



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

ESTUDO DE PROTEÇÃO DE FACHADAS EM DIFERENTES ORIENTAÇÕES PARA PROTÓTIPO HABITACIONAL SUSTENTÁVEL

Adriana Alvarez (1); Alice Brasileiro (2); Osvaldo Silva (3)

- (1) Departamento de Tecnologia da Construção– Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UFRJ
e-mail: alvarez@uol.com.br
- (2) Departamento de Tecnologia da Construção– Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UFRJ
e-mail: alicebrasileiro@ufrj.br
- (3) Departamento de Tecnologia da Construção– Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UFRJ
e-mail: osvaldosilva@ufrj.br

RESUMO

Muito se fala atualmente em arquitetura sustentável. Embora o termo venha apresentando diferentes nuances, pouco se vê de sua aplicação no setor habitacional de baixo custo. A construção de um protótipo habitacional com essas características, na medida em que não comprometesse demasiadamente o custo unitário e utilizando blocos de concreto, foi um dos produtos das pesquisas desenvolvidas pelo Grupo Habitat-FAU-UFRJ. De autoria de professores do grupo, o projeto da habitação tipo básico tem 46m². Como elementos de sustentabilidade, foram utilizados o aproveitamento eficiente da luz/ventilação natural, captação de águas pluviais e mecanismo para recolhimento de óleo de cozinha, além de reduzida geração de resíduos na obra, entre outros atributos. O protótipo foi construído no campus da UFRJ, em posição previamente definida no sítio. Contudo, por se tratar de edificação que será reproduzida em outros locais, por intermédio do convênio com uma empresa do setor cimenteiro, surgiu a necessidade de adequar o estudo das fachadas em função de diferentes possibilidades de orientação, estudo mostrado no artigo. O objetivo principal desta análise está vinculado ao princípio norteador do projeto, que buscou aliar baixo custo e sustentabilidade; logo, a adequada orientação/proteção será fator de aprimoramento desta questão. Como o local de implantação é variável, a pesquisa inicialmente se ateve somente ao atributo orientação solar, utilizando como método a análise das condições de insolação para a latitude do Rio de Janeiro, com simulações gráficas e no heliodon (sendo possível expandir para outras variáveis posteriormente). O resultado do estudo contribui tanto para as futuras implantações em diferentes orientações, quanto para a retroalimentação dos dados de projeto, buscando a combinação de luz/ventilação natural em seu aproveitamento eficiente, sem esquecer que, por se tratar de uma habitação de baixo custo, as possibilidades de proteção têm um universo menor do que se for considerado o horizonte tecnológico disponível.

Palavras-chave: sustentabilidade, conforto térmico, habitação popular

1. INTRODUÇÃO

Conciliar projeto de arquitetura e sustentabilidade já não é uma atitude nova. Muitos têm sido os esforços, propostas e pesquisas desenvolvidas, como Moretti; Fernandes (2000) e Isoldi; Sattler; Gutierrez (2006), que contribuem para que o ambiente construído não seja um fator de destruição do meio ambiente. Mais do que transformar o ambiente natural, o ambiente construído deve estar em consonância com aquele, minimizando as agressões causadas e reduzindo o impacto de sua implantação. Ao fazer referência ao ambiente construído, contudo, é interessante observar que dele fazem parte muito mais tipos de construções do que somente aquelas que vêm tentando ser “ambientalmente amigáveis”. Com forte expressão entre edifícios institucionais, comerciais e em alguns residenciais, normalmente a maioria das iniciativas é voltada para o mercado mais tradicional, pouco se vendo de sua aplicação prática no setor habitacional de baixo custo, apesar de haver bem sucedidas pesquisas em universidades (KLUWE; BRITO; TOLEDO; KUSIAK, 2000; SATTTLER, 2007) que contribuem para o seu necessário desenvolvimento. Geralmente, um dos principais problemas é o fato de que a construção dessas habitações tem muitas restrições de ordem econômica, não comportando soluções para a sustentabilidade que demandem sistemas com custo elevado de implantação. Porém, essa combinação se torna possível, se forem adotados mecanismos simples (BOGO, 2000), que otimizem o consumo de recursos naturais, sem onerar o custo inicial da unidade, como é o caso da valorização de ventilação e iluminação naturais, e que sejam previstas, no projeto original, inclusões de novos atributos que podem vir a ser incorporados no transcorrer do uso, como a utilização da energia solar e a captação das águas pluviais, por exemplo.

Pensando em atender essa demanda específica, professores do Grupo Habitat da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro foram chamados a projetar uma ‘família’¹ de casas, sendo a tipologia básica, com 46m², construída no campus universitário (Fig. 1). O protótipo construído foi o principal produto da pesquisa desenvolvida pelo grupo, para aplicar no modelo itens promotores da sustentabilidade que não onerassem em demasia o custo inicial da unidade. Entre estes itens, podemos citar (Fig.2) mecanismos de saída de ar dos quartos para auxiliar a circulação entre a parte mais alta desses cômodos e a exaustão produzida pelo corredor, com saída de ar nos blocos de vidro do tipo “capelinha” (Fig. 3), colocados na parte superior da parede; abertura para saída do ar quente entre o forro e a cobertura, protegida por tela anti-inseto; a possibilidade de aquecimento da água do chuveiro por meio de gás encanado, botijão ou eletricidade (a diversidade ocorre em função das diferentes localidades onde a casa poderá ser implantada – assim, o morador sempre poderá escolher a mais apropriada); janela padrão de catálogo do fornecedor (para não ser mais cara), mas com uma parte em vidro além do tamanho original, para maior luminosidade natural, além de iluminação e ventilação naturais permanentes por meio de tijolos e elementos vazados de vidro; utilização de madeira de reflorestamento no telhado e telhas de fibra vegetal com betume; mecanismo de coleta de óleo de cozinha usado; piso intertravado na parte externa, dando permeabilidade ao terreno e local para lixeiras individuais por resíduos. Os moradores também receberão mudas de ‘Canudo de Pito’ para plantar no terreno, como forma de equilibrar a emissão de CO₂ da obra. Outros elementos, de caráter opcional, também estão incluídos no projeto: reuso de águas pluviais para descarga de vaso sanitário e aquecimento de água pela energia solar. Além disso, a construção da casa pode ser feita sob a forma de “kit”, ou seja, todo o material necessário será adquirido de uma única vez, numa única loja de materiais de construção; serão necessárias poucas viagens de caminhão, reduzindo assim mais ainda a emissão de gases poluentes na atmosfera.

