

Procedimentos metodológicos para a avaliação pós-ocupação em conjuntos habitacionais de baixa renda com ênfase no conforto ambiental

Nelson Solano Vianna

Universidade de São Paulo, São Paulo - SP
solano@usp.br

Marcelo de Andrade Roméro

Universidade de São Paulo, São Paulo - SP
maromero@usp.br

Recebido em 04/01/2002; aceito em 05/03/2002

Este artigo apresenta parte dos resultados de estudos desenvolvidos na área de Conforto Ambiental, com ênfase na insolação dos edifícios, cujo objeto de estudo foi um conjunto habitacional da periferia da cidade de São Paulo, construído pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo. Discutem-se os critérios adotados na avaliação da variável insolação, os critérios de desempenho para cada um dos ambientes da habitação, assim como os principais resultados da análise comportamental e técnica.

Palavras-chave: avaliação pós-ocupação, avaliação de desempenho, conforto ambiental, insolação, construção habitacional, habitação de interesse social.

This paper refers to the studies developed in the field of environmental comfort, emphasizing the issue of solar access in buildings. The object analysed was a social housing scheme located in the outskirts of the city of São Paulo, built by the local public agency, Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado from the state of São Paulo. The criteria adopted in the assessment of solar access patterns is discussed as well as the performance of individual internal zones of the residential unit, and the final design evaluation from both behavioral and technical points of view.

Keywords: post-occupancy evaluation, performance evaluation, environmental comfort, solar access, house building, social housing.

Apresentação

Este artigo refere-se a parte dos estudos desenvolvidos na área de Conforto Ambiental no projeto de pesquisa intitulado Procedimentos Metodológicos Para a Aplicação da Avaliação Pós-Ocupação em Conjuntos Habitacionais para a População de Baixa Renda: Do Desenho Urbano à Unidade Habitacional desenvolvido pelo Núcleo de Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (NUTAU/USP), com financiamento do Programa de Tecnologia da Habitação (Habitare) da Financiadora de Estudos e Pesquisa (FINEP). A avaliação foi feita objetivando-se os estudos funcionais, os aspectos construtivos, os econômicos, os de conforto ambiental e, obviamente, as questões comportamentais em

um estudo de caso – O Conjunto Habitacional Jardim São Luis I na cidade de São Paulo/SP.

Especificamente, foram considerados não somente as unidades habitacionais e seus edifícios, mas também sua circunvizinhança, a infraestrutura, os serviços, a escola e as áreas livres do conjunto.

O trabalho consistiu, então, em uma pesquisa teórico-prática, com a aplicação dos conceitos e dos procedimentos metodológicos de avaliação pós-ocupação, visando avançar no seu aprimoramento, experimentando técnicas pouco empregadas nas APOs já desenvolvidas em âmbito nacional, possibilitando a obtenção de resultados mais precisos e abrangentes, principalmente no que se refere a avaliações econômicas de soluções corretivas propostas pelo próprio trabalho. Tais procedimentos levaram em consideração, além da

avaliação de desempenho técnico dos edifícios eleitos, a satisfação de seus usuários em relação aos aspectos priorizados.

Adotaram-se basicamente, os seguintes procedimentos: aplicação de questionários junto aos usuários dos edifícios estudados, entrevistas junto aos técnicos da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU) do Estado de São Paulo, órgão promotor do empreendimento, mapas comportamentais (e de atividades) aplicados às áreas livres, vistorias técnicas, medições "in loco", métodos gráficos e computacionais para o conforto ambiental, e grupos focais para o caso das crianças da escola.

Os resultados detalhados da pesquisa estão apresentados em um relatório, o qual está dividido em sete volumes. O volume I apresenta e analisa os procedimentos metodológicos gerais adotados, descreve o estudo de caso *Conjunto Habitacional Jardim São Luís*, as técnicas de amostragem utilizadas, além de apresentar extensa bibliografia nacional e internacional sobre o tema.

O volume II – *Aspectos Funcionais* - estabelece os critérios de desempenho funcional para conjuntos habitacionais, os instrumentos de levantamento e registro de dados, a tabulação de dados do levantamento comportamental, os mapas comportamentais e as recomendações para futuros projetos e para o estudo de caso.

No volume III – *Aspectos Construtivos* - inclui-se a avaliação dos aspectos construtivos (da terraplanagem à cobertura, abrangendo as instalações prediais e de segurança contra incêndio e aspectos sobre o consumo de energia) à luz de vistorias técnicas *in loco*, comparações com normas e legislações vigentes no país e com o ponto de vista dos moradores. Foram formulados diagnósticos, conclusões e recomendações sobre estas temáticas.

O volume IV – *Conforto Ambiental* - fixa os critérios adotados na avaliação das variáveis do Conforto Ambiental (Iluminação Natural, Insolação, Conforto Térmico, Ventilação Natural e Acústica), os critérios de desempenho para cada uma das áreas, as matrizes de avaliação e a síntese dos resultados da análise comportamental. Apresentam-se também as análises técnicas de cada uma das subáreas do Conforto Ambiental com diagnósticos e recomendações.

O volume V – *Aspectos Econômicos* - resume as análises, conclusões e recomendações decorrentes da avaliação econômica feita com base nas planilhas e orçamentos da CDHU, à luz das mais significativas alterações propostas pelos moradores e pelas análises técnicas específicas.

O volume VII – *Recomendações e Conclusões* - apresenta todas as recomendações e conclusões gerais e parciais da pesquisa, apresentadas nos seis volumes anteriores e redigidas pelos responsáveis por cada uma das áreas da pesquisa. Apresenta também um balanço e recomendações sobre a metodologia da avaliação pós-

ocupação para conjuntos habitacionais de interesse social e por fim traz uma bibliografia geral por assunto.

Para a área de Conforto Ambiental – tema central deste artigo - foram consideradas as seguintes subáreas: iluminação natural¹, insolação, conforto térmico, ventilação e acústica.

Do ponto de vista metodológico o trabalho foi estruturado em seis etapas, a saber:

- (a) Determinação dos procedimentos metodológicos e critérios adotados na avaliação de cada subárea do Conforto Ambiental;
- (b) Estabelecimento dos critérios de desempenho a serem adotados por subárea e por ambiente estudado;
- (c) Estruturação de uma matriz de interface entre as variáveis estudadas;
- (d) Estudos de caso com avaliação qualitativa e quantitativa;
- (e) Diagnóstico final;
- (f) Recomendações para o estabelecimento de procedimentos metodológicos para aplicação da APO-Conforto Ambiental para novos conjuntos habitacionais e para o estudo de caso. Para o presente artigo são apresentados os principais aspectos e critérios que estruturam esta metodologia e alguns resultados preliminares.

