

AValiação DA TEMPertura INTERNA DO AR EM EDIFICAÇÕES COM VEDAÇÃO EM VIDRO DIRETAMENTE EXPOSTOS À RADIAÇÃO SOLAR, NA CIDADE DE TERESINA

Francisco Alberto Costa Santos (1); Wilza Gomes Reis Lopes (2); Gérson A. de Araújo Neto (3)

(1) Arquiteto, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, falberto_santos@hotmail.com.

(2) Dra., Professora do Departamento de Construção Civil e Arquitetura, izarlopes@uol.com.br.

(3) Dr., Professor do Departamento de Filosofia, gerson-albuquerque@uol.com.br.

Universidade Federal do Piauí - UFPI, Departamento de Construção Civil e Arquitetura, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Teresina – PI. CEP: 64.049-550, Tel.: (86)3215 5698

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável e a busca de eficiência energética deparam-se com duas vertentes. A primeira diz respeito a inovações tecnológicas e, a segunda, mudanças nos padrões de consumo.

A partir das necessidades e novos hábitos de consumo da sociedade contemporânea têm surgido no mercado novos aparelhos eletrônicos e eletrodomésticos que, aliado ao desperdício e a falta de eficiência dos equipamentos, acarretam o maior consumo de energia, contribuindo para a crise no setor energético. Para Lucon e Goldemberg (2009, p. 121), as bases para reorganização deste setor são “a eficiência, a maior participação das fontes renováveis e a descentralização da produção de energia”.

Segundo Lamberts et al. (2004), o consumo de energia no Brasil, praticamente triplicou nos últimos 18 anos, com maior índice ocorrendo no setor residencial. Meiriño (2004, p.1) afirma que “o setor de edificações residenciais e comerciais consome 43% de energia elétrica no Brasil”.

A questão do controle solar, requer que os projetistas concentrem sua atenção na distribuição espacial e temporal da radiação solar incidente. Esse controle se processa de forma passiva e ativa. No controle ativo, transformar os raios solares em energia térmica (aquecimento) e em energia elétrica através de placas fotovoltaicas. No caso da utilização passiva dessa radiação solar, a postura é projetual, com ações e estratégias específicas para cada latitude, considerando orientação das aberturas e necessidade de sombreamento principalmente quando o envelope da edificação privilegia o uso de grandes áreas envidraçadas, sempre visando o conforto térmico, eficiência energética e redução de custos.

Em paredes com utilização de vidro observa-se que: “[...] a condução de calor será muito rápida e, ainda mais, o sol penetrando diretamente no cômodo fará com que a temperatura do ar se eleve imediatamente no interior, e aumente ainda mais pelo efeito estufa” (CORBELLA; YANNAS, 2003, p.44).

Segundo Sattler (2008), o projetista deve procurar soluções específicas para cada região, como reação a soluções pretensamente universalistas ou formas generalizadas, procurar soluções originais e, opor-se a transferências passivas dos padrões internacionais e espírito de imitação. Neste sentido, Santos, (2002, p. 76-77) afirma que: “[...] um mesmo projeto de edificação em locais diferentes pode provocar aumento de até 80% da demanda de energia quando se compara Belém e Porto Alegre, por exemplo: isso ocorre porque a insolação e as temperaturas médias anuais diferem muito entre si”.

Deve-se abordar a edificação multipavimentos como uma concentração social em espaços contíguos e que não pode ser pensada apenas de forma antropocêntrica. Uma edificação não ocorre de forma isolada do meio ambiente, das relações sociais urbanas, mas parte de uma rede de fenômenos interligados e interdependentes. O desperdício energético é uma “*depleção do capital natural*,” seu uso desordenado produz um déficit que se reflete em custo social, abalando o equilíbrio ecológico e as relações no ambiente urbano (DALY, 2002, p. 184).

Segundo Gonçalves e Duarte, (2006, p. 54), visando alcançar o bom desempenho ambiental e eficiência energética das edificações, no projeto devem ser consideradas “[...] estratégias de ventilação natural, reflexão da radiação solar direta, sombreamento, resfriamento evaporativo, isolamento térmico, inércia térmica e aquecimento passivo” [...]. Neste sentido, para qualquer vertente tecnológica as soluções de projeto “[...] relacionam os mesmos conhecimentos da física aplicada (transferência de calor, mecânica dos fluidos, física ondulatória e ótica) com os recursos locais e com a tecnologia apropriada”.

Muitas vezes avalia-se somente o custo de implantação da construção desprezando-se o benefício ou o ônus de longo prazo. Arquitetos e construtores contam com referencial teórico disponível que engloba uma série de medidas que possibilitam a redução das cargas térmicas nas edificações – proteção contra radiação solar, orientação das superfícies externas [...] emprego de iluminação natural (BATISTA, 2006). Dessa forma, projetos podem focar eficiência energética sem prejuízo formal.