Dados do Ministério das Minas e Energia (BRASIL, 2005) indicam que as edificações são responsáveis por cerca de 48% do consumo total de energia elétrica no Brasil. Uma das características da habitação estudada é a valorização da iluminação natural, como forma de postergar o acionamento da energia elétrica para iluminação.



Fig. 1 – Composição de fotos do protótipo construído e da maquete de estudo

¹ Fazem parte da ‘família’ de projetos também a possibilidade de expansão do modelo básico, para 64m²; um modelo com quartos ligeiramente maiores, totalizando 48m² e sua respectiva expansão, para 66m²; além de um modelo acessível a pessoas com mobilidade reduzida, de 68m². A expansão prevista em projeto, que pode ser vista em diversos projetos sociais, não deixa de ser também um ponto positivo para a sustentabilidade, uma vez que permite que uma obra de acréscimo (portanto posterior à ocupação) possa ser feita dentro dos mesmos princípios do projeto original, sem gerar retrabalho.

Porém, ao ser implantada numa orientação inadequada, essa característica do projeto pode agir exatamente no sentido oposto, ocasionando o acionamento de dispositivos complementares de ventilação, como ventilador e ar-condicionado, acarretando maior consumo de energia elétrica (DIDONÉ; BITTENCOURT, 2008).

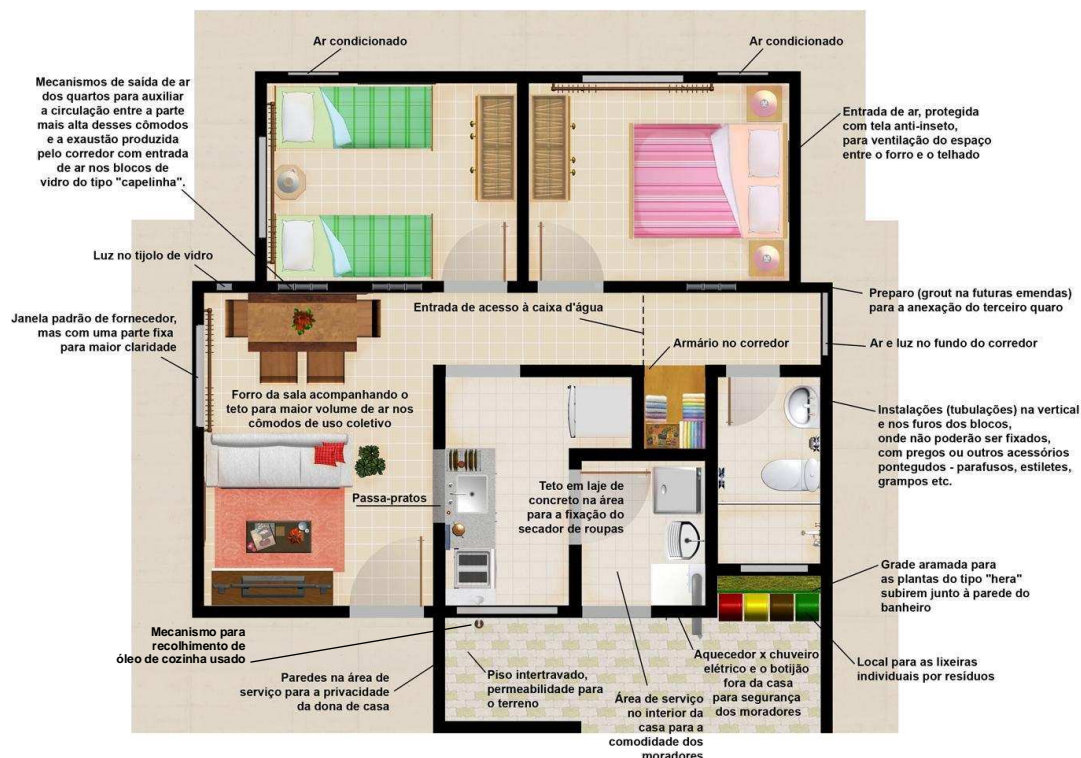


Fig. 2 – Planta com destaque para alguns atributos



Fig. 3 –Tijolo "capelinha", usado junto ao teto (E). À direita, em detalhe.



Fig. 4 – Esquadria acima da porta dos quartos

Não devemos nos esquecer que quando o morador busca mais luz ou maior ventilação por mecanismos artificiais, ele está em busca de seu próprio conforto, não alcançado por meios naturais. Não são propriamente os mecanismos artificiais os vilões dessa situação, e sim as características arquitetônicas do projeto e/ou de sua implantação. Assim, por haver

a possibilidade de ser implantada em uma orientação não favorável, em um local quente como o Rio de Janeiro, pode ser necessária a utilização do condicionamento do ar para obter uma temperatura interna confortável na casa. Por isso, os quartos, além de receberem locais próprios para a colocação dos aparelhos, juntamente com o devido circuito elétrico, possuem um forro que diminui a altura do pé-direito em relação à sala, para que a cubagem de ar a ser condicionada não interfira negativamente em sua eficiência, mesmo com o aparelho sendo localizado a 1,80m do piso. Não obstante a previsão do aparelho, os quartos possuem saída de ar acima da porta, em direção à ventilação/exaustão do corredor, para que, na situação de não uso do ar-condicionado, o morador possa usufruir da ventilação cruzada sem ser necessário ter sua privacidade prejudicada, com a manutenção da porta na posição aberta. A saída de ar também pode ser fechada, por uma esquadria que a veda totalmente (Fig. 4).

Como parte de um convênio firmado entre a FAU/UFRJ e empresas do setor cimenteiro, nos moldes do que já existe com a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), o projeto previa a utilização do sistema construtivo de alvenaria estrutural em blocos de concreto, o que à primeira vista, podia parecer um contrassenso em termos de sustentabilidade. Porém, nos dias atuais, as fábricas de cimento têm uma preocupação muito grande com o meio ambiente, com iniciativas que reduzem bastante o impacto causado pela produção do material. Essa preocupação também abrange o combustível do forno de cimento nas fábricas, pois uma boa parte dele vem do co-processamento de resíduos, que elimina termicamente e de forma segura, resíduos industriais que não puderam ser reutilizados ou reciclados². Isso faz com que haja uma diminuição da queima de

² <http://www.abcp.org.br/colaborativo-portal/download.php?abre=65>

combustíveis fósseis, e consequentemente, da emissão de gás carbônico. A utilização de resíduos também é um reaproveitamento de energia e matéria prima, não gerando passivos ambientais. É oportuno ressaltar que as cimenteiras também se utilizam de rejeitos de outras indústrias, como a de alumínio, para o aproveitamento em matéria-prima do cimento. Ou seja, justamente pelo fato de o cimento ser um produto que tradicionalmente é visto como um dos vilões do meio-ambiente, os fabricantes estão muito mais preocupados em minimizar esse impacto, dando novo fôlego e possibilidades de uso para ele.

