

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**A ESTRUTURA METÁLICA COMO SOLUÇÃO PARA A  
HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: UMA  
AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DO CONJUNTO  
HABITACIONAL OSWALDO BARBOSA PENNA II,  
NOVA LIMA – MG**

Ouro Preto, agosto de 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**A ESTRUTURA METÁLICA COMO SOLUÇÃO PARA A  
HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: UMA  
AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DO CONJUNTO  
HABITACIONAL OSWALDO BARBOSA PENNA II,  
NOVA LIMA – MG**

**AUTOR: MARIANA MARTINS DE CARVALHO HERMSDORFF**

ORIENTADOR: Henor Artur de Souza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração: Construções Metálicas.

Ouro Preto, agosto de 2005.

Ao meu pai, companheiro de todas as horas,  
À minha mãe, pela dedicação de todos estes anos,  
À minha irmã, pelas alegrias compartilhadas desde seu nascimento,  
Ao Emille, pelo amor incondicional,  
À minha madrinha, pela eterna compreensão.

## MEUS AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Ouro Preto, em especial, aos professores e funcionários da Pós-graduação em Engenharia Civil, pela oportunidade de aprendizado e despertar de conhecimentos.

Ao meu orientador, Henor Artur de Souza, pela orientação, incentivo e compreensão em todos os momentos deste trabalho.

Aos moradores do Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Pena II, em Nova Lima – MG, especialmente a Nádia e a Solange, que permitiram que utilizássemos seus apartamentos para as medições *in loco*.

À COHAB pela ajuda e informações cedidas, nas pessoas do Cláudio Beleza e, principalmente, o Sr. Milton Mendes, por acreditar que é possível implementar programas para a construção de moradias de interesse social.

À Usiminas, pelas informações cedidas e apoio financeiro.

Ao Paulo e Dona Zina que me acolheram com extremo carinho durante estes dois anos.

À arquiteta Marilda Antonini pelas informações e bibliografias compartilhadas, além de ter me despertado o interesse pelo assunto.

À Róvia que me socorreu em tantos momentos por e-mail ou fax.

Ao Leonam e a Dalva, meus sogros e amigos, eternos integrantes da minha amada família.

À minha família e meus amigos que sempre estiveram presentes comigo nesta longa caminhada.

## **RESUMO**

Na atualidade, diante do cenário de extrema carência de habitações, torna-se urgente e imprescindível o estabelecimento de técnicas e processos construtivos racionalizados, buscando uma maior economia, aplicabilidade, rapidez e qualidade, de forma a dinamizar a produção de habitação de interesse social. Além disso, é necessário ressaltar que a perspectiva de aquisição de imóvel residencial para uma grande parcela da população brasileira é, quase sempre, uma oportunidade única ao longo da vida. Diante deste paradigma, soluções técnicas de rápida execução combinada a custos baixos e ao conforto ambiental é a opção mais vantajosa hoje, onde a construção metálica tem demonstrado ser uma boa opção. Entretanto, a introdução e a crescente demanda destes processos construtivos necessita ainda de avaliações, para que não se inicie uma nova etapa no processo com as mesmas marcas de desperdício e frustração que caracterizaram a anterior, permitindo operação e manutenção compatíveis com o usuário e, conseqüentemente, a otimização da vida útil do patrimônio adquirido. Tendo em vista esta necessidade, este trabalho consiste em uma investigação acerca do desempenho de construções metálicas associada ao processo de mutirão, com fins habitacionais para a população de baixa renda. Nessa análise, tem-se como objetivo levantar a satisfação do usuário, não somente em relação aos aspectos simbólicos, estéticos, formais e funcionais, mas, também, tendo este como sujeito social que diante de uma nova tecnologia construtiva tenha a capacidade de se posicionar criticamente como consumidor final. Nesse sentido, a qualidade construtiva e a facilidade de manutenção são etapas que adquirem um caráter de responsabilidade profissional.

## **ABSTRACT**

Nowadays, facing the extreme lack of dwellings scenery, it becomes urgent and essential the establishment of rationalized building processes and techniques, searching for savings, applicability, quickness and quality, in order to optimize social housing production. Besides, it is necessary to enhance that the perspective to get a property, for a large part of the Brazilian population is a once in a life time opportunity. So, before this reference, quick technique solutions associated to low budget and environmental comfort, is, today, the most profit option, where metallic construction has been shown as a good solution as well. However, the introduction and the growing demand of these building processes still require some evaluations, so that won't be a new stage process beginning with the same wastes and frustrations that characterized the former one, allowing operation and maintenance compatible with the user and, consequently, the optimization of the worth life of the acquired inheritance. Focusing on this particular need, this work consists if an investigation about performance evolution if steel framework associated to self help groups construction process, with residential purposes for low income populations. The main goal of this analysis is to measure user's satisfaction, not only about a esthetics, symbolic, functional and formal aspects, but also taking the user as part of the social mechanism, that, facing a new building technology, shows a critical view as the final consumer. In this sense, the constructive quality and the ease of maintenance demand professional responsibility.

## SUMÁRIO

<b>Resumo</b>	V
<b>Abstract</b>	VI
<b>Lista de figuras</b>	XIII
<b>Lista de tabelas</b>	XVIII
<b>Abreviaturas</b>	XX

### **CAPÍTULO I**

#### **1. Introdução**

1.1. Considerações iniciais	01
1.2. O Projeto Mutirão	03
1.3. A opção pelo aço na história	06
1.4. O uso da estrutura metálica no Brasil	11
1.5. Objetivos	15
1.6. Justificativa e relevância do tema	15
1.7. Estrutura do trabalho	16

### **CAPÍTULO II**

#### **2. A habitação de interesse social no Brasil**

2.1. Breve cronologia da habitação de interesse social no Brasil	19
2.2. A habitação de interesse social e a arquitetura moderna	21
2.3. As premissas de projeto para a habitação de interesse social no Brasil	25
2.4. Panorama geral da habitação popular no cenário nacional atual	26
2.5. A participação do usuário no processo de projeto e na construção de sua moradia	27
2.5.1. A autoconstrução: uma forma de participação do morador	29
2.6. A padronização e o dimensionamento mínimo	31

### **CAPÍTULO III**

#### **3. Procedimentos metodológicos**

3.1. Considerações iniciais	37
3.2. Estudos ambiente-comportamento	38
3.3. Os critérios de desempenho	40
3.4. Dados levantados	44
3.5. A pesquisa de campo	44
3.5.1. O roteiro da pesquisa de campo	45

### **CAPÍTULO IV**

#### **4. O estudo de caso: o conjunto habitacional Oswaldo Barbosa Penna II - Nova Lima/ MG**

4.1. Apresentação geral	47
4.2. A cidade de Nova Lima	48
4.3. O empreendimento	48
4.4. Os equipamentos sociais da vizinhança	49
4.5. O Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Penna II	51
4.5.1. Implantação	51
4.5.2. Tipologia dos edifícios e dos apartamentos	53
4.5.3. Sistema construtivo	55
4.6. Determinação da acessibilidade e da amostragem	57
4.6.1. O trabalho de campo	57
4.6.2. Determinação da amostragem	58
4.6.3. Aplicação dos instrumentos – Coleta de dados	59
4.6.4. Sistematização e tratamento dos dados	60

### **CAPÍTULO V**

#### **5. A avaliação de desempenho em relação ao sistema estrutural**

5.1. Considerações preliminares	62
5.2. Caracterização da população entrevistada	62
5.3. Caracterização técnico-construtiva	63
5.3.1. Implantação	63



5.3.2. Fundações	65
5.3.3. Estrutura	66
5.3.3.1. Conhecimento prévio da estrutura metálica	67
5.3.3.2. A interface da alvenaria com a estrutura	67
5.3.3.3. O contraventamento	68
5.3.3.4. Pontos de corrosão na estrutura	72
5.3.4. Fechamento	74
5.3.4.1. Fechamento interno e externo	74
5.3.4.2. Fechamentos horizontais	77
5.3.4.3. Forros (teto)	78
5.3.5. Cobertura	79
5.3.6. Aberturas	81
5.3.7. Revestimentos	82
5.3.8. Materiais empregados	83
5.3.9. Equipamentos de prevenção contra incêndio	85
5.3.10. Infra-estrutura e outros	86
5.3.11. Aspectos comportamentais	88
5.4. Conclusões	88

## **CAPÍTULO VI**

### **6. A avaliação de desempenho em relação ao conforto ambiental**

6.1. Considerações preliminares	90
6.2. Variáveis do conforto ambiental para os locais de habitação	90
6.3. Avaliação comportamental – exigências humanas	91
6.3.1. Conforto Luminoso	91
6.3.2. Conforto higrotérmico de verão e inverno	91
6.3.3. Ventilação natural	93
6.3.4. Acústica	94
6.4. Avaliação comportamental – uso do espaço	96
6.4.1. Variação do layout interno das unidades	96
6.4.2. A forma como sua unidade está dividida	104

6.4.3. A aparência estética do edifício	104
6.4.4. Considerações sobre o conjunto como um todo	105
6.5. Conclusão	106
6.6. A avaliação quantitativa do ambiente interno	108
6.6.1. Considerações preliminares	108
6.6.2. A avaliação técnica	109
6.6.3. A medição <i>in loco</i>	109

## **CAPÍTULO VII**

### **7. Conclusões e sugestões**

7.1. Considerações finais	119
7.2. Sugestões para futuras pesquisas	123

<b>Referências Bibliográficas</b>	124
-----------------------------------	-----

## **ANEXOS**

### **Anexo I**

<b>O Programa Mutirão de Belo Horizonte e região</b>	136
1.1.1. O objetivo do programa de mutirão	138
1.1.2. A seleção das famílias e das moradias	139
1.1.3. A organização do programa	140
1.1.4. A opção pela estrutura metálica	144
1.1.5. A construção e o sistema de mutirão	144
1.1.6. A mulher, os idosos, os doentes e as crianças no processo de mutirão	146
1.7. O sistema USITETO na cidade de Nova Lima – MG	148

### **Anexo II**

#### **Memorial Descritivo e de Fiscalização do Sistema Usiteto**

2.1. Normas específicas aplicáveis	149
2.2. Qualidade dos serviços, materiais e equipamentos	150
2.3. O partido arquitetônico	150

2.4. Especificações técnicas	150
2.4.1. Serviços preliminares	151
2.4.2. Fundação	151
2.4.3. Cintas e baldrames	152
2.5. A estrutura metálica	152
2.5.1. Soldas	152
2.5.2. Sistemas de estabilização	153
2.5.3. Padronização dos elementos	154
2.5.4. Lajes	154
2.5.5. Transporte	155
2.5.6. Montagem	155
2.5.6.1. Pilares	155
2.5.6.2. Vigas	156
2.5.6.3. Escadas	157
2.5.6.4. Revisão	157
2.6. Fechamentos	158
2.6.1. Estudo das alvenarias	159
2.7. Cobertura	160
2.8. Pintura	160
2.8.1. Preparação das superfícies	160
2.8.2. Materiais	161
2.8.2.1. Aplicação à pistola	161
2.8.2.2. Aplicação à rolo	161
2.8.2.3. Aplicação à trincha ou pincel	162
2.9. Resistência ao fogo	162
2.10. Instalações	162

## **Anexo I II**

1. Dados Cadastrais	163
2. Conhecimento do sistema construtivo adotado	164
3. Nível de satisfação do usuário	165

4. Visão crítica do sistema construtivo adotado	166
5. Percepção do Uso do Espaço	168

#### **Anexo IV**

1. Ficha técnica da obra	169
2. Caracterização do processo construtivo	169
3. Caracterização do processo de projeto	170
4. Características técnicas do projeto	171

#### **Anexo V**

Termo de Consentimento Livre Esclarecido	172
--	-----

#### **Anexo VI**

6. Sistema de Aquisição de dados	173
6.1. Os sensores de umidade do ar	173
6.1.1. O sensor de umidade capacitivo	175
6.1.2. Sensores de temperatura do ar	175
6.1.3. Os sensores de velocidade do ar	177
6.1.4. O data logger	180
6.1.5. O software	181

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I

Figura 1.1 – Palácio de Cristal – Londres, 1851.	09
--	----

### Capítulo IV

Figura 4.1 – Vista do conjunto, 2004.	49
Figura 4.2 – Vista do entorno, 2004.	50
Figura 4.3 – Vista panorâmica do entorno, 1999.	50
Figura 4.4 – Implantação geral do empreendimento.	52
Figura 4.5 – Vista de um dos edifícios do Conjunto Habitacional USITETO em Nova Lima – MG, 2004.	53
Figura 4.6 – Planta Baixa – pavimento tipo.	54
Figura 4.7 – Planta original do apartamento com o layout sugerido pela Cohab-MG.	55
Figura 4.8 – Cobertura sem coletores.	56
Figura 4.9 – Apartamento sem acabamento interno.	57

### Capítulo V

Figura 5.1 – Número de pessoas residentes no apartamento.	63
Figura 5.2 – Sala do apartamento do 1º andar – foco de umidade, 2004.	64
Figura 5.3 – Vista da rampa para a garagem e pedestres, 2004.	64
Figura 5.4 – Problemas de acessibilidade nos passeios, 2004.	65
Figura 5.5 – Vista da fundação, 1998.	65
Figura 5.6 – Focos de corrosão na placa de base dos pilares, 2004.	66
Figura 5.7 – Conhecimento prévio da estrutura metálica.	67
Figura 5.8 – Trinca entre a estrutura metálica e a alvenaria, 2004.	68
Figura 5.9 – Trincas entre o fechamento e a estrutura, 2004.	68
Figura 5.10 – Vista dos edifícios na época da construção com o contraventamento, 1998.	69
Figura 5.11 – Vista dos edifícios hoje, sem o contraventamento, 2004.	69