Descrição do estudo de caso – Jardim São Luís

Universo da pesquisa e amostras

O estudo de caso foi realizado no Conjunto Habitacional Jardim São Luís I, que contém 1.728 unidades habitacionais, distribuídas em 54 prédios com 4 andares, sendo 8 apartamentos por andar, em duas lâminas paralelas em formato "H". Foram selecionadas 416 unidades para o estudo, distribuídas em 13 prédios, numerados de 1 a 13.

Como existem 416 unidades a serem estudadas e aproximadamente 5 cômodos² ou ambientes por unidade, ter-se-á 2.080 ambientes a serem analisados. Este número seria extremamente elevado e do ponto de vista metodológico a análise individual de cada um deles nem seria necessária, já que se pode trabalhar com amostragem estatística.

¹ Na área de Iluminação também foram consideradas as avaliações dos usuários no que se referem à iluminação artificial pública do conjunto habitacional e de seu entorno imediato, porém esta não foi considerada dentro da análise técnica.

² Os dormitórios estão sendo considerados como um só ambiente pois situam-se sempre numa mesma fachada para todos os blocos estudados.

Dentre a amostra de 416 unidades correspondentes aos 13 blocos estudados, foi selecionada uma amostra de 81 apartamentos para a análise comportamental (aplicação de questionários de avaliação junto aos usuários). Posteriormente, escolheu-se outra amostra de 27 unidades habitacionais para aprofundamento e detalhamento dos

estudos técnicos, quando foram analisados os requisitos de cada ambiente da habitação sob o ponto de vista das distintas subáreas do Conforto Ambiental, pois há distintas exigências de conforto a serem cumpridas em cada um deles.



Figura 1 - Implantação geral do empreendimento Jardim São Luís

Implantação

Os edifícios foram implantados dois a dois obedecendo à mesma orientação em relação ao norte, ou seja, com as maiores fachadas possuindo orientações leste e oeste leste - oeste no seu maior comprimento.

Em relação à topografia, o terreno onde estão os treze edifícios estudados possui desnível de aproximadamente 30 metros entre a cota mais alta (próxima ao acesso do conjunto habitacional) e a mais baixa. Assim, o terreno em questão apresenta grande declividade e a implantação impôs intensa movimentação de terra, com o estabelecimento de platôs nos quais estão assentados os prédios, o que resultou em taludes acentuados e grandes escadarias. Em platôs intermediários estão localizados dois bolsões de estacionamento.

Tipologia dos edifícios e dos apartamentos

O edifício é constituído de dois módulos acoplados, cada um composto por duas lâminas mais o conjunto “escada/caixa d’água”. A Figura 3 ilustra um desses módulos.

São edifícios multi-familiares de quatro pavimentos, todos ocupados com unidades de habitação, inclusive o térreo. Cada lâmina é constituída por quatro apartamentos compondo oito unidades por pavimento.

As faces laterais dos edifícios não apresentam aberturas, portanto todas as unidades recebem suas aberturas em faces paralelas, uma voltada para o “exterior” do módulo e a outra para a área comum entre os dois edifícios.

Os acessos principais, circulação vertical e horizontal das unidades estão localizados nesta área comum, na qual também se situam os abrigos de gás e os medidores da instalação elétrica e hidráulica. Sobre as caixas de escadas estão localizados os reservatórios de água.

Os apartamentos obedecem à mesma organização para todos os edifícios do conjunto, diferenciando-se apenas na área das unidades localizadas nas extremidades das lâminas. O apartamento tem uma área útil de 37,69 m² (incluindo hall de distribuição) e contempla 2 dormitórios, sala e cozinha (separadas originariamente por um balcão), área de serviço e banheiro, conforme pode ser verificado na Figura 4. Destaca-se em especial, que a disposição

efetiva das louças sanitárias no banheiro está em desacordo com o projeto arquitetônico e de instalações, sendo que tais louças foram colocadas junto à parede divisória com a cozinha, exigindo a execução de saliência

na parede de entrada, o que reduziu o espaço de acesso ao banheiro. Assim, lavatório e vaso sanitário foram fixados muito próximos entre si, inviabilizando a colocação de box de chuveiro.



(a)



(b)

Figura 2 – Vistas do conjunto habitacional: (a) Vista Geral, (b) Vista mostrando um dos platôs com 10m de altura e um dos bolsões de estacionamento

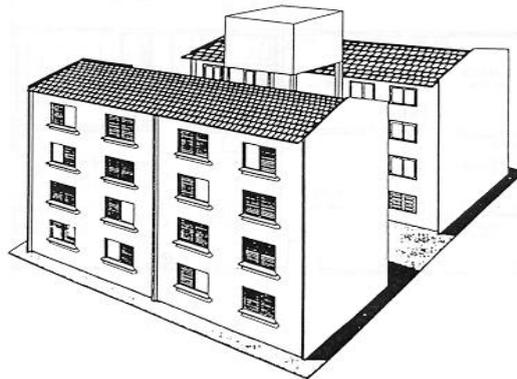


Figura 3 - Perspectiva isométrica do módulo de edifícios - dois edifícios e caixa de escada (DCHU, 1996)

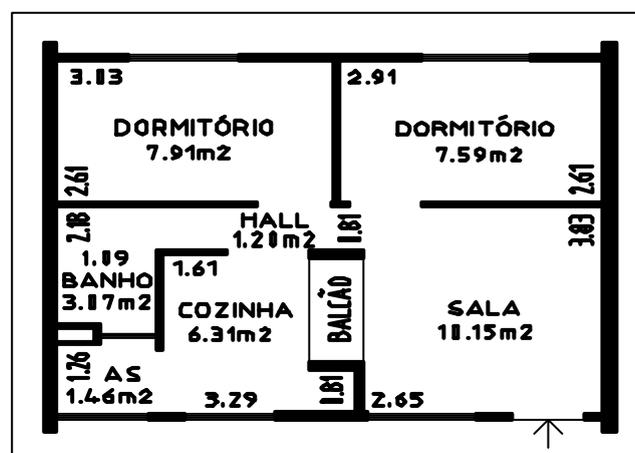


Figura 4 - Planta original do apartamento (DCHU, 1996)

Sistema construtivo

Os edifícios foram construídos segundo a técnica da alvenaria armada de blocos de concreto. Os blocos de escada recebem estrutura independente de concreto armado. As fachadas externas foram revestidas e pintadas. Foi adotada para a cobertura, estrutura de madeira e fechamento em telhas cerâmicas, sem coletores para águas pluviais. Internamente, as unidades foram entregues aos moradores sem revestimentos de parede, piso e forro. As esquadrias utilizadas são de ferro pintado, com portas internas em madeira.