Adicionalmente ao fato de usarmos cimento, consideramos que iríamos utilizá-lo sob a forma de blocos de concreto. Esse sistema construtivo também produz seus reflexos na sustentabilidade, pois por ser a alvenaria totalmente modulada, com cada bloco tendo sua posição calculada e desenhada no projeto, não há quebra de blocos na obra, eles são utilizados inteiros, e isso, sem dúvida, é o primeiro item que uma obra deve atender se quiser diminuir os prejuízos ao meio-ambiente – reduzir, ao máximo, a geração de resíduos e entulho (MONTEIRO, 2002). Além disso, como a alvenaria é estrutural, não são necessários pilares e vigas de concreto, o que dispensa o uso de peças de madeira para suas fôrmas que acabarão se tornando um descarte de obra, mesmo com a reutilização (FERREIRA, MOTTA; RABELO, 2008).

Com previsão de produção inicialmente na Região Sudeste, sua construção em locais diferentes poderá sofrer adequações de ordem climática, cultural e aquelas ligadas às posturas municipais, entre outras, a exemplo do que já vem ocorrendo na cidade de Cariacica, na Região Metropolitana da Grande Vitória, ES, onde as primeiras unidades para moradia estão sendo construídas. Justamente por se tratar de um projeto que pode receber diferentes implantações, não somente na cidade do Rio de Janeiro, mas também em outras localidades, surge a necessidade de se avaliar mais criteriosamente suas diferentes possibilidades de orientação solar. Em que pese o fato de que outras variáveis, tais como o regime de ventos, sejam igualmente importantes e mereçam ser pesquisadas também, neste artigo verificaremos apenas a possibilidade de variação de orientação em relação à trajetória solar. Para isso, será inicialmente analisada a implantação adotada no protótipo, e como ela responde positivamente ou não pela incidência solar nas aberturas. Em seguida, será avaliada mais uma possibilidade de implantação (e alguma margem de deslocamento), com a proposta do devido mecanismo de proteção solar, um *brise-soleil*. A pesquisa que analisa outras possibilidades de orientação, bem como outras variáveis, ainda está em andamento. Mesmo sabendo que é praticamente impossível abranger todas as possibilidades de orientação, pretendemos alcançar pelo menos as mais inadequadas, como maneira de fornecer a informação para a proteção necessária.

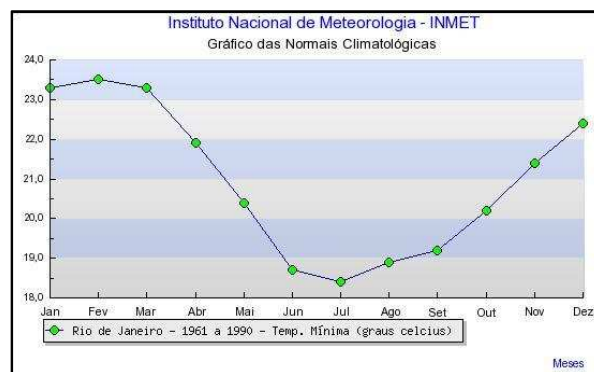
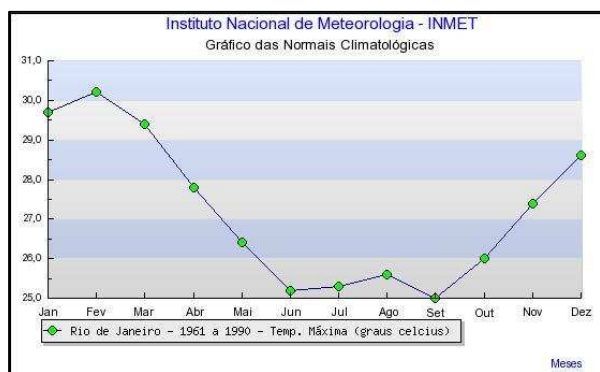
2. OBJETIVOS

Como meio de minimizar os ganhos de calor obtidos pela radiação solar direta através das aberturas, o objetivo deste trabalho é propor soluções de proteção de fachadas em diferentes orientações para a habitação que será produzida em diferentes localidades no Sudeste, em implantações diversas. Como já mencionado, neste artigo serão avaliadas duas diferentes orientações (a atual do protótipo construído e outra a ser proposta, com alguns possíveis deslocamentos). Entendemos que um projeto de arquitetura não deve prescindir de um estudo prévio do sítio de implantação, do clima local, das possibilidades de orientação e de como ela poderá interferir no ganho de calor (ou não) pela incidência direta da luz solar. Contudo, no projeto em questão, desenvolvido para ser replicado em diferentes locais, não seria possível a proposição de uma única solução.

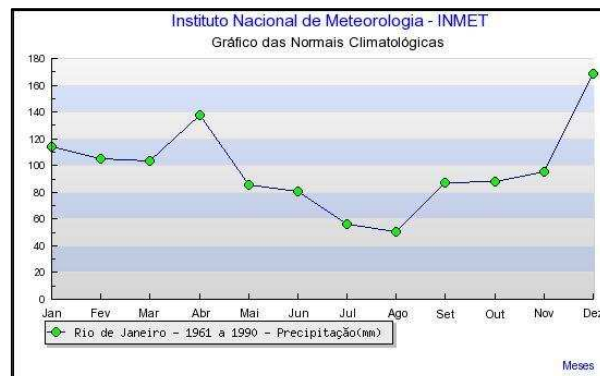
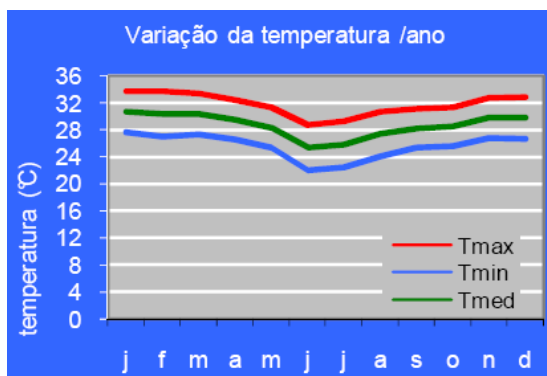
3. METODOLOGIA

3.1 A orientação atual

O protótipo foi construído no Rio de Janeiro, uma cidade de clima tropical quente e úmido, com temperaturas elevadas (Figs. 5, 6 e 7) e época de chuvas mais intensas no verão (Fig. 8). Segundo Fonseca et al (2009), há pouco potencial evaporativo no ar, o que torna a ventilação um recurso fundamental para a renovação do ar no interior das edificações.