Figura 5.12 – Satisfação com relação ao contraventamento.	70
Figura 5.13 – Reutilização da estrutura metálica do contraventamento – portão.	70
Figura 5.14 – Reutilização da estrutura metálica do contraventamento – lixeira.	71
Figura 5.15 – Detalhe da pintura utilizada para melhorar a vedação entre a estrutura e o fechamento, 2004.	71
Figura 5.16 – Pontos de corrosão na estrutura do banheiro, 2004.	72
Figura 5.17 – Detalhe do aço patinável: apartamento sem acabamento.	73
Figura 5.18 – Problemas relativos a ocorrência de corrosão.	73
Figura 5.19 – Receio em relação a corrosão.	74
Figura 5.20 – Receio de relâmpagos.	74
Figura 5.21 – Satisfação com relação à regularidade do esquadro.	75
Figura 5.22 – Trincas em roda-teto, 2004.	76
Figura 5.23 – Trincas em azulejos, 2004.	76
Figura 5.24 – Utilização de papel de parede, 2004.	77
Figura 5.25 – Detalhe – problema relativo ao esquadro, 2004.	78
Figura 5.26 – Detalhe da laje de cobertura, 2004.	79
Figura 5.27 – Detalhe da laje de cobertura – infiltração, 2004.	79
Figura 5.28 – Ocorrência de problemas de vazamentos.	80
Figura 5.29 – Ocorrência de problemas de infiltrações.	80
Figura 5.30 – Infiltração das águas das chuvas pelas aberturas, 2004.	81
Figura 5.31 – Substituição da porta de entrada, 2004.	82
Figura 5.32 – Satisfação com relação a obtenção de mão-de-obra qualificada.	84
Figura 5.33 – Satisfação com relação a tecnologia construtiva.	84
Figura 5.34 – Satisfação com relação a frequência de problemas relacionados à tecnologia construtiva.	85
Figura 5.35 – Receio de incêndio.	86
Figura 5.36 – Detalhe do gradil das janelas do 1º andar, 2004.	87
Figura 5.37 – Detalhe do guarda corpo da escada, 2004.	87
Figura 5.38 – Satisfação com relação a segurança.	88
Figura 5.39 – Níveis de satisfação dos usuários em relação à tecnologia construtiva.	89

## Capítulo VI

Figura 6.1 – Ocorrência de focos de umidade nas unidades.	93
Figura 6.2 – Piso emborrachado colocado sobre a escada metálica, 2004.	95
Figura 6.3 – Piso em granito colocado sobre a escada metálica, 2004.	95
Figura 6.4 – Formas de ocupação, mobiliário e equipamentos <i>lay out</i> indicado pelo projeto.	96
Figura 6.5 – Variação do lay out pelos moradores.	97
Figura 6.6 – Variação do layout pelos moradores.	98
Figura 6.7 – Variação do lay out pelos moradores.	99
Figura 6.8 – Área de serviço unida a cozinha, 2004.	99
Figura 6.9 – Variação do lay out pelos moradores.	100
Figura 6.10 – Redesenho de parede, 2004.	101
Figura 6.11 – Varal comunitário, 2004.	102
Figura 6.12 – Varal de janela, 2004.	103
Figura 6.13 – Facilidade em se dispor os móveis.	104
Figura 6.14 – Satisfação em relação a organização espacial da unidade.	105
Figura 6.15 – Colocação de caixas de correio individuais, 2004.	106
Figura 6.16 – Melhorias em unidades, 2004.	107
Figura 6.17 – Fachada de antiga residência.	108
Figura 6.18 – Vista da sala.	108
Figura 6.19 – Vista da área descoberta da casa.	108
Figura 6.20 – Equipamento de medição, 2005.	111
Figura 6.21 – Evolução temporal da temperatura para o apartamento com fechamento em bloco de concreto.	112
Figura 6.22 – Evolução temporal da umidade relativa do ar para o apartamento com fechamento em bloco de concreto.	112
Figura 6.23 – Evolução temporal da temperatura para o apartamento com fechamento em bloco cerâmico.	113
Figura 6.24 – Evolução temporal da umidade relativa do ar para o apartamento com fechamento em bloco cerâmico.	113
Figura 6.25 – Comparação da evolução temporal da temperatura média interna	114

com a externa para o apartamento com fechamento em bloco em concreto.	
Figura 6.26 – Comparação da evolução temporal da temperatura média interna com a externa para o apartamento com fechamento em bloco cerâmico.	114
Figura 6.27 – Comparação da evolução da umidade relativa média interna com a externa para o apartamento com fechamento em bloco em concreto.	117
Figura 6.28 – Comparação da evolução temporal da umidade relativa média interna com a externa para o apartamento com fechamento em bloco cerâmico.	118
Figura 6.29 – Perfil da velocidade do ar interno.	118
Figura 6.30 – Perfil da velocidade do ar interno.	119

## **Anexo I**

Figura 1.1 – Colocação de grama nos taludes, 1998.	137
Figura 1.2 – Organograma para o Mutirão, 1997.	138
Figura 1.3 – Aulas na escola do mutirão, 1998.	141
Figura 1.4 – Almoço dos mutirantes, 1998.	142
Figura 1.5 – Mutirantes cozinheiras, 1998.	145
Figura 1.6 – Vespasiano – Estrutura metálica na cobertura, 1998.	146
Figura 1.7 – Mulheres trabalhando, 1998.	147

## **Anexo II**

Figura 2.1 – Fundação superficial com chumbadores, 2003.	152
Figura 2.2 – Execução de solda protegida contra o vento, 2003.	153
Figura 2.3 – Sistema de estabilização, 2003.	154
Figura 2.4 – Lajes escoradas prontas para a concretagem, 2003.	155
Figura 2.5 – Montagem das colunas utilizando guindaste, 2003.	156
Figura 2.6 – Montagem das vigas, 2003.	157
Figura 2.7 – Conjunto Frei Leopoldo – Belo Horizonte, MG, 2000.	158



## **Anexo VI**

Figura 6.1 – Sensor de Umidade Capacitivo ALMEMO, 2003.	175
Figura 6.2 – Faixa de operação dos sensores de temperatura, 2003.	176
Figura 6.3 – Termoanemômetro ALMENO, 2003	179
Figura 6.4 – Rotor de paletas ALMENO, 2003.	180
Figura 6.5 – Data logger ALMENO 3290-8, 2003.	180

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

Tabela 1.1 – Comparativo dos custos em relação a solução adotada.	04
Tabela 1.2 – Comparativo do cronograma de execução em relação a solução adotada	05

### Capítulo II

Tabela 2.1 – Dimensionamento da área habitável – o caso português.	32
Tabela 2.2 – Área útil por número de dormitórios – o caso espanhol.	33
Tabela 2.3 – Área útil mínima total recomendada para habitação em m2 (dormitórios + salas + cozinha + banheiro + área de serviço).	34
Tabela 2.4 – Áreas úteis mínimas recomendadas por cômodo (m2).	34
Tabela 2.5 – Áreas úteis do Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Pena II por cômodo (m2).	35
Tabela 2.6 – Recomendações da NBR 9050:1994 para ambientes internos.	35
Tabela 2.7 – Alturas de dispositivos de ambientes internos no Conjunto Oswaldo Barbosa Penna II	36

### Capítulo IV

Tabela 4.1 – Quadro de distribuição amostral.	59
Tabela 4.2 – Os níveis da Avaliação Pós-ocupação	62

### Capítulo VI

Tabela 6.1 - Posições de medição para as quantidades físicas de um ambiente.	110
--	-----

### Anexo II

Tabela 2.1 – Normas técnicas da ABNT.	149
Tabela 2.2 – Cronograma de montagem da estrutura.	158
Tabela 2.3 – Dimensões da alvenaria.	159

## **Anexo VI**

Tabela 6.1 – Vantagens e desvantagens dos sensores de umidade.	174
Tabela 6.2 – Vantagens e desvantagens dos sensores de umidade.	174
Tabela 6.3 – Faixas de operação e temperatura de operação dos sensores.	177
Tabela 6.4 – Vantagens e desvantagens dos sensores de velocidade.	178

## **ABREVIATURAS**

ABNT – Associação Brasileira de normas Técnicas

APO – Avaliação Pós Ocupação

ASSEMCO – Associação dos Empregados da Cohab/ Cohab – MG

BNH – Banco Nacional de Habitação

CEF – Caixa Econômica Federal

Cohab – Companhia de Habitação

FGTS – Fundo de Garantia por Tempo de Serviço

IAB – Instituto dos Arquitetos do Brasil

IAPs – Institutos de Aposentadorias e Pensões

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

ISO – International Organization for Standardization

FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais

Marreta – Sindicato dos Trabalhadores na Construção Civil de Belo Horizonte e Região Metropolitana

NBR – Normas Brasileiras Registradas

ONU – Organização das Nações Unidas

PIB – Produto Interno Bruto

PUC – Pontifícia Universidade Católica

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SERFHAU – Serviço Federal de Habitação e Urbanismo

SFH – Sistema Financeiro da Habitação

Usiminas – Usina Siderúrgica de Minas Gerais

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUÇÃO**

#### **1.1. Considerações iniciais**

O tema desta pesquisa é a satisfação, por parte do usuário, em relação a habitação de interesse social estruturada em aço. O objetivo é identificar os problemas e as potencialidades da interação entre um sistema industrializado e um sistema tradicionalmente artesanal. Existem inúmeras pesquisas sobre edificações estruturadas em aço, suas patologias e o desconhecimento de manutenção pelo usuário, mas poucas relacionadas a habitação de interesse social, sendo imprescindível um aprofundamento de avaliações de desempenho destas edificações. As construções industrializadas são de grande valia quando se projeta habitações para a população de baixa renda, visto a rapidez da construção e a possibilidade de padronização de elementos construtivos, o que proporciona um menor custo do empreendimento. Além disso, a possibilidade em se empregar a autoconstrução associada a construção industrializada, com a união do artesanal com o manufaturado, pode trazer algumas novidades a respeito do uso do aço nestas circunstâncias.

Assim, a idéia central desta pesquisa funda-se no fato de que é necessário avaliar de forma sistemática as construções de interesse social brasileiras, principalmente aquelas que utilizam sistemas estruturais não convencionais, para que se possa verificar a eficiência destas moradias e a sua possibilidade de interação ao sistema de mutirão. Na tentativa de descobrir as razões de tantos problemas com relação ao espaço interno das unidades, bem como do sistema construtivo em aço, surgiu o interesse em estudar de forma mais organizada e aprofundada os problemas existentes. Para isto, desenvolve-se uma pesquisa com a aplicação dos conceitos e dos procedimentos metodológicos da avaliação pós-ocupação, objetivando avaliar o desempenho das moradias, observando, além da avaliação de desempenho técnico dos edifícios eleitos, a satisfação de seus usuários em relação aos aspectos priorizados.

O Brasil vem acumulando um déficit habitacional gigantesco que se reflete na baixíssima qualidade de vida de uma grande parcela da população e na degradação do ambiente natural e urbano. Kuchenbecker (1999) afirma que as habitações de interesse social são geralmente mal planejadas, acarretando sérios problemas de habitabilidade, em especial quanto às condições de conforto ambiental. É necessário ressaltar ainda que a perspectiva de aquisição de imóvel residencial para uma grande parcela da população brasileira é, quase sempre, uma oportunidade única ao longo da vida. Assim, faz-se imprescindível a necessidade de soluções técnicas de qualidade satisfatória, que permitam operação e manutenção compatíveis com o usuário e conseqüentemente a otimização da vida útil do patrimônio adquirido. Além disso, deve-se salientar que o imóvel residencial deva oferecer um ambiente satisfatório, em que se possa descansar para um novo dia de trabalho, requerendo um enfoque diferenciado frente à oferta e ao acesso à moradia.

Assim, Condor (2000) considera que a utilização do sistema estrutural metálico em habitações populares significaria uma nova alternativa de solução para o problema do déficit habitacional urbano. Isto por que a industrialização baseia-se na mecanização, na modulação e na produção em série. Além disso, a estrutura de aço é adequada a solos e terrenos irregulares, possibilitando não só a implantação de elementos habitacionais, como também se adequando ao suprimento das necessidades de equipamentos e serviços urbanos. É, sem dúvidas, uma alternativa para a implantação de um processo construtivo que se molde e se adapte ao programa de necessidades da comunidade a ser atendida. Entretanto, ainda hoje, a utilização de estruturas de aço em prédios habitacionais esbarra em alguns fatores inibidores tais como: a resistência cultural e o desconhecimento do material pelo empreendedor, o projetista, o comprador e o usuário.

Alia-se, então, ao estudo do espaço edificado defendida por Ornstein (1992), principalmente quando esta enfatiza a importância desta avaliação nas habitações de interesse social, que reforça esta idéia ao citar Serra (1989)<sup>1</sup>, que afirma sendo hoje “o momento adequado para repensar o imenso esforço que foi a construção de casas neste país nos últimos anos, e constatando-se a dimensão pífia do desenvolvimento

---

<sup>1</sup> SERRA, Geraldo G. **Habitação e Tecnologia no Espaço Brasileiro**. São Paulo: Fau Usp, 1989.

tecnológico a ele associado, é que se propõe aqui o início de um esforço de avaliação sistemática de pós-ocupação, para que não se inicie uma nova etapa no processo com as mesmas marcas de desperdício e frustração que caracterizaram a anterior”. Além disso, Kowaltowski et al. (2001a) acrescentam que a APO pode ser uma ferramenta para elucidar a questão da relação entre o ambiente e o comportamento humano, analisando como o ambiente pode desencadear reações diversificadas no usuário, possibilitadas pelas características diferentes das estruturas sociais e culturais e das tecnologias de uma determinada época.