Procedimentos metodológicos de conforto ambiental

As principais etapas de construção desta metodologia foram:

Primeira etapa - a avaliação comportamental, por parte dos usuários, por meio de questionário constituído de 14 questões abrangendo todas as subáreas do conforto ambiental. São discriminados os dois grupos de usuários da pesquisa – LF oriundos da favela e LE oriundos das inscrições regulares da C.D.H.U., e também a totalização (JSL) da população do Conjunto Habitacional São Luís I.

Segunda etapa - o estabelecimento de critérios gerais e específicos de desempenho luminoso, térmico e acústico para a unidade habitacional e para cada um dos ambientes a serem estudados.

Terceira etapa - o estabelecimento de uma escala de valores para cada critério ou variável considerada.

Quarta etapa - a estruturação das variáveis ambientais em matrizes de interface que inter-relacionam algumas dessas variáveis, conforme o enfoque da análise técnica.

Quinta etapa - a realização das diversas análises técnicas por meio de uma leitura dos casos estudados, qualificando-os e/ou quantificando-os, preenchendo a(s) matriz(es) de avaliação. Nesta etapa de avaliação técnica foram utilizadas as seguintes metodologias de análise para as distintas subáreas do conforto ambiental:

(a) **Insolação**: estudos por meio das cartas solares para avaliação dos horários de insolação e de traçados de máscaras para avaliação dos efeitos das obstruções externas.

(b) **Iluminação natural**: foram feitas simulações das condições de iluminação natural para os distintos ambientes da habitação por meio do *software* denominado “Daylight” do *Department of the Built Environment* da Anglia Polytechnic, Inglaterra. Foram feitas também medições dos níveis de iluminâncias externas e internas por meio de luxímetros da marca Lutron modelos LX 101.

(c) **Conforto térmico e ventilação natural**: foram feitas simulações por meio do *software* “Arquitrop” desenvolvido pelo Prof. Mauricio Roriz da UFSCar e utilizada também a metodologia com algoritmos matemáticos para avaliação do comportamento térmico de componentes da edificação, basicamente paredes e cobertura. Como referência foram adotados valores estipulados pelo *Centre Technique et Scientifique du Bâtiment – CSTB* francês.

(d) **Acústica**: foram feitas medições externas aos blocos, nas vias de circulação do conjunto e também de acesso ao conjunto habitacional por meio do equipamento decibelímetro da marca Lutron modelo SL 4001. Foram utilizados dados referenciais de isolamento de componentes da edificação (basicamente laje de piso e paredes) encontrados na literatura técnica e baseados no conceito de *Transmission Loss Coefficient* – coeficientes de isolamento acústico.

Sexta Etapa - a síntese de todas as análises parciais num diagnóstico mais geral. Nesse momento, serão utilizadas as informações relevantes no levantamento de campo através de uma interpretação inclusive estatística, das respostas dos questionários dos usuários. O que se propõe aqui é um cruzamento da avaliação técnica com a avaliação do usuário. O fechamento desta última etapa seria, por sua vez, uma análise do desempenho da tipologia funcional, construtiva e arquitetônica estudada.

Sétima Etapa - a elaboração de recomendações para o estudo de caso e para futuros projetos de conjuntos habitacionais.

Nos itens subsequentes apresenta-se uma breve síntese de cada um desses passos, construindo, paulatinamente, esta metodologia.

Avaliação da análise comportamental

Nesta parte do trabalho apresentam-se e comentam-se os resultados das treze questões de Conforto Ambiental, separados por subárea e oriundos da análise comportamental. No presente artigo descrevem-se as questões utilizadas para a avaliação comportamental na área de Conforto, com dois exemplos de resultado (questões 4.9 e 5.3). Os números que aparecem na frente de cada pergunta referem-se aos seus códigos no questionário original de avaliação.

Iluminação natural e artificial pública

4.1 - Como você classifica seu apartamento em relação à iluminação natural?

4.2 - Como você classifica seu apartamento em relação à iluminação artificial nas áreas comuns do edifício?

4.3 - Como você classifica seu apartamento em relação à iluminação artificial nas vias públicas do conjunto?

4.4 - Como você classifica seu apartamento em relação à iluminação artificial nas vias públicas do bairro?

Conforto higro-térmico de verão e inverno

4.9 - Como você considera a temperatura de sua casa no verão?

Quanto à situação de conforto de verão, porcentagem significativa dos entrevistados (43,21%) demonstrou insatisfação. Primeiramente, pensou-se que esta insatisfação pudesse estar relacionada a dois principais fatores para a análise técnica: a orientação oeste e os apartamentos de cobertura. Ambas estas superfícies são mais frágeis do ponto de vista térmico pela maior incidência de radiação solar no período crítico para o conforto, que é exatamente o verão. Isolaram-se na amostra os apartamentos de leste, oeste e cobertura para verificar a mudança de comportamento dos usuários. As respostas não foram conclusivas, pois não confirmaram de maneira significativa as justificativas técnicas esperadas. As respostas relativas à insatisfação foram as seguintes: leste (53,57%), oeste (34,62%) e cobertura (38,46%).

4.10 - Como você considera a temperatura de sua casa no inverno?

4.11 - Você já observou a presença de focos de umidade na sua casa?

Ventilação natural

4.5 - Como você classifica seu apartamento em relação à ventilação na cozinha?

4.6 - Como você classifica seu apartamento em relação à ventilação no banheiro?

4.7 - Como você classifica seu apartamento em relação à ventilação na área de serviço?

4.8 - Como você classifica seu apartamento em relação à ventilação no resto do apartamento?

Acústica

5.3 Como você considera seu apartamento em relação ao barulho vindo de áreas vizinhas ou externas ?

A pesquisa de campo revelou que, de todos os parâmetros do Conforto Ambiental e do ponto de vista global, a acústica foi o parâmetro mais crítico para o usuário. Quase $\frac{3}{4}$ dos entrevistados (72,84%) apontaram problemas de perturbação com ruídos externos. As causas deste problema serão múltiplas - o partido arquitetônico em "H" associado a detalhes construtivos e à organização dos espaços livres do conjunto.