Figs. 5 e 6 – Sequência de temperaturas máximas e mínimas para o Rio de Janeiro, período de 1961 a 1990. Fonte: www.inmet.gov.br



Na orientação atual, utilizada no protótipo (Fig. 9), as aberturas estão posicionadas nas seguintes orientações:

- Fachada Noroeste – área de serviço, cozinha, banheiro e parte da sala (porta de entrada).
- Fachada Sudoeste – circulação
- Fachada Sudeste – um quarto
- Fachada Nordeste – sala e um quarto

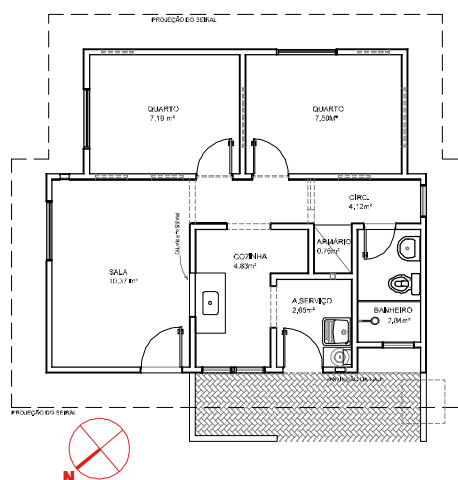
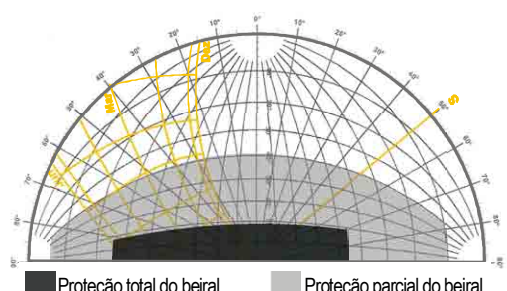
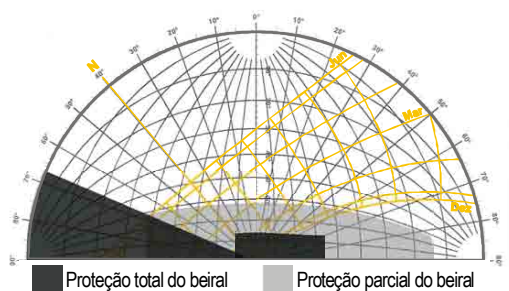
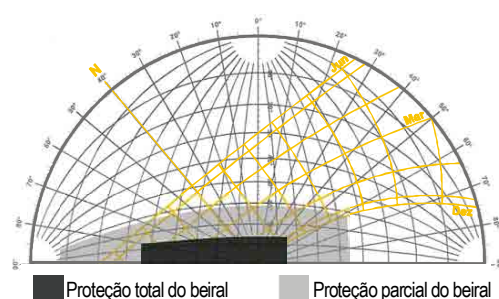
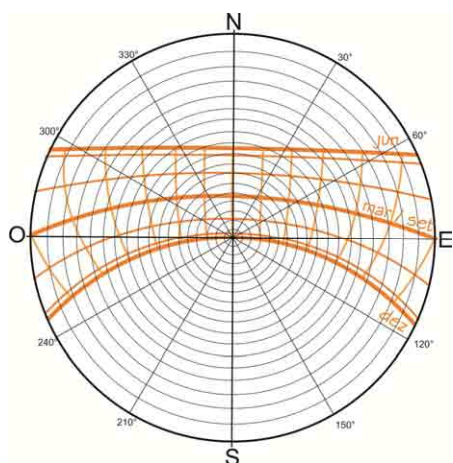


Fig. 9 – Planta baixa com a orientação atual



3.2 Fachada frontal na orientação Norte

Após a verificação do período de insolação e sombreamento atual da casa, foi analisada uma modificação em sua orientação, ensaiando seu posicionamento com a fachada frontal normal à direção Norte, como pode ser visto na Fig.14. A mudança provocada pela nova orientação evidenciou a necessidade de dispositivos de proteção de fachadas em todos os compartimentos habitáveis, pois um quarto passou a receber o sol do Leste e o outro, juntamente com a sala, o sol vindo do Norte, ambos normais às respectivas fachadas. A partir das máscaras de sombreamento, elaboradas considerando somente a própria arquitetura da residência, foram determinados os períodos em que o dispositivo adicional de proteção (um *brise-soleil*) deveria atuar, total ou parcialmente. O critério inicial para a atuação do *brise* foi a proteção das aberturas principalmente por volta do meio-dia e na parte da tarde, considerando-se que é o período em que se concentram as temperaturas mais altas, normalmente (Fig. 15). Também era desejável que houvesse a possibilidade de que os compartimentos habitáveis em análise (sala e quartos) pudessem receber parcialmente alguma insolação direta pela manhã, por questões de salubridade.

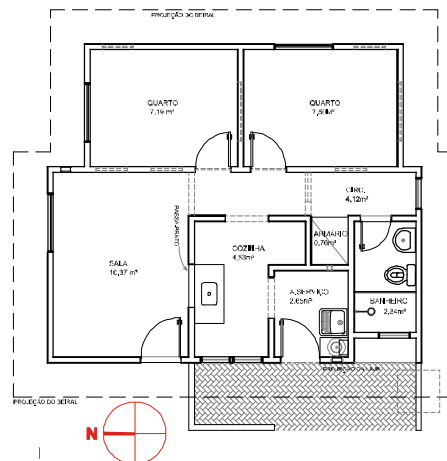


Fig. 14 – Pl. baixa com a orientação da sala para o Norte

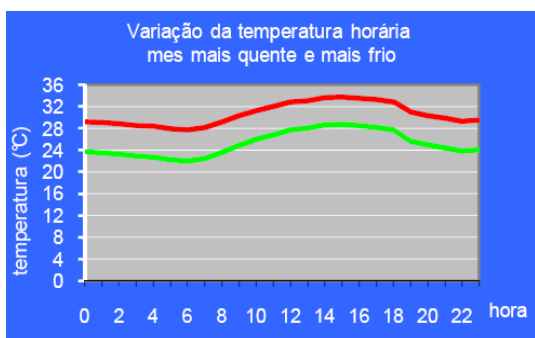


Fig. 15 – Variação de temperatura ao longo do dia para o RJ.
Fonte: LABAUT/USP.