Para isto, utilizou-se como unidade empírica de análise o conjunto habitacional “Oswaldo Barbosa Penna II”, que está localizado no município de Nova Lima, na região metropolitana da cidade de Belo Horizonte, em Minas Gerais, executado pela Companhia Habitacional do Estado de Minas Gerais (COHAB), durante o Projeto Mutirão, e ocupado a partir de 1999. São oito edifícios residenciais estruturados em aço, tipologia “H”, com quatro unidades habitacionais por andar e quatro pavimentos sem pilotis. A escolha deste conjunto habitacional está relacionada a proximidade entre as cidades de Nova Lima e Belo Horizonte, o que facilitaria o contato direto entre o pesquisador e o objeto de estudo.

## **1.2. O Projeto Mutirão**

O Projeto Mutirão teve seu início em 1997, durante o governo Eduardo Azeredo, em uma conversa do então Presidente da COHAB-MG, Reginaldo Braga Arcuri e o Presidente da Usiminas, a partir da proposta de se conceber edificações estruturadas em aço como uma opção para a moradia de baixo custo e uma alternativa para incrementar a venda de aço da Usiminas para o Brasil, que girava em torno de 15%, com uma meta de 30%. Além disso, a estrutura metálica poderia contribuir principalmente com a otimização do prazo de execução, a redução de custos, a não concentração de entulho e a diminuição da perda de material. Há que se considerar ainda que, na época, o uso da estrutura metálica se beneficiou do Decreto Estadual nº 39.415, de 02/02/98, em seu Artigo 7º, com base no Convênio 136 de 12/12/97, regulamentado pelo governador

Eduardo Azeredo, que reduziu o ICMS do produto de 18% para 7%, o que fez cair também o custo final da obra para 3%, tornando o material extremamente competitivo (ACONTECE EM MINAS, 1998). Além do aço, outros materiais utilizados em construções de interesse social em projetos coordenados pela COHAB-MG tiveram esta mesma redução do ICMS, tais como, as estruturas pré-fabricadas, as lajes pré-fabricadas, os blocos pré-fabricados de concreto e os tijolos cerâmicos, sendo que este benefício fiscal teria vigência até junho de 1998, gerando uma diminuição dos custos de construção da ordem de 4%. Ao se observar a Tabela 1.1, que apresenta um comparativo de custos entre a solução semi-industrializada, a solução industrializada e a alvenaria auto-portante, pode-se verificar que a solução semi-industrializada adotada no empreendimento em questão é a que tem um menor custo se comparado aos demais. Entretanto, não é a mais rápida, tendo uma diferença de dezesseis dias em relação a solução industrializada. No conjunto habitacional Oswaldo Barbosa Penna II, optou-se pela mão-de-obra mutirante, visto que os custos ficaram ainda mais reduzidos, compensando o prazo de execução.

Tabela 1.1 – Comparativo dos custos em relação a solução adotada

	<b>Custo total Prédio (R\$)</b>	<b>Custo por unidade (R\$)</b>	<b>Custo por m<sup>2</sup> (R\$/ m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tempo de execução</b>
<b>Solução semi-industrializada</b>	193.174,00	12.073,38	258,58	116 dias
<b>Solução industrializada</b>	235.204,12	14.700,26	314,84	100 dias
<b>Alvenaria portante</b>	200.138,69	12.508,67	267,90	150 dias

*\* Os preços das estruturas metálicas incluem ICMS de 18%.*

*Os custos são relativos ao mês de janeiro/ 2000.*

Fonte: USIMINAS, 2000.

Outra premissa de projeto que levou a opção pela estrutura metálica foi a rapidez da construção, mostrando-se imprescindível para que as famílias pudessem conviver o menor tempo possível com duas despesas simultâneas: o aluguel e a prestação da casa própria (LOPES, 1999). Os apartamentos ficaram prontos em aproximadamente sete meses, sendo que as construções tradicionais, por serem mais demoradas, poderiam inviabilizar o acesso da população de baixa renda a moradia por causa da dupla despesa. A Tabela 1.2 apresenta um comparativo do cronograma de execução da fundação, da estrutura, dos acabamentos e das instalações em relação a solução semi-industrializada e



a solução industrializada, comprovando a rapidez da construção industrializada, onde o ganho de prazo está relacionado aos fechamentos e as instalações, que podem vir em grandes placas, o que agiliza o tempo de execução.

Tabela 1.2 – Comparativo do cronograma de execução em relação a solução adotada

	<b>Solução semi - industrializada</b>	<b>Solução industrializada</b>
<b>Fundação</b>	16 dias	16 dias
<b>Estrutura</b>	17 dias	17 dias
<b>Acabamentos e instalações</b>	90 dias	74 dias
<b>Tempo total de execução</b>	116 dias	100 dias

Fonte: USIMINAS, 2000.

O projeto original não foi concebido observando-se as particularidades da estrutura metálica, em função do desconhecimento do material pelos arquitetos e engenheiros da COHAB-MG, sendo adaptado posteriormente ao sistema construtivo em aço pela Usiminas, que também contribuiu com consultorias e estudos de compatibilização dos sistemas de fechamento e seus custos.

Diante desta possibilidade o Sindicato dos Trabalhadores da Construção de Belo Horizonte e Região (Marreta), a Usiminas e a ASSEMCO (Associação dos Empregados da COHAB-MG), uniram-se e idealizaram o Programa Mutirão, com o objetivo de tentar diminuir o déficit habitacional da região metropolitana de Belo Horizonte, utilizando-se, pela primeira vez, a estrutura metálica como elemento estruturador das edificações e o sistema de mutirão. O primeiro conjunto de edifícios construído foi o Conjunto Habitacional Morro Alto, em Vespaziano – MG, com 4 edifícios, totalizando 16 unidades habitacionais isoladas, de dois dormitórios, sala, cozinha, área de serviço e banheiro, com área total de 38,0 m<sup>2</sup>. O custo de cada apartamento é aproximadamente R\$ 8.500,00<sup>2</sup>, divididos em 240 prestações mensais não superiores a R\$ 70,00. Além deste, foram construídos 13 edifícios em Santa Luzia – MG (Conjunto habitacional Palmital e Conjunto Habitacional Cristina); 8 edifícios em Nova Lima (Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Penna II); 1 edifício na cidade de Timóteo – MG; 13 edifícios em Belo Horizonte (Vila São José) e 10 edifícios na cidade de Juiz de Fora.

---

<sup>2</sup> Dados de 1998.

Foram executados também 160 edifícios no estado de São Paulo, utilizando o mesmo sistema construtivo, mas com projeto arquitetônico da CDHU-SP.

O objetivo do Programa de Mutirão era atender famílias sem moradias, com renda de 1 a 3 salários mínimos, idade entre 21 e 70 anos e residente no município há no mínimo 3 anos. Além disso, as entidades que participaram do empreendimento queriam apresentar a sociedade a possibilidade de se fazer moradias rápidas para a população carente. Assim, o propósito da Usiminas e da COHAB era de se criar padrões de normas técnicas de construção de prédios populares em aço, que permitisse a utilização do método em qualquer parte do país e sob a coordenação de órgãos públicos ou empresas privadas (AÇO NOTÍCIAS, 1999).

A partir dos depoimentos dos moradores e da aplicação de 46 questionários aos usuários dos edifícios estudados (36% da amostra total); entrevistas com os técnicos da COHAB; entrevistas com técnicos da Usiminas; vistorias técnicas nas unidades habitacionais estudadas; e medições *in loco* da temperatura, umidade do ar e ventilação em duas unidades do conjunto habitacional, pode-se perceber os diversos problemas a que os moradores se deparam, tanto de ordem física, como a falta de espaço, que prejudica a privacidade e o conforto; quanto de ordem técnica, decorrentes da tradição da construção civil brasileira em se importar tecnologias sem antes adaptá-las aos padrões de construção brasileiros e pela mão-de-obra pouco qualificada para a construção de habitações estruturadas em aço, o que acarreta sérios danos a vida útil do patrimônio adquirido.

### **1.3. A opção pelo aço na história**

Até o fim da Idade Média o processo artesanal de se fundir o ferro em fornalhas limitava a sua disponibilidade. Este procedimento acarretava um alto custo e restringia sua utilização, fazendo com que as civilizações clássicas e medievais somente o conhecessem sob a forma de armas, ferramentas, armaduras e grades ornamentais.

O ferro passa a ser empregado em finalidades diversas no século XIX, dentre elas a construção de edifícios, sendo inevitável o registro desse material como um fator essencial para as transformações pelas quais a sociedade. Hobsbawm (1981 e 1995) afirma que o século XIX compreende a eclosão da Revolução Francesa e o início da 1ª Guerra Mundial, chamado assim de o *Grande Século XIX*. Silva (1988) acrescenta que a economia deste mesmo século teve como principal influência a Revolução Industrial britânica, cuja política e ideologia tiveram como base o Iluminismo advindo da Revolução Francesa. Neste cenário, onde duas revoluções quase simultâneas e inter-relacionadas despontam, é que se configura a chamada *civilização do ferro*. A Inglaterra foi a precursora e teve, praticamente, o monopólio do mercado do ferro fundido produzido em escala industrial até meados do século XIX. Isto se deve ao fato de ser a Grã-Bretanha o berço da Revolução Industrial, com uma estrutura comercial voltada para o exterior e o palco do surgimento das primeiras siderúrgicas, em razão de possuir em territórios economicamente próximos, jazidas de minério de ferro e de carvão mineral.

Krüger (2000) diz que, anteriormente as construções em ferro, existiam apenas dois conceitos em relação a expressão arquitetônica. O primeiro deles é que os materiais a serem utilizados para a construção deveriam estar em seu estado natural (madeira e pedra), podendo ser polidas, talhadas ou esculpidas, mas não manufaturadas pelo homem. O segundo era o conceito de arquitetura eterna, em que o edifício construído em determinado sítio urbano deveria servir somente àquele local e tanto sua locação quanto sua construção deveriam ser perenes. Os conceitos e as técnicas construtivas baseadas nestes paradigmas iriam ser influenciados ou até mesmo modificados graças à construção em ferro fundido.

No século XIX imperava a burguesia como classe dominante, a economia capitalista e a industrialização. O ferro fundido produzido em escala industrial, em grande quantidade, teve o barateamento do custo de sua produção, tornando-se um material com grandes potencialidades. Com ânsia de lucros, os produtores passam a tentar provar a viabilidade do novo produto, impondo o uso deste material para criar um novo mercado, ou seja, o ferro fundido começa a inspirar uma revolução gradual dos métodos

construtivos, contrapondo-se a todo um processo de construção até então desenvolvido. Neste momento, começa-se a questionar o paralelismo entre a teoria e a prática, no sentido de superar a dicotomia entre a arte e a técnica, entre a cultura e a produção, que o modo produtivo da indústria introduzira com a linha de montagem. Desvincula-se a arte das soluções formais gratuitas para integrá-la a objetivos funcionais destinados a formar e transformar os ambientes diários.

A partir desta revolução na técnica construtiva, começa-se a repensar o modo de moradia, surgindo nesta mesma época o termo *Máquina de morar*, mais precisamente às vésperas da 1ª Guerra Mundial. Esta terminologia, criada por Georges Christie, vice-presidente da Sociedade Nacional dos Arquitetos na França, referia-se aos prédios e conjuntos habitacionais construídos a princípio para o proletariado. Este termo foi, posteriormente, apropriado por Le Corbusier, para definir suas idéias de habitação (GUERRANO, 1995). No entanto, esta nova idéia de moradia padronizada foi rejeitada pelos próprios trabalhadores, existindo um grande desejo de moradias personalizadas.

Em nenhum estágio da história da humanidade, como afirma Ferrara (1993), as conquistas científicas e tecnológicas se realizaram e se sucederam com a velocidade que marcou a Revolução Industrial. Essas conquistas, na sua qualidade e quantidade, interferiram, definitivamente, nos meios e modos de produção, transformando todas as relações econômicas, sociais e culturais. A produção industrial do ferro foi um fator determinante para a continuidade da Revolução Industrial, que provocou a aceleração do processo de urbanização. A cidade cresce em quantidade e tamanho, multiplicando-se as necessidades, o progresso e a rapidez das mudanças econômicas, sociais e políticas passam a exigir outros espaços. Gonçalves (1998) credita a transformação urbanística das cidades a abertura de estradas e a implantação de ferrovias. Com isso, a construção de edifícios para abrigar funções novas e tradicionais foi uma atividade que recebeu grande impulso a partir de fins do século XVIII, e se acelerou por todo o século seguinte. O ferro oferecia vantagens essenciais: leveza, durabilidade e resistência, num período no qual as mudanças se sucediam a uma velocidade nunca vista, o que Gonçalves (1998) denomina de *culto do efêmero*.

O aperfeiçoamento das técnicas industriais aplicadas ao ferro permitiu a criação de uma infinidade de sistemas construtivos ao longo do século. A pré-fabricação de componentes arquitetônicos associados às novas técnicas de montagem, a facilidade de transporte destes, e a decomposição do edifício em elementos de tamanho reduzido, representava uma redução considerável do trabalho no canteiro de obras, tornando a construção muito mais rápida em confronto aos procedimentos tradicionais. As possibilidades de cobrir amplos espaços com uma área mínima de suportes, a permissão para flexibilidade de formas, a economia no tempo e custo da construção, o progresso da ciência e do cálculo matemático das cargas e empuxos, e a formação de escolas especializadas para engenheiros foram fatores determinantes na utilização do ferro.

Um marco importante neste novo modo de se conceber as edificações foi o Palácio de Cristal, montado em 1851 em Londres, obra do engenheiro de jardinagem e construtor de estufas Joseph Paxton, para abrigar a primeira exposição Internacional da Indústria Britânica (Figura 1.1). A construção era toda em ferro fundido, madeira e vidro, sendo que a novidade deste empreendimento era o emprego dos elementos pré-fabricados produzidos em série e levados ao canteiro de obra para serem utilizados, economizando-se tempo e dinheiro, pois a construção se reduzia a rápida montagem de peças pré-fabricadas e o material poderia ser reutilizado (PEVSNER, 1981).