5.3.1 De onde vem o barulho que lhe perturba?

Baseados nos resultados da avaliação comportamental e como um primeiro cruzamento com a análise técnica, na tentativa de se demonstrar a gravidade de determinados problemas de Conforto Ambiental, foram feitas tabulações específicas a partir da amostra original dos 81 apartamentos.

Como exemplo, na área de Acústica foram feitas duas tabulações específicas em:

Grupo 1: apartamentos mais próximos às vias de circulação e fontes externas de ruído (estacionamentos e áreas de lazer), portanto mais ruidosos; e

Grupo 2: apartamentos muito bem protegidos de ruídos externos e, portanto, mais silenciosos.

Ainda a título de exemplo, na área de Conforto Térmico foram feitas três tabulações específicas em:

Grupo 1: apartamentos voltados a Leste

Grupo 2: apartamentos voltados a Oeste

Grupo 3: apartamentos de cobertura (último pavimento)

JSL4-9c Temperatura da casa no verão

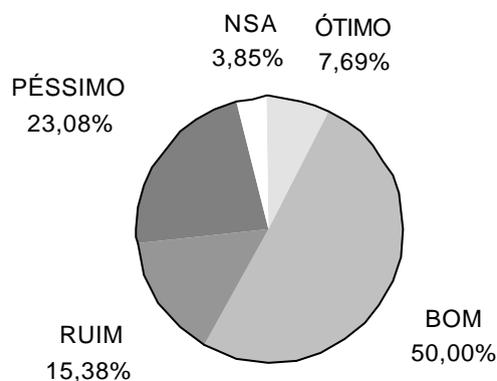


Figura 5 - Avaliação comportamental: temperatura da casa no verão

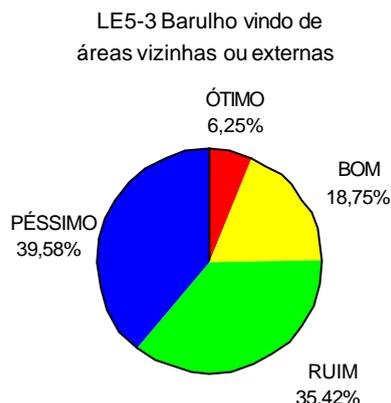


Figura 6 - Avaliação comportamental: barulho vindo das áreas vizinhas ou externas

Determinação dos critérios de avaliação

A definição dos critérios de desempenho a serem cumpridos por cada subárea do Conforto Ambiental foi determinada em função de duas grandes variáveis:

(a) do uso do espaço - aspectos ligados à funcionalidade de cada ambiente, levando-se em consideração as condições mínimas para a realização de cada atividade, as superposições de funções, etc. É a forma como o usuário percebe e usa o espaço. São as exigências funcionais.

(b) das exigências humanas em relação ao conforto luminoso, térmico e acústico, que são condicionantes impostas pela percepção física dos fenômenos de luz, calor e som, independentemente da função. São os limites inferiores e superiores de luz, som e calor que o indivíduo pode suportar. Evidentemente, se temos limites superiores e inferiores, temos também valores que estariam compreendidos dentro do que chamamos “zonas de conforto” e que partem do pressuposto de que, sob estas circunstâncias, o indivíduo faria o mínimo esforço fisiológico de adaptação à luz, som e calor.

São as exigências humanas e funcionais que vão determinar os critérios de desempenho em si, tanto para os locais da habitação quanto para outros tipos de ambientes e projetos.

A seguir discorre-se sobre os critérios gerais de desempenho de cada um dos ambientes da unidade habitacional. Para todos eles, o conforto térmico, a insolação e a ventilação são os aspectos mais importantes, pois são necessários durante algum tempo no dia ao longo de todo o ano, por motivos não só de conforto mas também higiênicos. Insolação (ganhos térmicos) e ventilação (perdas térmicas) fazem o balanço térmico necessários às condições gerais de conforto (ambiente fresco no verão e quente no inverno).

Dormitório

A iluminação não tem que apresentar características especiais para as funções normais deste espaço - estar e dormir, não se caracterizando como um parâmetro prioritário em termos de desempenho e assumindo, portanto, um papel secundário na análise global.

Os níveis de iluminância gerais estipulados pela NBR 5413 (ABTN, 1992) são relativamente baixos e para os locais de espelho, penteadeira e cama, um pouco mais altos. Estes últimos não serão considerados para a determinação dos critérios de desempenho, pois dependem da posição do mobiliário e de uma interferência e gosto muito pessoais de cada usuário. No entanto, os pontos de luz serão considerados para a análise de consumo de energia.

Quando temos o desenvolvimento de outras funções, como estudo (leitura e escrita) e costura, a iluminação adquire importância, exigindo um maior nível de iluminância (lux) no plano de trabalho e a não incidência de sol direto para se evitar contrastes excessivos e, portanto, ofuscamento. Normalmente, quando essas atividades ocorrem, fica por conta do usuário a solução de colocação do plano de trabalho mais próximo à janela. Neste trabalho não foram adotadas estas últimas atividades como as normais para o dormitório. Em termos gerais, o parâmetro “iluminação natural” estará mais associado (e dependente) do parâmetro “insolação”, que analisaremos mais adiante.

A Acústica é parâmetro fundamental para este local (dormitório). Ela é mais importante aqui do que em qualquer outro local da habitação. O ruído é conflitante com a principal função nele exercida, que é dormir. Este parâmetro adquirirá peso importante na análise global e será determinado pelo nível máximo aceitável de ruído de fundo neste ambiente.

Sala

Para a iluminação valem todas as observações apresentadas para a função “dormitório”. Para esse

espaço, a acústica perde importância e se torna um parâmetro secundário na análise global. Níveis de ruído maiores que os dos dormitórios são aceitáveis para a atividade principal deste espaço (estar), evidentemente dentro de determinados limites.

Cozinha

Para a iluminação não há requisitos especiais a serem cumpridos. O nível de iluminação geral é relativamente baixo, sendo necessário um nível maior em alguns pontos localizados (pia, mesa e fogão), que muitas vezes é resolvido com a iluminação artificial. Para os critérios de desempenho, a iluminação localizada (artificial) não será considerada.