A escolha do elemento de proteção solar teve opções limitadas, pelo caráter social da construção, pelo sistema construtivo adotado e pela sistemática de sua reprodução em diferentes cidades da região sudeste³. Em primeiro lugar, há a limitação econômica, o que exclui das opções de escolhas os dispositivos móveis, ou os mais leves, feitos em alumínio e similares. Outro fator considerado é a manutenção do dispositivo ao longo da vida útil da edificação; um material que dependa de manutenções constantes pode vir a ter seu desempenho prejudicado pela falta destas. Conjugando essas limitações com o sistema construtivo utilizado, de alvenaria estrutural de blocos de concreto, e o seu sistema de reprodução, optou-se por dimensionar *brises* moldados em concreto armado comum e/ou concreto leve estrutural, no próprio canteiro de obras, fixados à alvenaria ainda durante a fase de construção da casa. A adoção do concreto como material se adequa tanto à execução facilitada, quanto à reduzida necessidade de manutenção, sendo esta equivalente à necessária ao restante da casa.

Como são admitidas diferentes possibilidades de orientação, dependendo do terreno onde será implantada a construção, passarão a acompanhar as plantas de execução, o detalhamento do(s) *brise*(s) dimensionado(s) para aquela orientação específica do terreno do usuário, se for necessário.

Para o dimensionamento do painel no ensaio da nova orientação (Norte), foi considerado que o beiral existente na casa já produz um sombreamento na região dos maiores ângulos do transferidor auxiliar; assim, optou-se por um desenho de *brise* que não fosse contíguo à fachada (Figs. 16, 17 e 18), havendo uma distância entre os dois, de forma que o seu posicionamento não fosse um fator de obstrução da ventilação da abertura, nem um fator de ganho de calor por irradiação, tampouco agente causador de respingos de chuva. Também pelas mesmas razões, optou-se inicialmente por manter abertas as laterais, evitando trabalhar com o formato caixa.

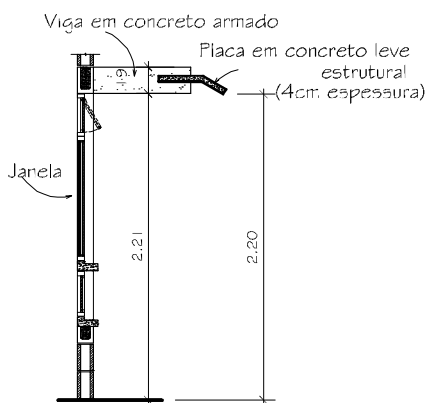


Fig. 16 – Brise (seção transversal)

No caso da sala e do quarto (fachada Norte), foi testado inicialmente um período de sombreamento que abrangesse a maioria dos horários próximos ao meio-dia (este incluído), ao longo do ano, ou todo ele, se fosse possível em termos construtivos. No caso do outro quarto (fachada Leste), optou-se pelo sombreamento após as 10h, especialmente no verão. A determinação de seu comprimento lateral em relação à janela também considerou que seu uso seria somado ao beiral existente.

As primeiras tentativas foram feitas para o *brise* da sala, que apresentava uma limitação de comprimento lateral em relação à janela devido à própria arquitetura da casa. O mesmo ocorria no quarto dessa fachada,

³ Sobre o uso de cartas solares em diferentes latitudes, nos apoiamos em Frota (2004), que menciona ser possível usar a mesma carta solar em latitudes de até +/- 3°; assim, podemos dizer que as orientações estudadas servem não só aos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, como também à parte sul de Minas Gerais e Espírito Santo, cobrindo, portanto, grande parte da região onde a casa tem previsão de implantação.

ou seja, as duas aberturas possuíam, em um dos seus lados, limitações para o comprimento lateral do *brise*. Essa limitação foi adotada então como o comprimento máximo lateral. Por razões estéticas, foi mantido para o outro lado de cada uma das janelas a mesma distância. Após algumas simulações que conjugaram capacidade de proteção com possibilidade construtiva para execução e fixação, foi determinado o desenho final do *brise* para a fachada frontal orientada para Norte (Figs. 16, 17 e 18).

O *brise* funcionará, portanto, como uma espécie de pérgula, paralela e solta em relação à fachada. Mesmo estando afastado, é recomendável que o *brise* (e suas vigas de sustentação) seja pintado de branco ou da cor da parede, se for clara, para minimizar o ganho de calor por irradiação.

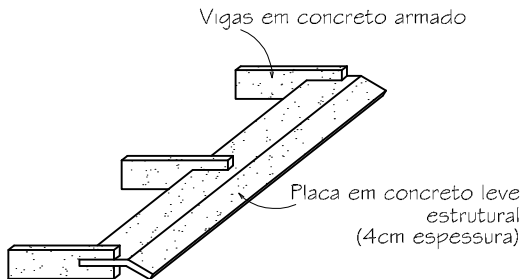


Fig. 17 –Brise (Perspectiva)

Sua forma “vincada” se deve principalmente à potencialização de sua proteção sem ser necessário aumentar sua profundidade em relação à parede (ângulos α na máscara). A fixação se fará por vigas perpendiculares à fachada, engastadas na verga da janela, que deverá ser expandida em um “BU” (bloco em “U”) para cada lado⁴. Devido ao seu comprimento (mais de 2 metros), serão necessárias três vigas engastadas, uma no centro e uma em cada lateral. Nos engastes das laterais, a vertical dos furos dos blocos que compõem a parede receberá preenchimento com *grout* e barras de aço, formando um pilarete embutido para melhor fixação do conjunto. Seu peso total dependerá do tipo de concreto a ser utilizado; uma opção ao concreto armado tradicional é o concreto leve estrutural, que pode ser feito com argila expandida nacional (MAYCÁ; RECENA; CREMONINI, 2009), com uma densidade média de 1,6 ton/m³. Nesse caso, o peso do conjunto (3 vigas + *brise*) será de aproximadamente 107kg. Se a opção for por concreto tradicional (densidade média de 2,3 ton/m³), o peso do conjunto será aproximadamente 153kg e, finalmente, se as vigas forem feitas em concreto tradicional e o *brise* em concreto leve, o peso do conjunto será aproximadamente 123kg (53kg das vigas e 70kg do *brise*).