Figura 1.1 – Palácio de Cristal - Londres, 1851.

Fonte: CORBIS, 2004.

Com o aumento da produção do ferro fundido, seu conseqüente barateamento e a constatação de seu poder de resistência aos esforços de compressão, acelerou-se sua

utilização na produção de edifícios. O temor pelos incêndios em cidades densamente habitadas e a crença, então em voga, na incombustibilidade do ferro fundido, fez com que muitas estruturas de cobertura em madeira fossem substituídas, principalmente em edifícios públicos, por outras em ferro.

Silva (1987) acrescenta ainda que, além da Inglaterra, outros países tais como, a Bélgica, a Alemanha e a França, também começaram a desenvolver técnicas de construção utilizando o ferro como material construtivo, aproveitando-se de novos processos de produção implantados em suas indústrias emergentes. Esta foi a contrapartida às instalações das siderúrgicas britânicas, cujos vastos investimentos em processos mais antigos inviabilizava alterar o sistema produtivo de seu parque siderúrgico.

Diferente dos países da América Latina e Ásia, que eram apenas o mercado consumidor da Europa, os Estados Unidos possuíam uma crescente produção de ferro que era quase totalmente absorvida pelo mercado interno, possibilitando o crescimento de sua própria indústria siderúrgica. Aliada à produção, está o fato de que a corrida do ouro americana iniciou-se no século XIX, quando garimpeiros e aventureiros necessitavam de moradia e vilarejos que fossem rapidamente e facilmente montados e desmontados. Conseqüentemente, tem-se a utilização dos métodos de pré-fabricação e montagem importados da Europa e, posteriormente, desenvolvidos no próprio país. Além disso, a própria técnica tradicional de construção em madeira, trazida pelos ingleses ainda no século XVII, permitiu abertura à nova técnica de construção industrializada, cujo sistema construtivo muito se assemelhava às construções tradicionais americanas.

Sob o ponto de vista da habitação, essa associação entre desmontabilidade e pré-fabricação, ainda que guardando os princípios de base herdados do século XIX, recebe uma nova leitura no século XX. A padronização de componentes e a produção em série são revestidos de um significado social: elas constituem um meio de se resolver o problema da habitação de baixo custo. Gonçalves (1998) afirma que os Estados Unidos são os precursores nesse campo, retomando a fórmula dos primeiros *cottages* pré-fabricados do século XIX: a fabricação em massa de casas desmontáveis de madeira e

sua venda por correspondência é uma atividade começada no início do século XIX, e que tomou proporções extraordinárias nos anos 20 do século passado.

No Brasil, como exemplo destas importações, têm-se edificações nas cidades ao norte do país que, no final do século XIX e princípio do XX, enriqueceram-se com o comércio da borracha, permitindo que as administrações públicas destas cidades e as classes mais abastadas comprassem da Europa prédios e residências pré-fabricadas.

Assim, a importação de técnicas construtivas industrializadas no Brasil do século XIX não ocorreu em uma região específica ou em larga escala, mas apenas alguns exemplares que estão localizados em regiões de grande e rápido desenvolvimento econômico. Estas novas técnicas construtivas, técnicas estas que não foram absorvidas pela cultura construtiva do país, não representam uma mudança de mentalidade similar a ocorrida nos países da Europa e os Estados Unidos.

Silva (1987) afirma que a siderurgia nacional, depois de trôpegos passos no século XIX, só começou a se firmar na década de 20 do século passado. No entanto, a Primeira Guerra Mundial e o êxito do concreto armado como material de construção contribuíram para diminuir sensivelmente a utilização do ferro como material autônomo. A siderurgia nacional foi irrelevante para a arquitetura brasileira no século XIX. Algumas fundições se instalaram aqui, nesta época, com o objetivo de fornecer máquinas e peças de reposição para engenhos centrais de açúcar. Diversificou-se a produção pretendendo atender também as necessidades da construção civil que, no entanto, limitou-se à produção de componentes arquiteturais como grades e portões.

#### **1.4. O uso da estrutura metálica no Brasil**

Há que se salientar, desde o início, como afirma Bastos (2004), que a história da arquitetura brasileira é marcada pela seqüência de uso de várias tecnologias construtivas exógenas, que, dependendo do lugar implantado e do quadro sócio-econômico e político da época, foram mais, ou menos adaptadas à realidade nacional, sendo, ora apenas reproduzidas, ora parcialmente modificadas.

A partir da década de 30 do século passado, iniciou-se o intenso desenvolvimento e a propagação no país do concreto armado, impulsionado pelo crescimento e a verticalização das grandes cidades, além do desenvolvimento da indústria pesada (cimentícia, siderurgia...). Além disso, logo após, soma-se a eclosão da Segunda Guerra Mundial, com a conseqüente interrupção de informação e da importação de materiais entre o país e os Estados Unidos, o que propiciou um acelerado desenvolvimento nacional da tecnologia do concreto armado. Bruand (1999) acrescenta ainda que o concreto era o único material moderno que se prestava ao trabalho artesanal e, por conseguinte, o mais bem adaptado às necessidades de um país subdesenvolvido, onde os seus componentes básicos, areia e cascalho, eram encontrados em qualquer lugar, a preços muito baixos. Além disso, a preparação do concreto no próprio canteiro de obras não exigia operários qualificados, num país onde havia uma abundante mão-de-obra não-qualificada.

Já na década de 60, houve a consolidação de todo esse processo, expressada pelo aprimoramento do cálculo estrutural e do domínio da técnica construtiva do concreto armado, onde a crença na facilidade do aprendizado, da aquisição e da execução fizeram com que o desenvolvimento das tecnologias para o aço, bem como a sua divulgação, fossem postas a segundo plano. Outro fator que contribuiu para este panorama foi a afirmação da arquitetura moderna brasileira, nacional e internacionalmente, que, tantas vezes, e através de tantos arquitetos, induziu o estado de excelência desta tecnologia no país. Paralelamente, com o crescimento urbano acelerado, intensificado pelo êxodo rural, o problema da habitação se agrava cada vez mais.

No cenário nacional, ainda é recente a introdução e a crescente demanda por processos construtivos industrializados, visto imperar no país a “cultura do concreto”, apesar de a partir da década de 80 do século passado, como afirma Castro (2000), ter havido uma maior demanda por edificações comerciais e residenciais em aço, deixando este de ser utilizado apenas em galpões e indústrias, sendo explorada suas amplas possibilidades e potencialidades. O concreto armado é, ainda hoje, o principal modelo estrutural adotado na maioria das construções brasileiras, entretanto, Salles et al. (2004) afirmam que o aço está sendo redescoberto pelos projetistas e empreendedores da construção, pois é um



sistema que apresenta grandes potencialidades para construções industrializadas, com a possibilidade da redução de prazos, de desperdício e de mão-de-obra, além da racionalização e exatidão do processo.

Por outro lado, Melhado (1994)<sup>3</sup>, citado por Bastos (2004) afirma que “a atual situação política-econômica do país é propícia para alterações de posturas no setor da construção e em particular na construção de edifícios. Alguns novos parâmetros como o fim da ciranda financeira e do processo inflacionário; a abertura do mercado nacional e a integração da América Latina (Mercosul); a falência do estado e a eliminação de seu intervencionismo marcante; a queda de renda do mercado consumidor, com conseqüente redução nos preços de obras públicas, residenciais, comerciais e industriais; a privatização de empresas estatais; a nova Lei de Licitação e Contratos; a exigência de qualidade por parte dos clientes privados; o Código de Defesa do Consumidor, entre outros, têm resultado num mercado cada vez mais exigente e mais competitivo”.

Diante desta realidade, é imposto as empresas o aumento da sua produtividade e da qualificação do seu produto, além da redução do custo de produção, viabilizando a sua permanência neste novo paradigma, principalmente com a redução do custo da mão-de-obra e do retrabalho, a introdução de mão-de-obra especializada e terceirizada, o desperdício de materiais nos canteiros, a redução dos prazos de execução e a qualidade competitiva do produto final no mercado consumidor.

Por fim, há que se destacar que a construção deva focar o atendimento ao cliente/ usuário desde o início do processo. Fabrício (2002)<sup>4</sup>, citado por Bastos (2004), afirma que “uma forte orientação para a satisfação do cliente e para o mercado é condição *sine qua nom* para o sucesso do desenvolvimento de um novo produto”; e também analisa que “o grosso do mercado imobiliário permanece bastante conservador e é dominado pelas soluções tradicionais”. Isto ocorre porque vive-se uma época em que as inovações

---

<sup>3</sup> MELHADO, Silvio B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal de São Paulo.

<sup>4</sup> Fabrício, Márcio M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

tecnológicas acontecem mais rapidamente do que se tem condições de absorver, mas por isso mesmo, deve-se estar atentos as necessidades às quais um novo produto deva responder, desenvolvido com as pesquisas das respostas possíveis, sempre voltadas as expectativas do usuário.

Assim, a vantagem das construções ditas industrializadas é que estas visam, em todos os campos da produção, a otimização dos sistemas, tanto no que se refere à qualidade do produto, quanto à qualidade do processo de produção, o que implica em um mínimo de desperdício e um máximo de eficiência, ou seja, redução de tempo de execução e melhoria de desempenho e de qualidade. Essas construções são compostas por sistemas originados em processos industriais e pretendem incorporar a racionalização e a agilidade das linhas de montagem, visando um produto final de uso e manutenção mais racionais e eficientes. Este seria um “edifício inteligente”, ou seja, uma construção que se apropria da tecnologia disponível no mercado para atingir os melhores desempenhos ambientais e construtivos possíveis. É importante salientar, portanto, que o uso de inovações tecnológicas em uma construção não é garantia de melhor desempenho, sendo imprescindível que, para se atingir esta eficiência, utilize-se os sistemas e os materiais de forma adequada e de acordo com os condicionantes de cada situação.

O aço é um material que associa transparência, esbeltez e leveza; grandes vãos livres (espaços mais flexíveis); garantia de precisão construtiva; redução do canteiro de obras; menor peso da estrutura (fundações menos onerosas); estruturas esbeltas, com menor seção dos pilares e menor altura das vigas; rapidez; flexibilização no projeto de instalações e equipamentos; facilidade de modificações futuras; menor desperdício de material de construção; menos barulho e poeira; material 100% reciclável; material certificado; capacidade de absorver ações excepcionais (terremotos e colisões).

A partir do conteúdo aqui exposto é que se estabelece a relevância e a proposta desta pesquisa que pode ser resumida na questão fundamental a seguir:

*A construção metálica apresenta qualidade técnico-construtiva satisfatória, do ponto de vista dos usuários e pesquisadores, como solução*

*para moradia de baixo custo? Seria possível associá-la a sistemas de autoconstrução sem prejuízo às suas qualidades?*

### **1.5. Objetivos**

Diante das fundamentais transformações por que passa a cultura construtiva do país, com este trabalho pretende-se contribuir para a reflexão sobre a absorção destas mudanças pelos usuários finais, buscando respostas que possam retroalimentar o processo produtivo possibilitando, conseqüentemente, a sua real e natural evolução. Assim, a satisfação do usuário deverá ser vista como uma possibilidade deste se posicionar criticamente frente a nova tecnologia, na medida em que mantém o espaço por ela produzido e que, finalmente, ao se apropriar deste espaço, possa também avaliar positiva ou negativamente como esta nova cultura construtiva afeta a relação espaço x comportamento. Além disso, investiga-se os fenômenos ocorridos no uso, operação e manutenção de edificações estruturadas em aço, tendo como referencial principal a percepção do usuário, utilizando-se a metodologia da Avaliação Pós-ocupação.

### **1.6. Justificativa e relevância do tema**

A avaliação pós-ocupação combina a avaliação técnica e o ponto de vista dos usuários, pretendendo se configurar em uma avaliação global do edifício. No Brasil, a visão sistêmica do processo tem sido de forma incompleta, na medida em que existem poucas pesquisas voltadas para a fase de uso, operação e manutenção, fazendo com que o projeto ainda seja a fonte de parcela significativa de deficiências de desempenho do edifício. Diante disto, como afirma Ornstein (1992), ocorre a repetição de falhas em projetos futuros de edifícios semelhantes, devido à ignorância dos fatos ocorridos em ambientes já em uso. Este círculo vicioso pode ser rompido, na medida em que se procure conhecer essas edificações, tanto do ponto de vista técnico, quanto do ponto de vista dos usuários.

Hoje, têm-se percebido a urgência em se ampliar os levantamentos e as análises técnico-funcionais dos conjuntos habitacionais destinados à população de baixa renda, com base em *check-lists* e na aferição dos níveis de satisfação dos usuários/moradores, visando a estruturação de banco de dados contendo diagnósticos e recomendações, além do aumento das pesquisas no âmbito dos materiais e dos sistemas construtivos objetivando atender, com eficiência (custos versus benefícios), as necessidades dos moradores a partir de critérios mínimos de desempenho (BASTOS et al, 2005).

Sendo, portanto, o imóvel residencial um bem de inestimável valor, acredita-se que este deva passar por avaliações sistemáticas para que possam oferecer sempre melhores condições de vida ao seu proprietário. Além disso, alguns estudiosos como Kowaltowski et al. (2001) e Lay (1992) acrescentam que a arquitetura não pode ser vista como um meio modificador do comportamento humano, a ponto de transformar a personalidade de indivíduos, mas pode influenciar a percepção e a cognição de espaços e com isto proporciona a satisfação do uso.

Acredita-se portanto, que o tema aqui proposto se justifique pela pertinência do estudo das potencialidades do uso da estrutura metálica de perfis leves para edificações de pequeno e médio porte de baixo custo, bem como a avaliação das interfaces entre esta estrutura, os fechamentos, o conforto ambiental e a possibilidade de união de um processo industrializado com a autoconstrução para edificações destinadas à habitação popular. Pretende-se colaborar para estudos futuros que possam revisar e elaborar manuais de projeto, de construção e manutenção de edifícios, criando assim, subsídios e fomentos para arquitetos e engenheiros construtores em sua atuação prática.