A acústica perde importância para este local (os requisitos de desempenho assemelham-se aos da sala) e se torna um parâmetro secundário na análise global. Níveis de ruído maiores que os do dormitório são aceitáveis para a atividade principal deste espaço que é a preparação e consumo de alimentos, evidentemente dentro de determinados limites. A cozinha pode ter maior importância acústica como local de produção de ruído (através dos encanamentos e do desenvolvimento da própria atividade) em relação a outros locais da habitação e a outras unidades habitacionais. Deve haver controle do período de insolação (incidência de sol direto no plano de trabalho) por três motivos:

- (a) a insolação não é muito conveniente para a conservação dos alimentos;
- (b) incidência de sol direto no plano de trabalho pode ser perigosa, pois existe neste local atividade de corte na preparação de alimentos e possíveis ofuscamentos podem causar acidentes;
- (c) a insolação vai, necessariamente, aumentar os ganhos térmicos num local que, por sua própria função, já produz calor. Isso pode acarretar um ganho térmico excessivo e, conseqüentemente, o desconforto.

A ventilação também é parâmetro importante, pois existe neste local produção de calor e vapor d'água. A ventilação seria necessária para dissipá-los, caso contrário, poder-se-ia ter um desconforto térmico e condensações nas paredes e teto com produção de bolor.

Banheiro

Para a iluminação não temos requisitos especiais a serem cumpridos. O nível de iluminação geral é relativamente baixo, sendo necessário um nível mais alto na pia e espelho, que na maior parte das vezes é resolvido com a iluminação artificial. A acústica não tem importância para este local (os requisitos de desempenho assemelham-se aos da sala e cozinha) e se torna um parâmetro secundário na análise global. Níveis de ruído maiores que os dos dormitórios são aceitáveis para a atividade principal deste local, que é a higiene pessoal, evidentemente dentro de determinados limites. O banheiro pode ter maior importância acústica como local de produção de ruído

através dos encanamentos, ou seja, como fonte de ruído para outros ambientes do apartamento e para outras unidades habitacionais. A ventilação é o parâmetro mais importante, principalmente em se tratando de ambiente úmido e produtor de odores.

Área de serviço

Para iluminação não temos requisitos especiais. Adquire papel secundário na análise global. A Acústica também não tem importância para este local e é secundária. A insolação é parâmetro fundamental, por ser este um local úmido e pela própria função nele exercida, que é a lavagem e secagem de roupa. A seguir passa-se a descrever um dos estudos realizados na pesquisa – o da insolação dos edifícios.

Determinação dos critérios específicos de desempenho para insolação e orientação dos edifícios

Os critérios de desempenho para os diversos locais da habitação e referentes à insolação/orientação dos edifícios são dados pela Tabela 1. A Tabela 2 exemplifica a Matriz de estudos de insolação. Os estudos de insolação foram realizados por meio de *Matrizes de Avaliação de Desempenho de Insolação/Orientação* para a tipologia arquitetônica estudada. As variáveis que influenciaram foram:

- (a) a latitude do lugar, no caso de São Paulo, 24° sul;
- (b) a época do ano e hora do dia;
- (c) as orientações das fachadas que possuem aberturas;
- (d) as obstruções externas, inclusive as propiciadas por cada uma das lâminas dos blocos sobre a outra;
- (e) a função do local.

Estas matrizes foram estruturadas em nove colunas, a saber:

1ª coluna: relação dos ambientes;

2ª coluna: números dos blocos;

3ª coluna: quantidade de ambientes pelo total dos blocos;

4ª coluna: foram dadas as orientações reais;

5ª coluna: o andar onde o ambiente considerado se encontra;

6ª coluna: foram representados os diagramas ou cartas solares, base para os estudos de insolação para cada ambiente.

7ª coluna: foram representadas as horas de insolação divididas em duas colunas - verão e inverno. Os períodos de insolação podem ser lidos diretamente dos diagramas solares.

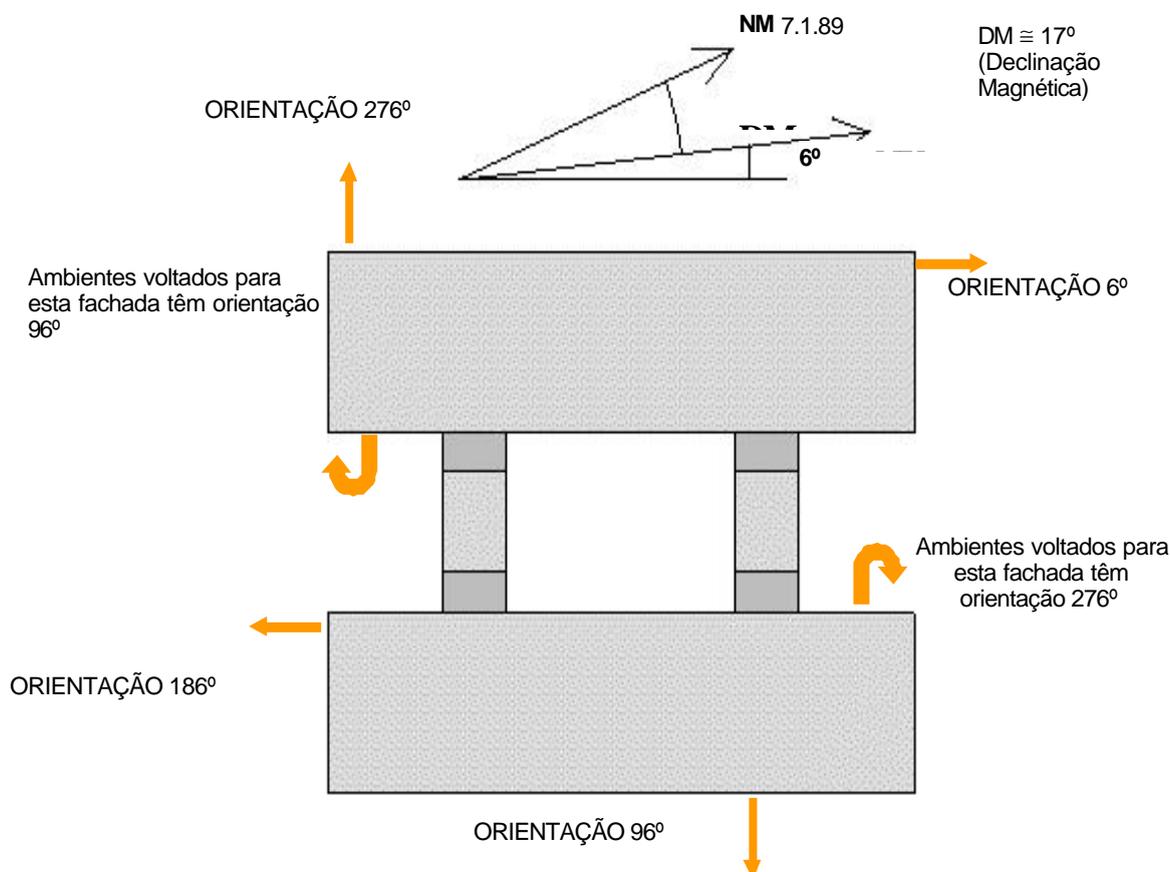
8ª coluna: foram representadas as qualificações das orientações dos respectivos ambientes.