A preparação para a colocação do *brise* deve ser feita ainda durante a execução da alvenaria, com a espera de ferros e espaço na verga para o recebimento das vigas. Vigas e *brise* serão moldados e montados no canteiro de obras e colocados no local à medida que a alvenaria estiver preparada para recebê-los. Como fôrmas para moldagem, podem ser usadas placas de compensado tipo madeirite ou, em produções de larga escala, fôrmas metálicas, com um melhor índice de reaproveitamento.

Quanto ao seu custo, foi feita uma estimativa, apenas para confirmar que apesar de ser de fato um custo adicional, não é significativo em relação à casa como um todo, começando pelo volume de concreto consumido por cada *brise*, menos de 0,07m³, dadas as suas dimensões esbeltas. Nesse volume já estão computadas as suas vigas para sustentação. Tal quantidade de concreto pode ser aproveitada das sobras do concreto utilizado para a fundação da casa. Todavia, a título ilustrativo, foi montada a sua planilha de custos, mesmo com o pequeno volume de concreto, fazendo-se o cômputo para os três brises (sala e quartos). **O preço final para os três brises soma menos de R\$400,00.**

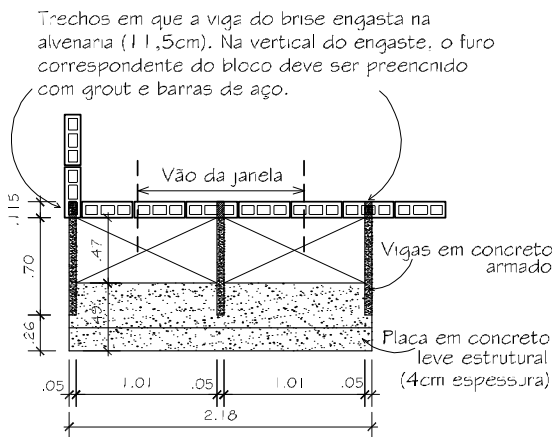


Fig. 18 –Brise (vista superior)

Tabela 1 – Estimativa de custo do brise proposto

CONCRETO USINADO PARA OS TRÊS BRISES				
MATERIAIS	Unid.	Quant.	Prç. unitário	Preço total
Concreto ⁵ usinado fck=20,0 MPa	m ³	0,21	R\$ 230,00/m3	R\$ 48,30
Transporte, lançamento, adensamento, cura e acabamento	um	3,0	R\$ 9,90/m3	R\$ 29,70
Tela metálica para concreto fabricada em aço CA-60, (tipo Q-196), painel 6,00mx2,45m, com diâmetro de 5.00 mm na horizontal e vertical, malha de 10x10 cm.	un	2,0	R\$ 40,00/kg/m3	R\$ 160,00
Chapa de madeira reflorestada do tipo madeirite (0,055x2,20x1,10)	un	4,0	11,90	R\$47,60
Sarrafo	m	10,0	8,00	R\$80,00
Prego 15 x15	kg	1,0	R\$ 8,00	R\$ 8,00
TOTAL				R\$373,60

⁴ No sistema de alvenaria estrutural de blocos de concreto, as vigas, vergas e contravergas são formadas por blocos cuja seção transversal interna tem o formato de “U”. Quando alinhados, os blocos formam uma canaleta, que é preenchida com concreto e aço, funcionando estruturalmente como uma viga.

⁵ Note-se que na especificação do concreto, não há necessidade, para o *brise*, da resistência de 20,0 MPa, mas foi mantida a resistência do concreto da fundação, para seu aproveitamento

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Dispositivo na orientação Norte

A proteção proporcionada pelo dispositivo pode ser vista na máscara de sombreamento (Fig. 19). A sua área de proteção total (azul-escuro) atua na área de proteção parcial do beiral da construção (cinza), ampliando a proteção próxima ao meio-dia para um pouco além dos equinócios e fazendo com que nos meses de abril a agosto haja uma proteção parcial da abertura (azul-claro). A área em preto mostra a proteção total proporcionada pelo beiral da construção. É necessário informar que o sombreamento produzido pelas vigas de sustentação foi desprezado na construção da máscara, por não ser significativo.

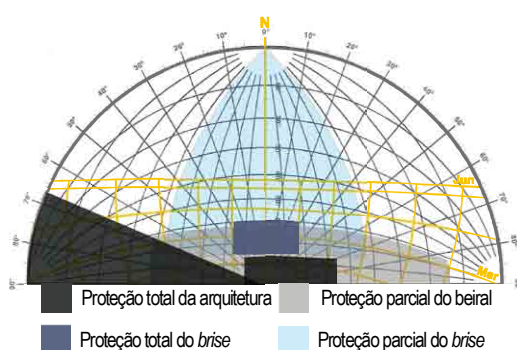


Fig. 19 – Máscara de sombreamento relativa à janela da sala na orientação Norte

somente uma especificação de *brise* para toda a casa neste ensaio de orientação, sugere-se que seja mantido o mesmo desenho do dispositivo de proteção para o quarto dos fundos.

Como resumo, entendemos que, apesar de representar um (pequeno) custo a mais, na orientação ensaiada, com a fachada frontal voltada para a direção Norte, o *brise* se faz necessário. A diminuição da incidência solar direta será fundamental para a manutenção do conforto térmico no interior da habitação; se os raios solares permanecerem incidindo por muito tempo no interior da residência, isso aumentará a temperatura interna, o que fará com que o sistema de ventilação cruzada tenha sua eficácia reduzida, fazendo com que seja necessário o acionamento de mecanismos artificiais de ventilação. Em que pese sabermos que isso represente somente uma das variáveis das equações que envolvem a resolução do conforto térmico, o atendimento deste item já atende uma boa parte da questão⁶, o que colabora para a manutenção da sustentabilidade, pois está relacionado diretamente à conservação de energia (ZOMER; RÜTHER, 2008).

4.2 Dispositivo em orientações semelhantes

A proposta dos *brises* para a orientação norte pode ser estendida a algumas outras orientações (de 20° NO a 20°NE, Fig. 22), sem haver necessidade de mudar o projeto do dispositivo. As máscaras de sombreamento produzidas pelo *brise* foram sobrepostas a estas orientações adjacentes à orientação norte, e constatou-se que em alguns casos, ainda assim eles manteriam sua eficiência, como será descrito a seguir.