### **1.7. Estrutura do trabalho**

O Capítulo 1 deste trabalho é introdutório, sendo um breve relato sobre o objeto de estudo, a estrutura metálica e sua utilização no Brasil. Neste capítulo também se encontram os objetivos e a justificativa da pesquisa. Além do primeiro capítulo, a dissertação é constituída de mais seis capítulos e seis anexos.

No Capítulo 2 analisa-se, ainda que superficialmente, a política habitacional brasileira e o sistema de mutirão como uma opção para a produção de moradias populares.

No Capítulo 3 descreve-se e discute-se a metodologia adotada para a realização da pesquisa, além de descrever as etapas da avaliação pós-ocupação

No Capítulo 4 tem-se o objetivo de examinar, detalhadamente, a construção do Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Penna II que é o objeto deste estudo.

No Capítulo 5 apresenta-se a avaliação de desempenho em relação ao sistema construtivo do Conjunto Habitacional, dedicando-se à descrição e as discussões do caso estudado.

No Capítulo 6 apresenta-se a avaliação de desempenho em relação ao conforto ambiental dos apartamentos do conjunto habitacional.

No Capítulo 7 apresenta-se as análises e considerações finais, à guisa de conclusão, além de destacar sugestões para futuras pesquisas.

O Anexo I é apresenta o Programa Mutirão idealizado em 1997, pelo Sindicato dos Trabalhadores da Construção de Belo Horizonte e Região (Marreta), a Usiminas e a ASSEMCO (Associação dos Empregados da COHAB-MG).

O Anexo II expõe-se o funcionamento do sistema de construção utilizando perfis metálicos leves da Usiminas.

O Anexo III é constituído pelo questionário aplicado aos moradores do conjunto habitacional.

O Anexo IV é constituído pelo roteiro da entrevista aplicada ao Sr. Milton Mendes, funcionário da Cohab - MG.

O Anexo V é constituído do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido apresentado aos moradores entrevistados.

O Anexo VI é constituído da descrição do sistema de aquisição de dados utilizado para as medições *in loco*.

.

## **CAPÍTULO II**

### **2. A HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL**

#### **2.1. Breve cronologia da habitação de interesse social no Brasil**

A história da urbanização brasileira pode ser dividida em três períodos, como afirma Chaffun (1997): de 1930 a 1945, de 1945 a 1980 e depois de 1980. Até a década de 30, o Brasil era uma sociedade rural constituída por concentrações populacionais mais ou menos isoladas, desconectadas entre si. Em 1930, a crise mundial atinge o Brasil, num período de dinamismo demográfico e econômico, consequência do auge do ciclo do café paulista. A crise do setor provocou a dispersão de contingentes populacionais significativos a outras regiões do país até então pouco conhecidas.

O período de 1945/80 caracterizou-se por grandes transformações da base produtiva do país, com fortes impactos na urbanização. Para ilustrar a pressão demográfica que as cidades brasileiras sentiram neste período, utiliza-se dados encontrados em Segawa (1999), onde em 1950, 63,9% dos quase 52 milhões de brasileiros viviam no campo. Já em 1970, 56% dos mais de 93 milhões de habitantes viviam nas cidades. A Segunda Guerra Mundial provocou a aceleração da atividade industrial via substituição de importações, promovendo a modernização do processo produtivo e das relações de trabalho, aumentando o emprego nos setores industrial, de comércio e serviços e alimentando a continuação da migração para as cidades, particularmente do centro-sul, implicando em construção de mais moradias para esta parcela da população.

No período de 1940-1960, o acesso à casa própria era uma opção facilitada às famílias, em face do surgimento do crédito imobiliário oferecido pelas Caixas Econômicas e Institutos de Aposentadorias e Pensões (IAPs), ou pelos bancos privados e incorporadores imobiliários. Em 1946, o Governo Federal decide centralizar a promoção pública da habitação social, criando o primeiro órgão federal especializado – a Fundação da Casa Popular. Em 1963, o Seminário de Habitação e Reforma Urbana promovido pelo Instituto de Arquitetos do Brasil — um marco histórico para a evolução

do pensamento sobre a questão urbana brasileira — recomendou uma mudança radical na política urbana e habitacional do país. Aproveitando as propostas então formuladas, o Governo Castelo Branco, primeiro governo da revolução militar de 1964, criou o Banco Nacional de Habitação (BNH), o Serviço Federal de Habitação e Urbanismo (Serfhau) e o Sistema Financeiro da Habitação (SFH). A proposta visava oferecer aos trabalhadores o acesso à casa própria, estabelecendo-se assim um forte compromisso social com a retomada do desenvolvimento. Foram então criadas para o SFH duas importantes fontes de recursos: o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), constituído pela poupança compulsória dos trabalhadores e o Sistema Brasileiro de poupança voluntária captada por cadernetas de poupança. Segawa (1999) afirma que a política habitacional pós-golpe de 1964 priorizou os investimentos na construção intensiva de casas para venda, como forma de estimular o setor da construção civil e recurso para amenizar o desemprego, por ser esta atividade capaz de absorver mão-de-obra não qualificada nos grandes centros urbanos. Acrescenta ainda que a diretriz não era assegurar condições mínimas de habitação, mas sim implementar um setor produtivo e combater o desemprego, tendo como subproduto a construção de moradias ao menor custo possível. Disto resultou inúmeros conjuntos habitacionais isolados dos contextos urbanos aos quais deveriam se relacionar, bem como, a utilização de materiais inadequados as condições climáticas de certas regiões e a falta de conhecimento de operação e manutenção por partes dos moradores, o que acarretou, em alguns casos, a uma acelerada degradação do patrimônio adquirido. Lay & Reis.(2002) informa também que:

“pesquisas realizadas desde a década de 70 em diversos países, indicam que a maioria dos problemas qualitativos que afetam o desempenho de conjuntos habitacionais tem origem na inadequação de sua proposta arquitetônica, inconsistente com os requisitos básicos necessários para apoiar e satisfazer estética e funcionalmente as necessidades e valores dos usuários, limitando o grau de sua adequação e afetando as oportunidades de uso do espaço construído”<sup>5</sup>.

Já a partir de 1985, o BNH controlava 1/3 de todos os haveres não-monetários do país. Durante 22 anos, foram financiadas habitações para todas as faixas de renda, no entanto,

---

<sup>5</sup> LAY, M. C. D.; REIS, A. T. L. O papel de espaços abertos comunais na avaliação de desempenho de conjuntos habitacionais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 25-39, jul./set. 2002. p. 25.



não mais que 20% dos financiamentos concedidos destinaram-se às famílias de baixa renda, o que é enfatizado pelo depoimento do presidente da COHAB onde diz que “o programa era para as pessoas que podiam pagar” (BATLEY, 1983, apud LAY, 1992, p.3). A crise econômica mundial de 1979 se refletiu no Brasil, com as altas taxas de inflação, recessão e desemprego, levando ao crescimento do nível de inadimplência do SFH. Uma série de medidas de política econômica, a partir de 1980, culminou na crise institucional que levou o governo em 1985 a criar o Grupo de Trabalho de Reformulação do Sistema Financeiro da Habitação (GTR/SFH). O banco foi extinto pelo Governo Federal em 1986, sendo suas funções transferidos à Caixa Econômica Federal.

Apenas em 1992, o debate sobre a política habitacional encontraria novos canais de expressão via Congresso Nacional, a partir, sobretudo, de alguns movimentos de moradia, das associações e das entidades empresariais e do Fórum de Secretários Estaduais de Habitação. O desmonte da estrutura operacional comandada pelo BNH e a desarticulação do SFH, no período de indefinição institucional que se seguiu, alertaram, como afirma Chaffun (1997), para os diversos segmentos ligados à provisão de moradias a necessidade de mobilizarem seus esforços visando suplementar a ação governamental na formulação e na execução de uma nova política habitacional de interesse social, reconhecendo que o Estado sozinho não poderia dar conta da tarefa hercúlea de reduzir o déficit habitacional.

## **2.2. A habitação de interesse social e a arquitetura moderna**

As origens da habitação social no Brasil está diretamente relacionada a influência da arquitetura moderna, que contribuiu para a renovação das tipologias de projeto, o processo construtivo, a implantação urbanística, os programas habitacionais e o modo de morar. Na Europa a perspectiva da vanguarda estava em boa parte associada aos ideais socialistas e, no Brasil, ela se vinculou ao desenvolvimentismo.

Ao mesmo tempo que julgavam essencial industrializar e baratear a construção das moradias, os arquitetos modernos passaram a dar enorme importância ao equipamento e mobiliário da casa, que se tornaria o aspecto mais importante da arquitetura da habitação. Os arquitetos modernos propunham superar o modelo de casa operária como uma reprodução em miniatura da habitação burguesa, mal adaptada a uma moradia de área muito menor. Para isso, não apenas a concepção e a construção deveriam ser racionalizadas, mas também o comportamento dos habitantes no interior das residências. Dois elementos são básicos nesse sentido: a simplificação do trabalho doméstico, por meio da racionalização da cozinha e de outras áreas de serviço, que também se tornariam coletivas, e a renovação do mobiliário, de modo a que deixasse de imitar o equipamento das classes mais abastadas, adequando-o a unidade habitacional de tamanho mínimo, fosse de fácil manutenção e, sobretudo, capaz de ser produzido industrialmente a baixo custo (BONDUKI, 1998).

Diante deste novo paradigma, caracterizado pela preocupação com o barateamento da construção, através da racionalização, industrialização, produtividade, produção em massa, padronização e verticalização, emerge novas diretrizes projetuais. Os programas passaram a incluir uma gama variada de equipamentos coletivos, difundindo-se a concepção de que a habitação não podia ser apenas a moradia individual.

O segundo CIAM, realizado em 1929, em Frankfurt na Alemanha teve como tema central a questão da habitação social para os setores de renda mínima. A busca e a investigação de desenhos e projetos capazes de simplificar os processos construtivos – com a incorporação de tecnologias inovadoras, a eliminação de ornamentos, a racionalização do traçado urbanístico e a uniformização de unidades de blocos – não visavam tanto resultados formais e sim a produção em massa de moradias para atender a imensa demanda nas cidades industriais e responder aos anseios dos trabalhadores organizados por melhores condições de vida.

A produção de habitação social - sobretudo no âmbito dos IAPs e do Departamento de Habitação Popular do DF - teve como premissa fundamental, adotada pelos arquitetos envolvidos na sua produção, a atitude de projeto concebida pelo movimento moderno, buscando compatibilizar economia, prática, técnica e estética, com o objetivo de

viabilizar financeiramente o atendimento aos trabalhadores de baixa renda, garantindo dignidade e qualidade arquitetônica. Porém, os equívocos da ação habitacional implementada pelo governo reduziram o impacto e a abrangência da proposta. Houve, assim, uma incorporação apenas parcial dos princípios da arquitetura moderna, perdendo-se os generosos e desafiadores horizontes sociais, onde o resultado econômico não deveria se desligar da busca de qualidade arquitetônica e urbanística, e da renovação do modo de morar, com a valorização do espaço público. Bonduki (1998) afirma que se introduziu, no repertório da habitação social brasileira, um suposto racionalismo formal desprovido de conteúdo, consubstanciado em projetos, em sua maioria, de péssima qualidade, monótonos, repetitivos, desvinculados do contexto urbano e do meio físico e, principalmente, desarticulados de um projeto social.

O desenvolvimento industrial e o crescimento das cidades brasileiras trouxeram grandes preocupações relacionadas ao planejamento habitacional, na medida em que os responsáveis pela elaboração das políticas habitacionais (governo e profissionais da construção civil, dentre outros) não consideravam o envolvimento da população com os planos que estavam sendo elaborados. Desta forma, como afirma Gonçalves (2003), os planos e programas habitacionais, em sua maioria, eram (e grande parte ainda hoje o são) concebidos distantes do local de sua implantação e das pessoas envolvidas diretamente com este e, muitas vezes, projetados por profissionais de outras regiões ou outro Estado.

Nos anos 40, as grandes transformações e as renovações urbanas relacionadas, preponderantemente, ao processo de industrialização e de urbanização, sobretudo nos maiores centros, desencadearam um processo de especulação imobiliária, com efeitos bastante significativos no custo da habitação, deixando como alternativa de moradia para os mais pobres apenas as favelas, conjuntos habitacionais e a autoconstrução nos loteamentos periféricos (SANTOS, 1982, apud GONÇALVES, 2003, p. 55). Iniciou-se a proposta de implantação de edifícios e não unidades isoladas, pois era possível alojar um número maior de pessoas em edifícios do que em casas isoladas, além disso, eliminava-se o pequeno quintal sujo e depósito de velharias, podendo os operários ter à sua disposição grandes parques com piscinas, jardins, campos de esportes e recreio.

Nas décadas de 40 e 50, o IAPI (1940 e 1945) considerava que construir habitações econômicas seria fazer, ao mesmo tempo e necessariamente, urbanismo. Previam a criação, junto a moradia, de escolas, creches, serviços de assistência médica, centros comerciais, espaços livres, campos de esportes, estações de tratamento de esgoto etc., além de reforço das redes de abastecimento de água. A busca pelo melhor aproveitamento dos recursos para obtenção de residência de baixo custo, acessível a grandes massas de associados levou a optarem por moradias em edifícios coletivos: a concentração em altura permitiria a diminuição do valor da cota-parte do terreno e da urbanização; a construção em série, apresentando características de produção industrial, possibilitaria a obtenção de custos baixos (BONDUKI, 1998). A solução baseada na moradia individual, construída no centro do terreno, deveria ser evitada, pois levaria a expansão horizontal da cidade, bem mais onerosa. Os conjuntos residenciais tiveram grande impacto nas cidades brasileiras nos anos 40 e 50, não só pela área construída, mas, sobretudo, pelos seus programas inovadores, onde se associavam edifícios de moradia com equipamentos sociais e recreativos, áreas verdes e de lazer, sistema viário etc. Gonçalves (2003) afirma que, nas suas origens, a habitação social no Brasil articulou-se com o embrião de um projeto de sociedade e de desenvolvimento nacional e sua arquitetura refletia tal preocupação.