Teresina, capital do Piauí, situada na região tropical do semi-árido, localizada a 5°03' de Latitude Sul e a 42°47' de Longitude Oeste, apresenta clima tropical caracterizado por duas estações bem definidas: de janeiro a junho - quente úmido e de julho a dezembro - quente seco, com temperatura média anual de 28,2 °C e média de umidade relativa de 69,8%.

A partir da década de 1970 teve início o processo de verticalização em Teresina. Com o aumento da demanda de edificações multipavimentos, ocorreu uma mudança na ocupação do solo e suas conseqüências sociais, econômicas e ambientais, acarretando incremento de demanda energética, desde o processo construtivo à fase pós-ocupacional, quando a qualidade do projeto determina os meios necessários para atingir o conforto térmico desejado. Nesse ponto surgem problemas de consumo energético, sustentabilidade e impactos no entorno urbano.

Em Teresina, evidencia-se um desperdício de energia em edificações multipavimentos, decorrente da utilização de fachadas envidraçadas - pele de vidro (*glass skin*), somado à inércia térmica das paredes opacas sem isolamento térmico, inadequadas à situação climática da cidade. Essa tipologia segue os padrões internacionais, evidenciando uma preocupação maior com aspectos estéticos e formais, desprezando as características climáticas e os parâmetros de conforto para a Zona Bioclimática 7 (ABNT, 2005).

Este trabalho apresenta resultados iniciais da pesquisa de Dissertação de Mestrado, desenvolvido pelo primeiro autor, que tem como objetivo, analisar o uso de vidro nas fachadas de edificações multipavimentos na cidade de Teresina e sua influência no aumento de temperatura interna, consumo de energia e conforto térmico, e propor recomendações técnicas focadas nas características climáticas da região.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é verificar a relação entre o uso de vidro em fachadas e o aumento significativo da temperatura interna de ambientes, diretamente expostos à radiação solar, em edifícios multipavimentos na cidade de Teresina.

3. MÉTODO

Para este estudo foram selecionadas quatro edificações multipavimentos, usando-se como critério para a amostra, o intervalo de 80% a 100% de uso de vidro nas aberturas das fachadas e que apresentassem a mesma orientação. Neste caso todas as fachadas estudadas estão voltadas para a direção nordeste.

As edificações estudadas encontram-se em áreas com características diversas. Os edifícios 1 e 2 estão localizados no centro da cidade (Figura 1), área que apresenta uma maior taxa de ocupação, sendo que o edifício 1 está localizado em local adjacente à praça bastante arborizada. O edifício 3 está localizado em bairro próximo ao centro da cidade (Figura 2), em terreno com maior área livre, mas com vegetação pouco expressiva no entorno. Enquanto que o edifício 4, único de uso residencial, está localizado em bairro da zona leste (Figura 3), região que costuma apresentar menores índices de temperatura.



Figura 1- Situação dos Edifícios 1 e 2



Figura 2 - Situação do edifício 3



Figura 3- Situação do edifício 4

O edifício 1, de uso público (INSS - Instituto Nacional de Seguro Social), de 10 andares mais cobertura (Figura 4), cujas medições ocorreram no décimo pavimento.

No edifício 2, de uso comercial (Livraria Moderna) térreo mais 3 pavimentos (Figura 5), as medições foram realizadas no terceiro andar. No edifício 3 (Anexo do Tribunal de Justiça), que possui térreo mais 2 pavimentos, realizamos medições no segundo pavimento. No edifício 4, que possui 12 andares (Figura 6), as medições se deram no décimo pavimento.

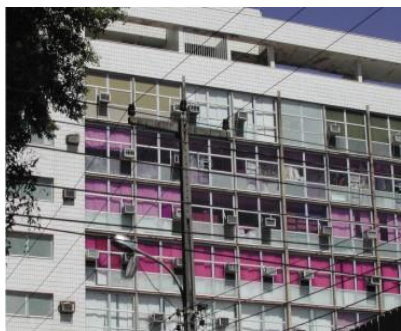


Figura 4 - Fachada Edifício 1, de uso público, tendo 10 pavimentos + cobertura



Figura 5 - Fachada Edifício 2, de uso comercial, com Térreo + 3 pavimentos



Figura 6 - Fachada Edifício 4, de uso residencial, com 12 pavimentos

Em cada edificação escolhida, foram efetuadas medições de temperatura e de umidade relativa do ar interna dos ambientes com sol incidente e a temperatura equivalente externa do ar, durante dois dias consecutivos, em novembro de 2008 (período quente seco), nos horários de 9h00min, 15h00min, utilizando-se Termo-Higrômetros Digitais, marca Incoterm Ref.9680 com resolução interna de 0,1 °C e 1% de UR e dotados de sensor para medição da temperatura externa do ar. As medições serão repetidas de março a junho de 2009 (período quente úmido).