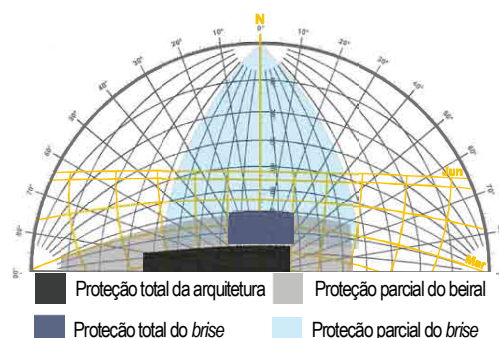


Fig. 20 – Máscara de sombreamento relativa à janela do quarto na orientação Norte

No quarto voltado para esta mesma fachada, a máscara (Fig. 20) é praticamente a mesma, sendo diferenciada principalmente pela existência da proteção gerada pelo ângulo “ β ” à esquerda (oriundo da arquitetura da casa), inexistente na máscara da sala. Já no quarto dos fundos, voltado para o Leste, neste mesmo ensaio de orientação da casa, primeiramente foi desenvolvida a sua máscara de sombreamento (Fig. 21). Pela análise da máscara, foi constatado que a adoção do mesmo desenho de *brise* neste quarto proporcionaria proteção total a partir das 10h nos meses de outubro a fevereiro (além da proteção já proporcionada pelo beiral), e proteção parcial durante parte do período restante das manhãs, sem, no entanto, afetar o período do inverno. Por essas condições, somadas à praticidade de se ter

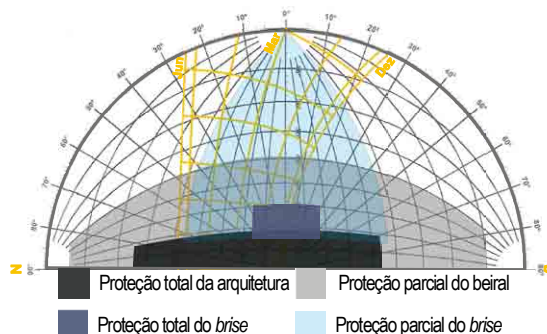


Fig. 21 – Máscara de sombreamento relativa à janela do quarto dos fundos na orientação Leste

⁶ Outras variáveis podem ser mencionadas, como por exemplo tipo de material utilizado na construção, espessura das paredes, cor das fachadas, direção dos ventos e nível de unidade do local de implantação.

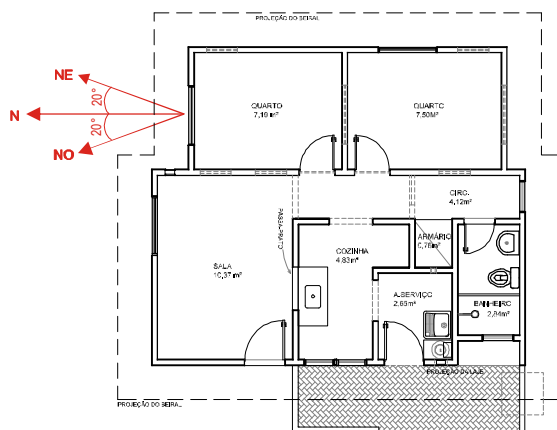
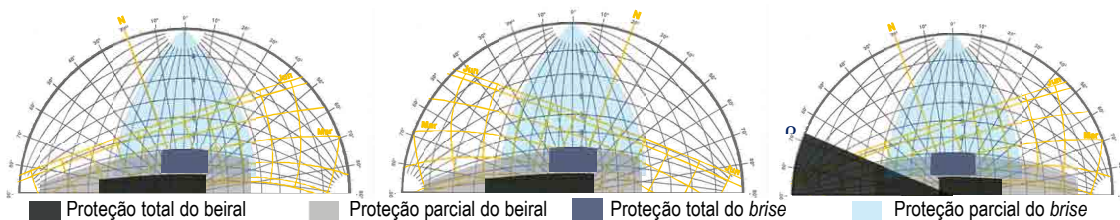


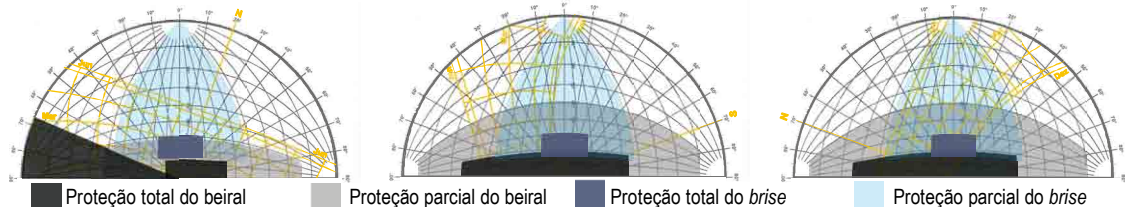
Fig. 22 – Orientações atendidas pelo *brise* proposto

comportamento em relação à sala; a diferença mais significativa está no ângulo β da máscara, oriundo da própria arquitetura da casa, que protege totalmente a abertura nos finais de tarde (Fig. 25).

Orientação a 20° NO: sobre o *brise*, há mesmo comportamento em relação à sala; a diferença mais significativa está no ângulo β da máscara, oriundo da própria arquitetura da casa, que fornece uma proteção total de setembro a março, a partir de algumas horas da tarde, sendo 13h em dezembro, 14h em novembro e janeiro, 16h em fevereiro e outubro e 17h30m nos equinócios (desprezível) (Fig. 26).



Figs. 23, 24 e 25 - Máscaras de sombreamento relativas à janela da sala nas orientações 20°NE e 20°NO e do quarto na orientação 20°NE



Figs. 26, 27 e 28 - Máscaras de sombreamento relativas à janela do quarto na orientação 20°NO e do quarto dos fundos nas orientações 70°SE e 70°NE

4.2.3 Quarto dos fundos

Orientação a 70° SE: começa a atuar totalmente a partir de 10h de meados de outubro a meados de fevereiro. Parcialmente, atua desde as primeiras horas de outubro a fevereiro; 8h nos equinócios; 9h em abril e agosto e 10h ao se aproximar do inverno, sendo que entre meados de março e meados de agosto a sua proteção parcial atua concomitantemente à proteção parcial fornecida pelo beiral da construção (Fig. 27).