No início dos anos 60, o “Inquérito Nacional de Arquitetura” permite identificar as possibilidades presentes no debate sobre habitação, como sintetiza Antunes<sup>6</sup>, citado por Bonduki (1998): a grosso modo, havia três posições sobre como o problema da habitação deveria ser enfrentado: os que defendiam que apenas a transformação das relações de produção seria capaz de possibilitar uma solução para o problema; os que acreditavam que os arquitetos podiam contribuir tecnicamente, através de medidas como a industrialização da construção, pré-fabricação, produção em série, planos diretores etc. e, finalmente, os que consideravam fundamental a formulação de uma política nacional de habitação, capaz de centralizar as ações do setor público e da iniciativa privada. A crise habitacional no Brasil desta época pode ser caracterizada pela

---

<sup>6</sup> ATUNES, Carlos. **A arquitetura moderna brasileira e o projeto da habitação popular 1940-1950**. 1997. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de São Paulo.

preocupação política e programática com a habitação de pessoas consideradas de baixa renda. Dentre as soluções propostas para esta população, o padrão habitacional mínimo estabelecido deveria ser compatível com o limite de custo decorrente da parcela disponível do PIB e com as necessidades e os padrões culturais da população, estabelecendo-se uma escala de prioridades que levasse em consideração proposições sanitárias e psicossociais, bem como as condições climáticas da região (AZEVEDO, 1994, apud GONÇALVES, 2003, p. 56). Os diferentes padrões habitacionais deveriam ter características bem definidas e delimitadas quantitativamente (dimensão total e tamanho mínimo das peças), especificações das qualidades dos materiais a serem usados e do tipo de iluminação, ventilação e instalação sanitária. Se por um lado as normas estabelecidas propiciariam moradias populares mais adequadas e com melhor padrão de habitabilidade, sem, contudo, afetar em demasia o custo da construção, por outro ela constituiu, muitas vezes, em um obstáculo, pois a generalização dos padrões habitacionais levou a habitações simplificadas que desconsideravam as diferenças entre as famílias.

### **2.3. As premissas de projeto para a habitação de interesse social no Brasil**

Para o Brasil, defendia-se a edificação de conjuntos habitacionais isolados do traçado urbano existente, pois não seria interessante misturá-los aos cortiços existentes; a construção de blocos em função da economia gerada a partir da padronização de elementos; a limitação da altura dos blocos, que não deveriam ultrapassar quatro pavimentos quando desprovidos de elevador; o uso de pilotis, visto que, estes assegurariam a todos os apartamentos visibilidade para o horizonte e contato com a natureza, além disso, evitaria que os apartamentos situados no térreo ficassem devassados, oferecendo um espaço para o lazer; a adoção dos apartamentos duplex porque a instalação em dois pisos proporcionaria a real separação da parte de uso diário da parte íntima, havendo assim mais tranquilidade e intimidade; os processos de construção racionalizados e a edificação de conjuntos autônomos, com todos os seus serviços na área (escola, creche, igreja...); a articulação dos conjuntos habitacionais com planos urbanísticos; a entrega da casa mobiliada de forma racional pela vantagem

econômica e higiênica, pois muitas vezes alguns móveis obstruíam as entradas de luz e ventilação (PORTO, 1938, apud BONDUKI, 1998, p. 150).

Em geral, no Brasil, como em outros países que adotaram a produção massiva de conjuntos habitacionais como um meio de resolver o problema da falta de moradia, parte das críticas são dirigidas a estes. Para Jencks (1978), os problemas qualitativos dos conjuntos habitacionais estariam relacionados com o meio de produção adotado e a economia de escala. Na avaliação do autor, este sistema, por priorizar a produção massiva de habitações como meio de solucionar o problema quantitativo estaria relegando a um segundo plano os problemas qualitativos. Associados a essas críticas, verifica-se a “artificialidade” dos conjuntos, forçando os moradores a se adaptarem ao contexto construído, segregado do contexto urbano, afinal, o que os governantes e profissionais não poderiam ter esquecido é que estas casas iriam abrigar diversas famílias, que tinham suas próprias características.

#### **2.4. Panorama geral da habitação popular no cenário nacional atual**

Segundo os dados estatísticos da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios de 1995 e 1996, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o déficit habitacional brasileiro, que era de 4,4 milhões de habitações em 1981, elevou-se a 5,1 milhões em 1995 e a 5,4 milhões em 1996, abrangendo um contingente de aproximadamente 20 milhões de pessoas que moram em habitações improvisadas e compartilhadas.

Entretanto, o próprio perfil econômico da população brasileira é desfavorável, sendo que, 39% das famílias têm renda inferior a três salários mínimos e outros 41% auferem renda entre três e dez salários mínimos. Para erradicar o déficit habitacional quantitativo acumulado até 1996, seriam necessários investimentos de cerca de R\$ 77 bilhões, ou seja, algo em torno de 10% do PIB, que exigiria recursos de R\$ 3,85 bilhões ao ano, durante vinte anos, apenas para atender à demanda reprimida por habitações, sem considerar o crescimento do número de famílias no período, estimado em cerca de um

milhão de novas moradias ao ano, 80% das quais com renda familiar inferior a dez salários mínimos (IBGE, 1995/1996).

Bonduki (1997) afirma que, de acordo com a Agenda Habitat, resultante da Conferência de Assentamentos Humanos da Organização das Nações Unidas (ONU) realizada em Istambul, em 1996, viabilizar o acesso à moradia adequada a todos os brasileiros é responsabilidade de toda a sociedade. Completa este conjunto de desafios a produção de habitações em quantidade, preço e qualidade que correspondam à realidade do país em termos socioeconômicos, ao déficit e à demanda. O Brasil produz muitas habitações, mas produz mais caro do que poderia, de forma quase artesanal e com qualidade bastante inferior à desejável, sendo necessário, portanto, que se almeje parâmetros mínimos que garantam uma habitação adequada.

## **2.5. A participação do usuário no processo de projeto e na construção de sua moradia**

Em sua pesquisa sobre a satisfação de moradores de conjuntos habitacionais de interesse social, Reis (1992) procurou verificar se a participação do usuário no processo de projeto da unidade levaria a uma garantia de satisfação. Como resultado, apresenta que a satisfação não está diretamente relacionada a participação do usuário/morador no processo de projeto e de construção de sua unidade. Além disso, a participação nas decisões projetuais seria mais interessante para o morador do que a sua participação na construção, visto que, durante o processo de projeto poderia ser apresentada alterações que propiciaria a uma maior qualidade de vida. Assim, evitaria o gasto com posteriores reformas para tentar adequar a habitação ao cotidiano da família.

A participação do morador no processo de projeto deve ser iniciada com o diálogo entre os possíveis moradores e o arquiteto, para que todos possam se conhecer e conversar sobre as primeiras idéias. Hamdi<sup>7</sup>, citado por Reis (1992), acrescenta que a parte mais importante é a entrevista onde há a possibilidade de se garantir a eficiência de um

---

<sup>7</sup> HAMDI, N. **Housing without houses**. New York, Van Nostrand Reinhold, 1991.

determinado projeto. Em seguida, deve-se optar por um questionário, com o objetivo de se elencar os anseios da população. Segue-se então para a busca pelas características locais, para que se possa fazer uma construção que tenha uma boa relação com o seu entorno, buscando pelo regionalismo. A etapa seguinte é o diálogo entre as partes, para que se entre em acordo, passando-se pelas alternativas que levarão a decisões em conjunto e a decisões pessoais.

No entanto, questiona-se o fato de o arquiteto e os moradores de habitações de interesse social não conseguirem se comunicar pela ausência de consonância entre os discursos. Watts e Hirst<sup>8</sup>, citado por Reis (1992), concluíram que a participação e a comunicação são imprescindíveis, e ainda sugerem uma maneira de como desenvolver a linguagem entre ambos. Já Mario Bott<sup>9</sup>, também citado por Reis (1992), defende que o arquiteto é suficientemente apto a providenciar um espaço agradável em termos de qualidade para o qual o usuário requer. Além disso, acrescenta que projetar espaços com qualidade para que o usuário tenha a liberdade de organizá-lo da forma que quiser é tarefa do arquiteto.

A participação é importante por dois motivos: o primeiro é que possibilita a criação de um elo entre as pessoas e o mundo que está a sua volta. O segundo porque os moradores sabem melhor do que ninguém o que precisam, em função de sua própria realidade (ALEXANDER, 1975, apud REIS, 1992, p.75). Além disso, pode se desenvolver uma boa relação entre as pessoas e o senso de comunidade.

No caso do Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Pena II o projeto arquitetônico foi elaborado desconsiderando-se a relação tradicional entre projetista e usuário, onde os requisitos de projeto são amplamente discutidos, sendo substituído pelas exigências do cliente que, no caso, não era o usuário e sim o empreendedor do projeto. Assim, como afirma Lay & Reis (2005), interrompe-se a relação de troca entre projetista e usuário, considerada como pré-requisito para a produção de um projeto arquitetônico satisfatório. Entretanto isto é uma realidade, visto que seria muito complexo reunir todos os moradores para se discutir o projeto, tornando esta possibilidade pouco viável.

---

<sup>8</sup> WATTS, J. and HIRST, M. User participation in the Early Stages of Building Design. **Design Studies**, Vol. 3, No. 1, January, p. 11-18, 1982.

<sup>9</sup> BOTTA, Mario. **Architecture and behaviour**, Vol.4, No. 4, p. 325, 1988.



É justamente por isto que é imprescindível que se realize avaliações sistemáticas com o objetivo de se produzir informações sobre as necessidades e os valores dos usuários com perfil similar para que se possa organizar bancos de dados que servirão de subsídios para futuros projetos.

### **2.5.1. A autoconstrução: uma forma de participação do morador**

O mutirão é uma evolução da modalidade da autoconstrução, justificada pela necessidade de se resolver o problema habitacional nas sociedades capitalistas em crise, baseado no esforço coletivo e organizado da comunidade, os chamados mutirantes. Jacobi<sup>10</sup>, citado por Conti (1999) acrescenta ainda que esta modalidade “responde basicamente às necessidades de se satisfazer determinadas necessidades sociais que não são suprimidas a contento”. Essa forma de solucionar o problema habitacional tem demonstrado ser uma boa alternativa frente ao acelerado crescimento urbano, fortemente influenciado pelo assentamento residencial da população que migra do campo.

Pode-se afirmar que o mutirão e a autoconstrução são processos de trabalho que têm como suporte a cooperação entre as pessoas, a troca de favores e os compromissos familiares. O discurso de Turner<sup>11</sup>, citado por Conti (1999), apóia-se na autonomia e na participação dos usuários na construção da sua moradia, sendo fundamental os aspectos relacionados ao controle do processo pela própria população e às vantagens decorrentes da participação do usuário na solução dos seus problemas habitacionais, visando sempre à minimização de gastos. Ele afirma ainda que a intervenção dos governos e dos organismos internacionais deveriam limitar-se apenas ao acesso do instrumental e/ou dos recursos técnicos necessários a este trabalho, isto é, o terreno, a assistência técnica e a infra-estrutura básica, visto a comprovação da ineficácia dos programas habitacionais

---

<sup>10</sup> JACOBI, P. R. Autoconstrução mitos e contradições. **Revista Espaço e Debates**, Ano I, n. 3, set. 1981. p. 29.

<sup>11</sup> TURNER, J. F. C. Freedom to build. New York: Macmillan, 1972. In: **Correio** 4 (8) 12-12 cont. 33, ago. 1976. p. 51-70.

baseados numa organização centralizada, que se distancia das necessidades dos moradores excluindo, até mesmo, o usuário no processo de decisão.

As principais críticas recebidas por Turner dizem respeito a substituição do valor de troca da habitação pelo valor de uso, visto que, a habitação é uma mercadoria e não deixará de sê-lo; e, o uso de procedimentos extremamente voluntaristas, que evidenciam uma inversão da realidade, onde reduz-se os problemas sociais a problemas pessoais, ao invés de entender a ordem social e seus reflexos. Isto é, há que se pensar nestas populações e buscar soluções, mas há também que exigir da sociedade que se procure amenizar as contradições de classes e as discrepâncias financeiras.

Diante destas teorias, conforme afirma Conti (1999) o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento passaram a se comprometer com programas de autoconstrução nas áreas ilegais e em áreas novas, com a criação de lotes urbanizados. No Brasil, os primeiros programas alternativos nesse sentido foram o Programa de Financiamento de Lotes Urbanizados (PROFILURB), de 1975, e o PROMORAR, de 1979.

Apoiando-se em Abiko (1992), pode-se classificar os três tipos básicos de construção por meio de mutirões, diferenciando-se pelo tipo de gestão:

1. *Gestão institucional ou administração direta*: em que o poder público gerencia o empreendimento, administrando os recursos financeiros e não financeiros aportados;
2. *Co-gestão*: em que o poder público repassa os recursos às comunidades organizadas, representadas por associações, que, por sua vez, contratam escritórios técnicos autônomos para assessorá-las na administração desses recursos;
3. *Autogestão*: em que a comunidade, representada pela associação de moradores, é responsável pela administração e pela gerência de todos os recursos.

