, 3 e 4. Rio de Janeiro, Brasil.
- 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.
- CARLO, J.; PEREIRA, F. O. R.; LAMBERTS, R. (2004). Iluminação natural para redução do consumo de energia de edificações de escritório aplicando propostas de eficiência energética para o código de obras do Recife. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais...** São Paulo, 2004.
- CORBELLA, O.; YANNAS, S. (2003). **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan.
- CORREIA, P. (2007). **Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil: Pesquisa na classe comercial - AT**. Ecoluz.
- DIDONÉ, E. L. (2009). **A influência da luz natural na avaliação da eficiência energética de edifícios contemporâneos de escritórios em Florianópolis/SC**. 174f. Florianópolis, 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- FONSECA, R. W.; DIDONÉ, E. L.; PEREIRA, F. O. R. (2011). Modelos de predição da redução do consumo energético em edifícios que utilizam a iluminação natural através de regressão linear multivariada e redes neurais artificiais. **Revista Ambiente Construído**, v.12, n.1, p.163-175, jan./mar. 2012. Porto Alegre.
- GOULART, S. V. G.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. (1998). **Dados climatológicos de 14 cidades brasileiras para projeto e avaliação de sistemas de ar condicionado**. Florianópolis: Núcleo de Pesquisas em construção da UFSC.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (2010). Disponível em <http://www.inmet.gov.br/> Acesso em: 06 de Janeiro de 2010.
- LUKIANCHUKI, M. A. (2010). **A evolução das estratégias de conforto térmico e ventilação natural 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.
- NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. (2005). Useful daylight illuminance: a new paradigm for assessing daylight in buildings. **Lighting Res. Technol** 37, p. 41-59.
- ROACHE, L. (2002). Summertime performance of an automated lighting and blinds control system. **Lighting Res. Technol** 34: 11/27.
- ROBBINS, C. L. (1986). **Daylighting: design and analysis**. New York: Van Nostrand Reinhold.
- SOUZA, M. B. D. **Potencialidade de Aproveitamento da Luz Natural Através da Utilização de Sistemas Automáticos de Controle Para a Economia de Energia Elétrica**. 208 f. Florianópolis, 2003. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J. C. S. (2001). **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: Virtus.