Orientação a 70° NE: atua totalmente a partir das 10h de meados de setembro a meados de março, o que não deixa de ser positivo. Parcialmente, atua desde as primeiras horas da manhã de março a setembro, abrangendo justamente o inverno, o que não é muito recomendável. De outubro a fevereiro, atua parcialmente a partir de 7h30m. Entendemos que essa proteção parcial poderia ser dispensada, para aumentar a incidência de sol no período da manhã. Mesmo a proteção total proporcionada pelo *brise*, a partir de 10h, poderia ser dispensada, considerando que a proteção total fornecida por ele encontra-se na zona de proteção parcial do beiral da construção. Ou seja, nesta abertura especificamente, nesta orientação, a adoção do dispositivo de proteção não seria recomendada (Fig. 28).

4.2.4 Resumo das orientações indicadas para o dispositivo

Pela análise das orientações, podemos constatar que a proteção fornecida pelo *brise* proposto pode ser adotada também para as orientações da fachada frontal de 20° NO a 20° NE, perfazendo 40° de aplicação (Fig. 22). A exceção fica por conta do quarto dos fundos, que no caso da orientação da fachada frontal 20° NO (70° NE para o quarto em questão), o *brise* não só não se faz necessário como também bloqueará parcialmente a entrada de sol matinal, antes das 10h, e no inverno, em toda manhã, também parcialmente.

A extensão, para esquerda ou para direita, das orientações beneficiadas pelo *brise* proposto também foi analisada

até 30° NO e 30°NE, mas em nenhuma das duas o dispositivo se mostrou favorável, razão pela qual a gama de orientações beneficiadas não atingiu estas direções. Da mesma forma, ao ser testado o *brise* na orientação do protótipo construído, foi constatado não só que ele seria dispensável como até mesmo não recomendável, pois na fachada frontal ele bloquearia todo o sol matinal a partir das 8h, inclusive no inverno; na fachada do quarto dos fundos, ele bloquearia parcialmente o sol a partir de, aproximadamente, 7h no verão e no equinócio, a partir de 9h, sendo que a partir de 8h o próprio beiral da construção já protege parcialmente a abertura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo faz parte de uma pesquisa maior, que se iniciou com a procura por elementos e atributos que pudessem ser incluídos numa habitação de baixo custo sem que ela perdesse esse caráter; por ser uma edificação que será replicada em diferentes locais e orientações, não poderia deixar de ser incluída na pesquisa a adequação de suas fachadas às diferentes possibilidades de orientação. Para isso, buscou-se utilizar mecanismos de proteção de fachadas que fossem condizentes com o contexto da casa, não somente no aspecto econômico como também no aspecto construtivo, sem prejudicar a condição de iluminação natural, privilegiada pelo projeto arquitetônico e sua estética. Pretendemos, com a aplicação e continuidade desta pesquisa, contribuir para a adoção de uma arquitetura mais condizente com as condições de cada local de implantação, tornando mais natural e viável a situação de conforto térmico para os moradores e consequentemente, reduzindo o consumo de energia nas habitações de baixo custo.

6. REFERÊNCIAS

- BOGO, A.J. O conceito de desenvolvimento sustentável aplicado à arquitetura e urbanismo como parâmetro da qualidade do ambiente construído. VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Salvador, 2000. In: **Anais...** São Paulo, 2000. Cd-rom.
- BRASIL; Ministério das Cidades; Ministério das Minas e Energias; Eletrobrás; Procel. **Eficiência energética em habitações de interesse social**. Série Cadernos MCidades – Parcerias (Caderno 9). Brasília, 2005. Disponível em <<http://www.cidades.gov.br/ministerio-das-cidades/biblioteca/cadernos-do-ministerio-das-cidades/>>, acesso em jan. 2010.
- DIDONÉ, E.L.; BITTENCOURT, L. O impacto dos protetores solares na eficiência energética de hotéis. XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza, 2008. In: **Anais...** Porto Alegre, 2008. Cd-rom.
- FERREIRA, A.; MOTTA, A.; RABELO, P. O uso de diferentes técnicas e sistemas construtivos voltados para a habitação de interesse social. XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza, 2008. In: **Anais...** Porto Alegre, 2008. Cd-rom.
- FONSECA, I.; BARBOSA, E.; ALVAREZ, A.; PORTO, M. Arquitetura moderna e conforto ambiental nos trópicos – diretrizes aplicáveis a casas de Lucio Costa na Gávea, Rio de Janeiro. 8º Seminário DOCOMOMO Brasil, Rio de Janeiro, 2009. In: **Anais...** Disponível em <http://www.docomomo.org.br/seminarios%208%20Rio%20de%20Janeiro%20trabalhos.htm>. Acesso em 28 jul 2010.
- FROTA, Anésia Barros. **Geometria da Insolação**. São Paulo: Geros, 2004.
- ISOLDI, R.; SATTLER, M. A.; GUTIERREZ, E. Tecnologias inovadoras visando a sustentabilidade: um estudo sobre inovação, técnica, tecnologia e sustentabilidade em arquitetura e construção. Seminário Internacional do Nutau, São Paulo, 2006. In: **Anais...** São Paulo, 2006. Cd-rom.
- KLUWE, R. M.; BRITO, C.W. TOLEDO, A.; KUSIAK, C. Uma habitação sustentável para a população de baixa renda, no município de alvorada/ RS. VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Salvador, 2000. In: **Anais...** São Paulo, 2000. Cd-rom.
- MAYCÁ, J.; RECENA, F.; CREMONINI, R. Estudo da resistência à compressão de concretos leves produzidos com argila expandida nacional. 51º Congresso Brasileiro do Concreto – CBC2009. In: **Anais...** São Paulo, 2009. Cd-rom.
- MONTEIRO, B. Identificação das características relevantes para a sustentabilidade de sistemas construtivos. Seminário Internacional do Nutau, São Paulo, 2002. In: **Anais...** São Paulo, 2002. Cd-rom.
- MORETTI, R.S.; FERNANDES, A. Sustentabilidade urbana e habitação de interesse social. VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Salvador, 2000. In: **Anais...** São Paulo, 2000. Cd-rom.
- SATTLER, M.A. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis: A Casa Alvorada e o Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis**. Coleção Habitar. Porto Alegre: ANTAC, 2007.
- ZOMER, C.; RÜTHER, R. A arquitetura eficiente como um meio de economia energética atuando no gerenciamento pelo lado da demanda. XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Fortaleza, 2008. In: **Anais...** Porto Alegre, 2008. Cd-rom.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer às alunas de graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU/UFRJ, colaboradoras do Grupo Habitat, **Arianne Dias Isidoro** e **Fernanda Matal Nagle**, pela elaboração da maquete utilizada para estudos de insolação.