9ª coluna: observações.

Ambientes	Horas de insolação (*)				Observações
	Verão		Inverno		
	mín	max	mín	max	
dormitório	NT	2	2	NT	Sol de manhã ou à tarde ou o dia todo (no período frio - de março a setembro) Sol de manhã, preferencialmente no período quente – de setembro a março
sala	NT	2	2	NT	Sem sol ou com insolação tangencial à fachada (no período quente - de setembro a março) Sol de manhã, preferencialmente no período quente – de setembro a março
cozinha	NT	2	2	5	Sol de manhã (no período frio ou quente) ou sol à tarde (no inverno)
banheiro	1	2 ^(**) ou 4 ^(***)	2	NT	Sol de manhã e/ou à tarde (no período frio) e sol da manhã ou à tarde (no período quente)
área de serviço	2	6	2	NT	Sol de manhã e/ou à tarde (nos períodos quente e frio)

Notas - (*) Tempo de insolação total, aceito até (+) e (-)15 minutos para os intervalos; (**) se for sol da tarde; e (***) se for sol da manhã. NT - não tem limitações. Esta tabela refere-se mais ao estudo de caso, cidade de São Paulo. Para outras latitudes dever-se-á consultar o volume IV da referida pesquisa.

Tabela 1 - Critérios de desempenho para a insolação/orientação



Nota - As orientações das fachadas são dadas por seus azimutes (ângulos lidos entre o NV e a normal à fachada, sempre no sentido horário, de 0° a 360°)

Figura 7 - Esquema de leitura das orientações fachadas c/ azimutes 6°, 96°, 186° e 276

Diagnósticos e conclusões

As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados finais dos estudos de insolação, globalizando as porcentagens das qualificações “bom”, “ruim” e “péssimo” para cada um dos 2496 ambientes dos 416 apartamentos da área total estudada, para os períodos de verão e inverno, respectivamente.

Dormitórios

Todos os dormitórios estão voltados para fora do “H” ou seja, 50% têm orientação leste (azimute 96°) e 50% orientação oeste (azimute 296°).

Em um detalhamento maior destes dados vê-se que, para a condição de verão, mais crítica do ponto de vista térmico, somente 1,9 % dos dormitórios apresentam uma orientação favorável, que correspondem àqueles dos blocos 2 e 5 do primeiro andar e que usufruem bom mascaramento propiciado pelos blocos 3 e 6. Os 98,1% restantes apresentam orientação “ruim” e são os blocos que têm insolação excessiva durante o período mais crítico do ano

do ponto de vista térmico, que é o período compreendido entre outubro e março, e na avaliação técnica tomado como referência o solstício de verão (22 de dezembro).

Para o período de inverno, menos significativo para o clima de São Paulo, porém também significativo para a análise de desempenho geral das edificações, podemos constatar que 100 % dos dormitórios cumprem os critérios de desempenho estabelecidos como referência. O motivo é simples: todos estão com orientação praticamente leste e oeste (azimutes = 96° e 276°) recebendo sol pela manhã e tarde.

Salas, cozinhas e áreas de serviço

Exatamente 50% de todos estes ambientes estão voltados para o pátio interno formado pelas duas caixas de escada. Os outros 50% estão localizados nas quatro extremidades do “H”. Os resultados apontam que não existem diferenças percentuais entre estes diferentes espaços (entre salas, cozinhas e áreas de serviço), pois todos apresentam mesma orientação.

Ambiente	Blocos	Orientação real	Andar	Estudos de insolação	Horas de insolação		Qualificação	obs:
					Verão	Inverno		

Tabela 2 - Modelo de matriz de avaliação de desempenho –orientação/insolação

QUALIFICAÇÕES									
Nº TOTAL DE AMBIENTES	BOM		RUIIM		PÉSSIMO		TOTAL		
	Nº	(%)	Nº	(%)	Nº	(%)	Nº	(%)	
Dormitórios	832	16	1,9	816	98,1	--	--	832	100
Salas	416	104	25,0	312	75,0	--	--	416	100
Cozinhas	416	104	25,0	312	75,0	--	--	416	100
Banheiros	416	--	--	--	--	416	100	416	100
Área serviço	416	104	25,0	312	75,0	--	--	416	100
Total	328	13,1	1752	70,2	416	16,7	2496	100	

Tabela 3 - Globalização das qualificações insolação - verão

QUALIFICAÇÕES									
Nº TOTAL DE AMBIENTES	BOM		RUIIM		PÉSSIMO		TOTAL		
	Nº	(%)	Nº	(%)	Nº	(%)	Nº	(%)	
Dormitórios	832	832	100	--	--	--	--	832	100

Salas	416	104	25,0	312	75,0	--	--	416	100
Cozinhas	416	104	25,0	312	75,0	--	--	416	100
Banheiros	416	--	--	--	--	416	100	416	100
Área serviço	416	104	25,0	312	75,0	--	--	416	100
Total		1144	45,8	936	37,5	416	16,6	2496	100