Todos os ambientes utilizam equipamentos de ar condicionado, sem ventilação natural e com emprego de cortinas ou persianas, mas durante as medições os equipamentos de ar condicionado permaneceram desligados.

A vedação da fachada do edifício 1 é de vidro de 3mm, com 1/3 do vão da fachada, jateado (parte inferior na altura de peitoril). No pavimento onde foram realizadas as medições, os vidros apresentavam um filme fumê com visíveis desgastes (parte da película-30%, já desagregada da superfície). No edifício 2, vidro de 4mm bronze, no ambiente da edificação 3, vidro de 4mm espelhado e de tom acinzentado. O edifício 4, apresentava vedação de 5mm fumê (cortina de vidro) na varanda, anulando o efeito *brise* para o ambiente anexo (estar e jantar).

4. RESULTADOS PARCIAIS

Na Tabela 1 estão apresentados resultados parciais obtidos, referentes às medições realizadas no mês de novembro de 2008 (período quente-seco) e expressam os valores de temperatura interna e externa (°C) e umidade relativa do ar (%), nas edificações estudadas.

Tabela 1 – Valores de temperaturas (°C) e umidade relativa do ar (%) para o mês de novembro de 2008

Local	Temperatura Interna (°C)		Temperatura externa (°C)		Umidade relativa (%)	
	9:00h	15:00h	9:00h	15:00h	9:00h	15:00h
Edifício 01 10º Pav.	37,5	36,2	36,6	35,1	32,7	34,9
Edifício 02 3º Pav	37,72	38,74	34,76	37,32	32,6	22,8
Edifício 03 2º Pav.	38,2	39,6	35,6	38,3	28	18,5
Edifício 04 10º Pav.	36,1	35,8	35,8	34,4	37	45

A partir desses dados iniciais é possível constatar que a temperatura interna apresenta-se maior que a encontrada na parte externa.

Foram observados, também, maiores índices de temperatura nas medições realizadas no segundo e terceiro pavimento, no horário das 15:00h. Essa variação presume-se que ocorra devido a incidência de insolação nesse horário, nas fachadas posteriores das edificações 2 e 3, contíguas aos ambientes, somado à radiação proveniente da cobertura.

No edifício 3, a cobertura é de laje impermeabilizada e o edifício 2 tem cobertura de telha de cimento- amianto.

Pela localização de Teresina, próxima à linha do Equador (latitude 05° 03` - sul) a incidência solar vertical (meio-dia) é mais forte que a incidência horizontal. Então, a carga térmica de uma edificação tem um valor substancialmente elevado em valores absolutos por meio da cobertura, somado à inércia térmica das vedações opacas voltadas para oeste (poente) e que recebem insolação direta no horário das quinze horas (AGUILERA, 2006).

Dessa forma percebe-se o aumento de temperatura interna proveniente tanto das vedações em vidro (no caso das edificações 2 e 3) como de paredes do envoltório do ambiente e respectivas coberturas.

Com o resultado das medições de temperatura e umidade relativa previstas para março de 2009, será avaliado o desempenho térmico das edificações e, através de simulação computacional (Arquitrop), possibilitando apresentar configurações de fachadas mais adequadas ao clima local.

5. REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares e de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- AGUILERA, R. C. A. O. de. **Conforto térmico e coberturas**: Estudos para o aumento da eficiência energética em edificações. 2006 104 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN), Teresina, 2006.
- BATISTA, J. O. **Arquitetura e seu desempenho térmico no contexto do semi-árido alagoano**: Estudos de caso em Santana do Ipanema – *Alagoas*. 2006, 160 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PosArq, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.
- CORBELLA, O; YANNAS, S. **Em Busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos - Conforto Térmico**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.
- DALY, H. E. Políticas para desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTE, C. V. (Org.). **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. 4 ed. São Paulo: Cortez Editora, 2002.
- GONÇALVES, J. C. S; DUARTE, D.H.S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiência de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 06, n. 04, p. 51-81, out./dez. 2006.
- LAMBERTS, R; DUTRA, L; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: Prolivros, 2004.
- LUCON, O; GOLDEMBERG, J. Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil. **Estudos avançados**. São Paulo, v. 2, n. 65, p. 121-130, 2009.
- MEIRIÑO, M. J. Arquitetura e sustentabilidade. **Arquitextos**, São Paulo, n. 047, texto especial 227, abr. 2004.
- SANTOS, R. F. dos. **Arquitetura e eficiência nos usos finais da energia para o conforto ambiental**, 2002. Dissertação (Mestrado em Energia). Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- SATTLER, M. A. **UFRGS - NOIRE - PPGEC** - Edificações e Comunidades Sustentáveis. Disponível em: <<http://www.engcivil.ufrgs.br/sattler.html>> Acesso em: 20 jul. 2008.