Ainda, pode-se acrescentar a possibilidade de contratação de mão-de-obra que aumenta a produtividade nos canteiros, executando os serviços especializados ou preparando,

durante a semana, o serviço que será executado pelos mutirantes no final de semana, os quais, normalmente, apresentam um baixo perfil de qualificação. E, também, a contratação de escritórios autônomos que elaboram projetos e exercem a direção técnica, responsabilizando-se pela execução técnica da obra.

Há, ainda, a proposta de autogestão na construção das moradias populares que, para Bonduki<sup>12</sup>, citado por Conti (1999) é um processo em que “os futuros moradores, organizados em associações ou cooperativas, administram a construção das unidades habitacionais em todos os seus aspectos, a partir de regras e diretrizes estabelecidas pelo poder público, quando este participa financiando o empreendimento”.

Entretanto, a participação do morador no processo de construção de sua edificação não garante, como estudado por Reis (1992), a satisfação do usuário. Muitos não estão qualificados ao trabalho na construção civil, e conseqüentemente, ocorrem problemas de execução nestas moradias que podem levar a prejuízos ao patrimônio. A doação de sua mão-de-obra reflete o problema da má distribuição de renda e as tentativas do governo em melhorar a sua imagem frente a opinião pública.

## **2.6. A padronização e o dimensionamento mínimo**

Acredita-se que a verdadeira arquitetura seja aquela que proporcione as condições ideais de conforto aos seus usuários. Para que se contemple esta premissa, o processo de projeto deve iniciar-se com a análise do local a ser implantado o edifício, as condições climáticas predominantes, o programa de necessidades (a que tipo de ocupação se destina a edificação), e o partido adotado, sendo este último onde se procura as soluções para as questões anteriores. Uma edificação, além de garantir a segurança, deve proporcionar a qualidade ambiental aos seus ocupantes, tanto a nível funcional, quanto ao social, simbólico e artístico, devendo ser confortável e eficiente durante o desempenho das tarefas no seu interior pelo usuário. O conforto ambiental não deve ser

---

<sup>12</sup> BONDUKI, N. Do mutirão à autogestão na produção de moradia: qualidade e produtividade a baixo custo. In: **Mutirão Habitacional – Curso de formação em mutirão**. v. 1. Escola politécnica da USP, Politécnico di Torino, União Européia, São Paulo. 1992.

entendido apenas como parâmetros de desempenho para as edificações em relação aos aspectos técnicos, visto que, representa também a qualidade e a concepção do espaço.

Barros (2003), em sua pesquisa sobre a forma como a população de baixa renda apreende o espaço de uma unidade habitacional, utilizando-se como método de pesquisa a APO, concluiu que o posicionamento do mobiliário na maior parte das famílias selecionadas para a pesquisa não estão em conformidade com o projeto. Assim, recomenda-se que um projeto de unidade habitacional seja apresentado com maior disponibilidade de opções em sua aplicação.

Objetivando a busca por referenciais de qualidade para a análise funcional dos apartamentos analisados, procurou-se elencar um conjunto de critérios de desempenho que pode ser visualizado nas Tabelas 2.1 e 2.2 Na Tabela 2.1 apresenta-se o caso português, e na Tabela 2.2 apresenta-se o caso espanhol.

Tabela 2.1 – Dimensionamento da área habitável – o caso português

Tipologias		1 dormitório	2 dormitórios	3 dormitórios	4 dormitórios
Área bruta (m <sup>2</sup> )	mínima	52	72	91	105
	máxima	65	85	100	114
Área habitável (m <sup>2</sup> )		30,5	43,5	54,5	61

Fonte: ROMERO ET AL., 2003.

As recomendações técnicas portuguesas foram elaboradas pelo Ministério do Equipamento Social e da Qualidade de Vida, estando em vigor desde 1985. Estas recomendações determinam as exigências mínimas em termos de qualidade funcional a serem atendidas pelo projeto de arquitetura no caso da habitação. Para isto, observou-se as atividades mais habituais relacionadas com o modo de vida previsível da família e a sua evolução; o número médio previsto de ocupantes; o espaço requerido pela movimentação das pessoas e pelos equipamentos e mobiliários, estabelecidos em função da atividade exercida na habitação; as interrelações e as sobreposições no espaço e no tempo entre as atividades exercidas na habitação. Acrescenta-se ainda no caso de cada ambiente uma série de exigências. Assim, por exemplo, os quartos devem se constituir em espaços fechados com acesso por porta, sendo que a forma e as dimensões devem permitir a circulação das pessoas e o uso fácil do seguinte mobiliário habitual: camas

individuais ou camas de casal, mesas de cabeceira, cômoda e roupeiro; além de permitir a maior privacidade interna e externa nos espaços comuns de circulação e habitação adjacentes.

Já no caso espanhol, podem ser encontrados os indicadores apresentados na Tabela 2.2, elaborados pelo Ministério das Obras Públicas e Urbanismo.

Tabela 2.2 – Área útil por número de dormitórios – o caso espanhol

Nº de dormitórios	Mínimo (m <sup>2</sup> )	Recomendado (m <sup>2</sup> )	Ótimo (m <sup>2</sup> )
1	38	46	56
2	50	60	73
3	66	79	93
4	83	98	114
5	104	119	139

Fonte: ROMERO ET AL., 2003.

Em relação ao Brasil, existem alguns critérios estabelecidos por alguns órgãos e em alguns projetos, como os apresentados na Tabela 2.3 para áreas mínimas de apartamentos. Pode-se concluir ao analisá-los que, na maioria dos casos, para apartamentos de 2 dormitórios, a área mínima total é aproximadamente 42,00 m<sup>2</sup>. Entretanto, a Legislação da Prefeitura Municipal de São Paulo estabelece como área mínima 36,00 m<sup>2</sup>, o que se considera uma área muito diminuta para as funções a que um ambiente habitacional se destina. Já no caso português, a área mínima habitável encontra-se em torno de 43,50 m<sup>2</sup> para os mesmos 2 dormitórios. A grande diferença está no fato de que, no Brasil, a área considerada como mínima engloba além da área do apartamento, as áreas comuns, como o hall. Em contrapartida, no caso português, a área é apenas do apartamento. Para os espanhóis, apartamentos de 2 cômodos devem ter 50,00 m<sup>2</sup>, o que é maior que o estabelecido pelo modelo brasileiro e próximo do português.

Tabela 2.3 – Área útil mínima total recomendada para habitação em m<sup>2</sup>  
(dormitórios + salas + cozinha + banheiro + área de serviço)

Fonte de critérios	1 dorm./ 2 moradores	2 dorm./ 4 moradores	3 dorm./ 6 moradores
<b>IPT – SP</b>	35,00	43,00	51,00
<b>Projeto Cingapura – PMSP</b>	_____	41,36	_____
<b>Residencial Gameleira – MG</b>	_____	42,00	_____
<b>Legislação da PMSP (Decreto 34.049/94)</b>	_____	36,00	_____

Fonte: ROMERO ET AL., 2003.

Na Tabela 2.4 é apresentado as dimensões mínimas de cada cômodo da habitação segundo alguns projetos e órgãos. Nota-se que, em alguns ambientes, há uma maior disparidade de dimensões como, por exemplo, a cozinha para o IPT deve ter área mínima de 10,00 m<sup>2</sup>, enquanto para o Projeto Cingapura e para a legislação portuguesa, 6,00 m<sup>2</sup>.

Tabela 2.4 – Áreas úteis mínimas recomendadas por cômodo (m<sup>2</sup>)

Fonte	1º Dorm.	2º Dorm.	3º Dorm.	Sala	Coz.	Banho	A. S.
<b>IPT – SP</b>	9,00	8,00	8,00	12,00	10,00	2,50	1,50
<b>Projeto Cingapura – PMSP</b>	8,44	7,79	-	12,16	6,88	3,59	2,50
<b>Portugal</b>	10,50	9,00	9,00	10,00-16,00	6,00	3,50	3,50

Fonte: ROMERO ET AL., 2003.

Ao se analisar os valores apresentados na Tabela 2.5 referente as dimensões dos cômodos do Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Pena II, conclui-se que somente a cozinha está bem abaixo das recomendações expostas na Tabela 2.4. Nos demais cômodos a discrepância não é tão elevada. Entretanto, considerando-se uma média de 3 moradores, a área do dormitório 1 que é de 8,6m<sup>2</sup> deveria ter um mínimo de 9,5m<sup>2</sup>, para poder responder o mínimo das necessidades de seus usuários, como os 9m<sup>2</sup> mínimos recomendados pelo IPT. Em contrapartida, o dormitório 2 tem 8,60m<sup>2</sup>, sendo que o recomendado para o IPT é 8m<sup>2</sup>, ou seja, está um pouco acima (CRUZ ET AL., 1995).

Tabela 2.5 – Áreas úteis do Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Pena II  
por cômodo (m<sup>2</sup>)

	<b>1° Dorm.</b>	<b>2° Dorm.</b>	<b>Sala</b>	<b>Coz.</b>	<b>Banho</b>	<b>A. S.</b>
<b>Usiteto – Nova Lima</b>	8,60	8,60	10,08	4,80	2,40	1,80

Há que se salientar, no entanto, que somente as dimensões espaciais de um determinado ambiente não é suficiente para considerá-lo satisfatório, como afirmam Halberg e Thiberg, (1990), apud Reis & LAy (2002), pois o arranjo adequado do mobiliário depende fortemente do comprimento das paredes e da localização da portas e janelas, já que uma área, mesmo que generosa, pode acarretar um arranjo inadequado, caso os primeiros aspectos não sejam considerados.

Na Tabela 2.6 estão apresentadas algumas recomendações da NBR 9050:1994, referente aos portadores de necessidades especiais, em relação aos ambientes internos da habitação.

Tabela 2.6 – Recomendações da NBR 9050:1994 para ambientes internos

<b>Altura recomendada para acionamento de dispositivos</b>		
<b>Tipo de dispositivo</b>	<b>Altura mínima</b>	<b>Altura máxima</b>
<b>Interruptor</b>	0,80 m	1,00 m
<b>Tomada</b>	0,40 m	1,15 m
<b>Registro</b>	1,00 m	_____
<b>Comando de janela</b>	0,40 m	1,15 m
<b>Maçaneta de porta</b>	0,40 m	1,00 m
<b>Outras recomendações</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Altura mínima</b>	<b>Altura máxima</b>
<b>Vão livre da porta</b>	0,80 m	_____
<b>Altura de barra de apoio</b>	0,76 m	_____
<b>Armários</b>	0,30 m	1,20 m
<b>Puxadores e fechaduras</b>	0,80 m	1,00 m

Fonte: NBR 9050:1994.

No que diz respeito à acessibilidade a portadores de necessidades especiais, foram reservados os apartamentos do pavimento térreo, no intuito dos moradores não terem que subir escada para ter acesso aos seus apartamentos. Assim, estes apartamentos deveriam estar em condições de cumprir as recomendações da NBR 9050: 1994, visando o “desenho universal”. Entretanto, internamente não existe nenhum apartamento adaptado a tais exigências, visto não cumprirem nenhum dos itens apresentados na Tabela 2.6, bem como barras de apoio nas cozinhas e banheiros, dentre outros, como pode ser observado na Tabela 2.7.

Tabela 2.7 – Alturas de dispositivos de ambientes internos no Conjunto

Oswaldo Barbosa Penna II

<b>Altura para acionamento de dispositivos</b>	
<b>Tipo de dispositivo</b>	<b>Altura</b>
<b>Interruptor</b>	1,20 m
<b>Tomada</b>	0,30 m
<b>Registro</b>	1,90 m
<b>Comando de janela</b>	1,50 m
<b>Maçaneta de porta</b>	1,05 m
<b>Outros</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Altura</b>
<b>Vão livre da porta</b>	0,80 m
<b>Altura de eixo de barra de apoio de banheiro</b>	Não possui barra de apoio
<b>Armários</b>	1,40 m
<b>Puxadores e fechaduras</b>	1,05 m

Assim, as alturas dos dispositivos tais como, interruptor, tomadas, registros etc, foram instalados para pessoas que não possuem nenhum tipo de deficiência física, inviabilizando aos PNEs ter uma vida autônoma no interior destas unidades.



## **CAPÍTULO III**

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1. Considerações iniciais**

As diversas posições conceituais levam a identificar diferentes possibilidades dos problemas analisados, e conseqüentemente, a diferentes resultados. Desta forma, o processo metodológico influencia diretamente no trabalho a ser desenvolvido. Diante disto, pode-se afirmar que teorias bem sucedidas consistem em generalizações simples, mas poderosas sobre o mundo e como ele funciona, de modo a permitir predizer com precisão as operações futuras. Assim, uma correta compreensão das atitudes e dos valores dos usuários, bem como das inter-relações destes com o meio ambiente em uso, são subsídios essenciais para uma boa proposta, que deve ser responsiva às necessidades destes.

Para que se tenha êxito neste percurso, deve-se observar que nem sempre uma abordagem de caráter apenas quantitativo, onde dados são tratados numericamente, pode expressar toda uma gama de significados, valores e, portanto, podem não possibilitar a real compreensão das experiências vividas por um dado grupo social. Há que se salientar, também, que o pesquisador deva ter uma postura eticamente correta ao tratar toda a subjetividade trazida pela experiência cultural deste grupo social, tendo como princípio norteador a distância necessária, de forma a obter dados que possam retratar a experiência sem a sua influência direta sobre o grupo e vice-versa, para que não haja comprometimento dos resultados. Assim sendo, como afirma Lay & Reis (2005) em sua pesquisa sobre análises quantitativas na área de estudos ambiente-comportamento, os métodos quantitativos permitem a aquisição de uma quantidade substancial de informação em tempo limitado, enquanto os métodos qualitativos possibilitam o aprofundamento dos aspectos investigados.