Tabela 4 - Globalização das qualificações - insolação – inverno

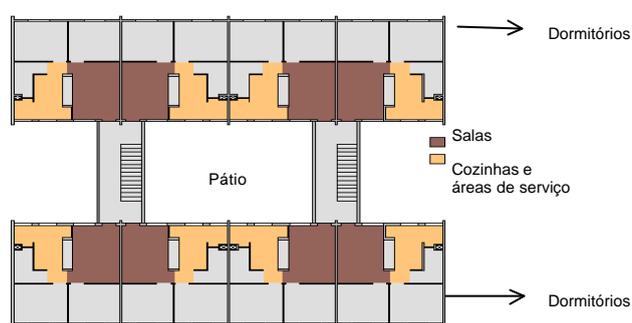


Figura 8 - Indicação das salas e das cozinhas/áreas de serviço

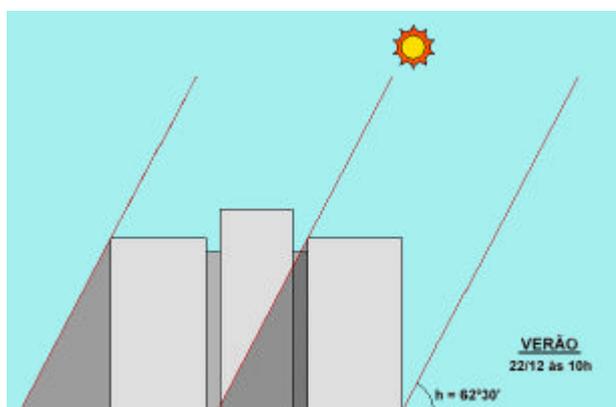


Figura 9 – Sombras no Verão

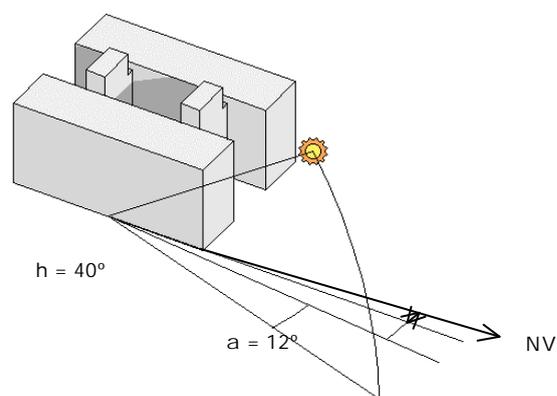


Figura 10 – Sombras no inverno

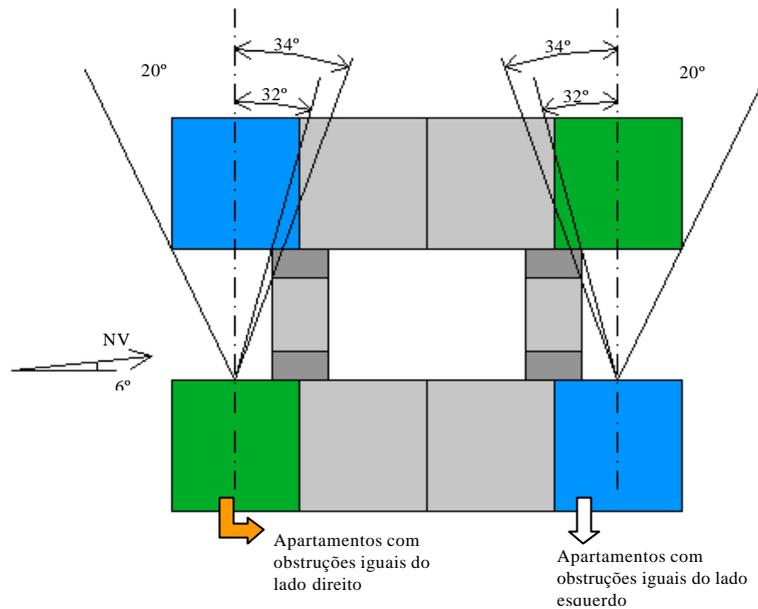


Figura 11 - Obstruções dos apartamentos das extremidades

Para os ambientes que estão voltados para o pátio interno, as obstruções externas causadas pela lâmina do bloco em frente às janelas, juntamente com as obstruções causadas pelas duas caixas de escada, prejudicam significativamente a insolação. Todos os ambientes orientados para os pátios internos, do térreo ao último andar, têm sua insolação prejudicada e não cumprem o critério de desempenho. A gravidade deste problema aumenta à medida que descemos em altura nos andares (ou seja, térreo é o pior), mas mesmo os apartamentos dos quartos andares não cumprirão os critérios fixados como satisfatórios. Pode-se notar para estes últimos que eles não recebem insolação no solstício de inverno. Obviamente, a iluminação e a ventilação naturais estes apartamentos serão bem mais satisfatórios em relação aos dos andares térreos ou mesmo aos dos primeiro e segundo andares.

Esta avaliação específica para os ambientes voltados para o pátio interno pode ser constatada pelos estudos de mascaramento (cartas solares) apresentados na quinta coluna das matrizes de avaliação. Abaixo reproduzimos um desses estudos para conseguirmos avaliar com maior precisão os efeitos de obstrução mencionados acima.

Para os 50% dos ambientes que estão localizados nas extremidades do "H" a situação melhora substancialmente, tanto do ponto de vista da insolação quanto da iluminação natural e ventilação. Para a condição de inverno, 13,50% dos ambientes têm classificação "Boa". O motivo é óbvio:

pela não existência da segunda caixa de escada em um dos lados do "H", os ambientes ficam livres para receber insolação. Os outros 50% para a condição de inverno ainda se encontram na condição "Ruim", pois a única caixa de escada existente obstrui o sol nesta época do ano. Para a condição de verão, todos os ambientes continuam tendo condição insatisfatória, ou seja, recebem mais sol do que o necessário, com exceção daqueles do primeiro andar que recebem 2 horas e 10 minutos de insolação.

Dois exemplos das cartas solares (Figuras 12 e 13) com seus respectivos estudos de mascaramentos para o caso dos ambientes que se encontram nas extremidades do bloco em "H" podem ser vistos a seguir. Apresentam-se também dois esquemas exemplificando a questão de obstrução ou não das caixas de escada, dependendo da posição do apartamento (Figura 11).

Banheiros

Do ponto de vista da insolação, a qualidade dos banheiros foi classificada pelos critérios de desempenho estabelecidos na Tabela 1 como "péssima" em 100% dos casos, pois todos eles têm abertura voltadas para a área de serviço e não para o exterior. Se para a ventilação esta orientação pode resolver em alguns casos, para a iluminação natural e, principalmente, para a insolação (fundamental para este local, inclusive do ponto de vista higiênico), isto não resolve.

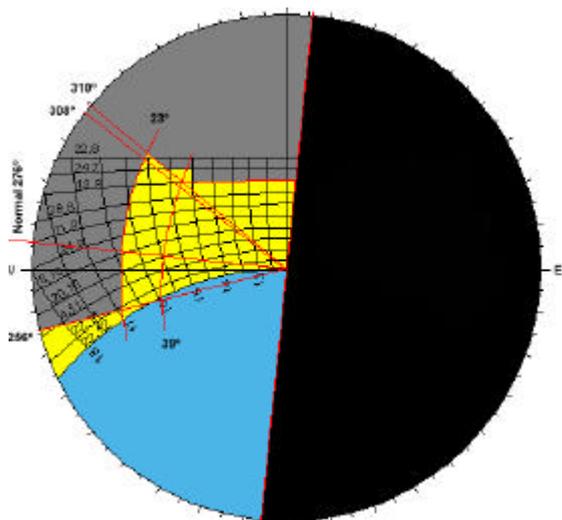


Figura 12 - Mascaramento dos apartamentos das extremidades com obstruções do lado direito – 4º andar

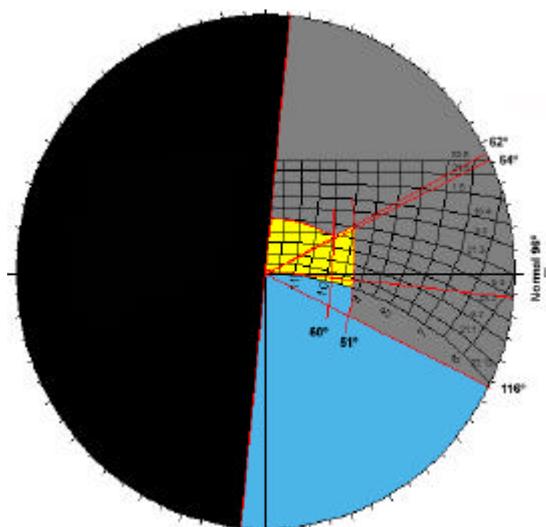


Figura 13 - Mascaramento dos apartamentos das extremidades com obstruções do lado esquerdo – 2º e 3º andares



Figura 14 – Apartamentos superiores com melhor insolação e iluminação natural



Figura 15 - Aptos entre as escadas com insolação insuficiente aproveitam a face externa da caixa de escada para secagem de roupa (esq.)

Conclusão geral dos estudos de insolação

Devemos lembrar que, embora o fator “orientação/implantação dos edifícios” não seja o único a interferir diretamente nas condições de conforto, ele se apresenta como um dos principais, pois definirá de imediato a quantidade de radiação incidente em cada uma das fachadas (dada em W/m^2).

Pelos resultados apresentados anteriormente podemos concluir que a tipologia tipo “H” adotada pela C.D.H.U., associada à forma de implantação adotada no conjunto habitacional, acarreta sérios problemas para boa parte dos apartamentos, principalmente para aqueles voltados para a parte interna do pátio.

Para a situação de verão temos 89,9% dos ambientes com a qualificação “Ruim” ou “Péssimo” e 13,1% como “Bom”. Para a condição de inverno, mais da metade (54,2%) recebe qualificações negativas, entre “Ruim” e “Péssimo” e 45,8% “Bom”.

Estes valores poderiam ter sido melhorados em parte:

- (a) com a adoção de uma outra implantação para os edifícios (que propiciasse fachadas voltadas mais para norte-sul que leste-oeste);
- (b) pela adoção de uma outra tipologia formal para os blocos de apartamentos ;
- (c) pela adoção de elementos de controle da radiação solar para as aberturas (principalmente dos dormitórios);
- (d) e pela adoção de uma outra tipologia de janela.

Quanto a este último aspecto, a tipologia de janela adotada para os dormitórios - com lâmina interna de correr e folha externa tipo “veneziana”, não é a melhor tipologia do ponto de vista do controle da insolação.

Este texto é parte integrante da pesquisa *Procedimentos Metodológicos Para a Aplicação da Avaliação Pós-Ocupação em Conjuntos Habitacionais para a População de Baixa Renda: Do Desenho Urbano à Unidade Habitacional*, que contou com a participação dos professores e pesquisadores: Marcelo de Andrade Roméro, Sheila Walbe Ornstein, João Roberto Leme Simões, Khaled Goubar, Gilda Collet Bruna, Nelson Solano Vianna, Ualfrido Del Carlo, Rosária Ono, Suzana Pasternak Taschner, Antero de Oliveira Cruz, Varlete Aparecida Benevente, Lucia Pirró Dilonardo e Walderley John.

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

ALUCCI, Marcia P. Critérios para implantação de conjuntos habitacionais em clima quente-úmido. **Revista Tecnologia de Edificações**, v. 3, n. 4, set 1987. (IPT)

_____. **Manual de Recomendações para adequação de habitações térreas unifamiliares ao clima no Estado de São Paulo**. São Paulo: FAU/USP, 1981. V 1.

ALUCCI, Marcia P. et al. **Implantação de conjuntos habitacionais**: recomendações para adequação climática e acústica. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo/ Divisão de Edificações / Secretaria da Indústria / Comércio e Tecnologia do Estado de São Paulo, 1986.

AMBIENTAL. **Diretrizes preliminares de conforto ambiental para projetos de agências**. São Paulo: Ambiental/CESP/Nossa Caixa, 1985.

DEL CARLO, Ualfrido (Resp.); MOTTA, Caio Fábio Attadia da (Coord.) **Nível de satisfação em conjuntos**

habitacionais da Grande São Paulo: 1990. São Paulo, EEMPLASA, 1990.

ESTUDOS sobre habitabilidade fornecerão subsídios para elaboração de normas técnicas. In: *A construção: Região Sul*, n. 155, set. 81.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório nº 29.860/91**. São Paulo: STQ-COHAB-SP, 1991

ORNSTEIN, Sheila Walbe. **A avaliação da habitação autogerida no terceiro mundo**. 1988. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ROMÉRO, Marcelo; ORNSTEIN, Sheila Walbe; VIANNA, Nelson. **Avaliação pós-ocupação**: Conjunto Habitacional Presidente Castelo Branco. São Paulo: COHAB-SP, 1992.

ROMÉRO, Marcelo et al. **Procedimentos metodológicos para aplicação da avaliação pós-ocupação em conjuntos habitacionais**: do desenho urbano à unidade habitacional. Rio de Janeiro: FINEP; FUPAM; NUTAU, 1999.

Agradecimentos

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Programa de Tecnologia da Habitação (Habitare), pelo financiamento à pesquisa.