É necessário, desde o início, ter um objetivo bem delineado, centrado em um problema específico, visto que, é em virtude desse problema específico que o pesquisador escolherá o procedimento mais apto, para chegar à compreensão visada, podendo optar-

se por um procedimento quantitativo, qualitativo ou uma junção de ambos. Ferrara (1993) afirma que fazer ciência não consiste em saber o que é científico sacramentado pelo rigor de um patrimônio cultural rigorosamente definido e defendido, mas fazer ciência consiste em se desenvolver uma atitude perante o objeto de estudo.

Assim, concorda-se com Bastos (2004) quando explica ser essencial que a escolha de abordagem esteja a serviço do objeto de pesquisa, e não o contrário, com o objetivo de obter as informações desejadas. Em conformidade com o já exposto, optou-se por desenvolver um estudo de Avaliação Pós-ocupação, como processo metodológico que vem em crescente aplicação em espaços construídos.

### **3.2. Estudos ambiente-comportamento**

Ornstein (1992) considera que a APO tenha surgido como um método que pudesse inserir a incógnita ‘ambiente’ na equação indivíduo + comportamento, fornecendo principalmente insumos para o ramo da psicologia denominado ‘ecopsicologia’. A aplicação dos métodos de APO sempre ocorreu, nos estudos relativos a relações ambiente x comportamento. Sua origem está relacionada a diversas disciplinas tradicionais tais como, a psicologia, a antropologia, a arquitetura, a sociologia etc, das quais emergiu como um movimento interdisciplinar, em que cada estudo de caso era visto sob um ou mais ângulos e no qual se aplicava um ou mais métodos científicos.

A avaliação a partir do ponto de vista do usuário iniciou-se nos países desenvolvidos com a construção de conjuntos habitacionais no período pós-guerra. Por suas características, esses conjuntos não satisfaziam as exigências dos moradores, processo que se intensificou nas últimas três décadas, quando se verificou a necessidade de serem atendidas não só as condições técnicas de produção e uso do edifício, mas também as expectativas psicocomportamentais dos usuários do ambiente construído. Ferrara (1993) define bem este assunto quando diz existirem três operações básicas para a apropriação do espaço: a percepção, a leitura e a interpretação, ou seja, é necessário os usos e os hábitos reunidos para se construir a imagem de um dado lugar. Lynch (1997) acrescenta

ainda que a imagem de um dado lugar invoca o processo de cognição, em que a experiência prévia, os valores e a informação armazenada culminam no significado de um determinado lugar. Assim, as pesquisas avaliativas, no campo das ciências sociais, objetivam coletar, analisar e interpretar sistematicamente informações a propósito da implementação e eficiência de quaisquer intervenções humanas, para otimizar condições sociais e comunitárias.

A Avaliação Pós-ocupação pode, então, ser entendida como um método interativo que detecta patologias e determina terapias no decorrer do processo de produção e uso de ambientes construídos, através da participação intensa de todos os agentes envolvidos na tomada de decisões. Além disso, Altas & Ozsoy (1997), Yamagishi (1993), Kowaltowski et al. (2001b) e Whitehouse (2001) acrescentam que a APO pode ser uma ferramenta para elucidar a relação entre o ambiente e o comportamento do usuário, ou seja, como o ambiente pode desencadear reações diversificadas no usuário, possibilitadas pelas características diferentes de cada espaços. Esta relação é visível, principalmente, em ambientes de trabalho, onde a produtividade do funcionário está diretamente ligada a receita da empresa; em ambientes escolares, onde o desempenho do aluno está relacionado as condições do ambiente; ou em ambientes de saúde, como hospitais, onde a recuperação ou não do paciente pode ser influenciada pelo meio ambiente. Liu (1999) acrescenta ainda que, uma grande vantagem da APO é a possibilidade de se providenciar bancos de dados que poderão realimentar projetos futuros.

Todo e qualquer produto colocado em uso, inclusive o ambiente construído, nos países desenvolvidos, passam por um processo que implica obrigatoriamente mecanismos de controle de qualidade, a fim de atender todas as necessidades de seus usuários. Diante disto, todo produto colocado no mercado passa, em menor ou maior escala, por avaliações sistemáticas, sendo o usuário/consumidor final aquele que irá detectar eventuais problemas no decorrer de sua vida útil, exigindo, se necessário, maior frequência na manutenção, de partes ou do todo, e, até mesmo, reposição plena ou eliminação daquele produto, caso se confirmem problemas relativos à saúde, insalubridade ou risco de vida. Desta forma, avalia-se o desempenho de ambientes

construídos em uso a partir da perspectiva de seus ocupantes (DAISH ET AL., 1982; PREISER, 1983; MARMOT, 1983; BASTOS & SOUZA, 2005). Propõe-se, portanto, a preservação dos direitos do consumidor, no caso do cidadão e do próprio poder público, no que tange a garantia da qualidade e dos custos justos da habitação.

Vale destacar as pesquisas de Kowaltowski et al. (2001), no sentido de buscar métodos que facilitem a interpretação das observações dos gestos e a análise de atitudes de usuários de edificações, e Lay & Reis (2005) com pesquisas envolvendo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para análises quantitativas. Assim, procura-se uma melhor maneira de automatizar a análise de dados da APO, desenvolvendo-se a modelagem de dados coletados, a construção de Banco de Dados e a elaboração de um conjunto de consultas para uma avaliação dinâmica, síntese e cruzamento de dados em quantidade, permitindo conclusões seguras e consistentes.

### **3.3. Os critérios de desempenho**

Para se avaliar o desempenho de uma construção, do ponto de vista técnico do todo e/ou das partes do ambiente construído, a partir de uma abordagem paramétrica, utiliza-se os resultados obtidos da mensuração dos vários quesitos apontados, feita em um determinado edifício ou conjunto deles e, depois, faz-se uma análise comparativa com parâmetros pré-estabelecidos e determinados através de métodos de ensaios e/ou de modelos matemáticos.

Para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT, 1998), os critérios mínimos de desempenho para habitações de interesse social são:

- resistência estrutural: resistência mecânica a cargas estáticas e dinâmicas individual ou combinadamente, impactos, acidentes, efeitos de fadiga etc.
- segurança contra fogo: risco de incêndio, risco de propagação do incêndio e garantia da segurança do usuário.
- estanqueidade à água: a umidade está diretamente relacionada à durabilidade da edificação e o desenvolvimento de fungos.

- conforto térmico: temperatura satisfatória ao conforto dos usuários.
- conforto acústico: isolamento acústica e níveis de ruído proporcionado aos usuários.
- durabilidade: conservação de desempenho por tempo adequado.

Já para a norma ISO 6241:1982 baseada na CST<sup>13</sup>, as exigências dos usuários em relação ao desempenho (caracteriza quantitativamente o comportamento de um produto em uso) do edifício onde a ênfase é dada à qualidade da concepção projetual, como também, da tecnologia adotada e da sua execução são:

- conforto higrotérmico: temperatura do ar, radiação térmica, velocidade e umidade relativa do ar.
- conforto visual: aclaramento, aspecto dos espaços e das paredes, vista para o exterior.
- conforto acústico: isolamento acústica e níveis de ruído.
- conforto tátil: eletricidade estática, rugosidade, umidade, temperatura da superfície.
- adaptação à utilização: número, tamanho, dimensões, geometria e relações de espaço e de equipamentos necessários, flexibilidade.
- economia: custo inicial e custos de manutenção e reposição durante o uso.

Note que, no caso de um edifício, qualidade é uma visão mais ampla de desempenho, na medida em que se trata de uma aptidão de um determinado produto em satisfazer, no presente e no futuro, seus usuários, devendo, portanto, ser gerenciada, isto é, controlada.

No Brasil, a visão sistêmica do processo se torna incompleta, na medida em que existem, ainda, poucas pesquisas voltadas para a fase de uso, operação e manutenção, o que faz com que seja reduzida a vida útil destes ambientes construídos, pela ausência, desde o projeto, desse tipo de análise preventiva. A ausência destas pesquisas faz com que exista um distanciamento enorme entre causas e conseqüências, perdendo-se, portanto, o controle global de qualidade do processo. Neste caso, o projeto é fonte significativa de parcela de deficiências de desempenho do edifício. Além disto, ocorre a repetição de falhas em projetos futuros de edifícios semelhantes, devido à ignorância dos fatos ocorridos em ambientes já em uso. Este círculo vicioso pode ser rompido, na

---

<sup>13</sup> Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, localizado em Paris, na França.

medida em que se procure conhecer essas edificações, tanto do ponto de vista técnico, quanto do ponto de vista dos usuários.

Vittorino & Akutsu (2000) ressaltam que a melhoria de empreendimentos habitacionais deva incorporar a opinião dos usuários, para ser convertida em aspectos técnicos que possam ser trabalhados por projetistas e construtoras. Nos grandes empreendimentos, como os conjuntos habitacionais, as informações devem contemplar não só aspectos relativos aos edifícios, mas também ao entorno das unidades.

Há que se salientar ainda o impacto gerado pelas novas tecnologias construtivas, onde as suas vantagens e as suas desvantagens ainda são muito pouco conhecidas em relação aos aspectos construtivos, funcionais, estéticos, econômicos e comportamentais, na dimensão dos usuários. Basso & Caram (2004) reforçam ainda que os novos sistemas devam sempre ser adaptados e apropriados pela população, que poderá ou não ditar novas regras para incorporá-los a sua realidade.

Kowaltowski et al. (2001a) mostram ainda que a relação ambiente construído e comportamento humano está estritamente ligada às estruturas sociais e culturais e às tecnologias de uma determinada época. Assim, a aferição da satisfação dos moradores com base na análise técnica dos apartamentos e na aplicação de questionários baseados na percepção dos clientes e nas observações técnicas *in loco* pode ser utilizada para mensurar, numa amostra definida, o comportamento em uso da tecnologia, por exemplo, a estrutura metálica. Neste caso, como afirmam Bastos et al. (2005) a satisfação do usuário não deve ser vista só em relação aos aspectos simbólicos, estéticos, formais e funcionais, mas, que ele, como sujeito social e diante de uma nova tecnologia construtiva tenha a capacidade de se posicionar criticamente como consumidor final (a evolução de seus consumidores quanto ao conhecimento do que vem a ser qualidade de produtos e serviços e quanto à consciência de seus direitos como consumidores).

Pode-se concluir que, como ressaltam Malard et al. (2000), o conhecimento das espacializações habitacionais pode ser obtido através de leituras espaciais, visando à identificação dos conflitos que ocorrem nas interações dos moradores com as suas

moradias, podendo assim, gerar lugares mais receptivos com os quais os usuários se identifiquem, sentindo-se participantes de sua concepção.

Gonçalves (2003) observa que um aspecto importante sobre o estudo das relações entre o homem e o seu meio ambiente diz respeito às atividades do cotidiano. A forma como compreendemos essas atividades pode ser de grande utilidade quando vamos projetar espaços mais próximos da realidade social dos usuários. Todos os aspectos aparentemente simples da vida cotidiana, que origina a forma específica dos espaços físicos, podem ser um meio válido para entender o estilo de vida e os sistemas de conceitos de valores, mentalidade, cultura etc. Existem várias pesquisas que estudam a percepção da relação morador/espaço, comprovando algumas evidências empíricas, indicando que a percepção de uma imagem do ambiente residencial tem efeitos acumulativos que podem afetar negativamente, dependendo de como o espaço é pensado, usado e preservado (LAY, 1992). Lynch (1997), e Rapoport (1978) partem da premissa de que o indivíduo e o meio ambiente formam um sistema simbólico. Esses autores defendem sua interação mútua como parcialmente determinada pelo meio ambiente físico e como este é percebido e interpretado pelo indivíduo, afetando seus sentimentos, suas motivações, suas atitudes e seus valores. Estes últimos influenciam a percepção do indivíduo e suas ações/comportamento em resposta ao processo de percepção ambiental.

A ação perceptiva age como um indicador de avaliação pós-uso, aprendendo eficiências e deficiências de desempenho da função habitar. A percepção é o mecanismo mais importante que relaciona os homens com o seu meio ambiente. Experimenta-se ou não satisfação, percebendo-se o espaço com todos os sentidos, e esse aspecto é fundamental para a experiência entre indivíduo/espaço. Esse espaço corresponde as dimensões perceptivas dos habitantes – espaço observável – e inclui, além da largura, altura e profundidade, todas as outras variáveis que possam ser percebidas e consideradas como relevantes, como as sensações, os sentimentos, a privacidade, o som e a luz.

### **3.4. Dados levantados**

1. Levantamento dos problemas e das potencialidades do conjunto habitacional USITETO a fim de contribuir para futuros projetos de habitação popular estruturados em aço, visando o uso do espaço edificado, visto que as novas tecnologias construtivas demandam novos critérios de uso e manutenção dos mesmos.
2. Análise de informações a respeito de habitação popular, bem como de conforto ambiental, de patologias em estrutura metálica e em fechamentos que possam contribuir para futuros projetos, analisando sob a perspectiva da população residente.
3. Análise do processo de construção em mutirão associado ao emprego da estrutura metálica.
4. Estudo comparativo entre a intenção projetual de seus autores (proprietários, arquiteto, engenheiro, incorporador etc) com a pesquisa de opinião junto aos moradores e da avaliação por observação direta.
5. Verificação do nível de consciência do usuário em relação à tecnologia aplicada em edifícios estruturados em aço, visto que, por ser este um produto industrializado faz com que o usuário/consumidor deste espaço também tome para si o papel de agente capaz de aceitá-lo ou eliminá-lo do mercado.

### **3.5. A pesquisa de campo**

Na pesquisa de campo, para efeito de coleta de dados, foram utilizadas várias técnicas que compõem a observação participante: a entrevista estruturada, a entrevista semi-estruturada, a entrevista aberta e fotos. A entrevista estruturada possibilita a tabulação dos dados colhidos em forma de gráficos, o que facilita as comparações, além de permitir uma análise quantitativa. A entrevista não-estruturada visa obter informações do entrevistado, seja de um fato de seu conhecimento, ou do seu comportamento, e ainda conhecer a sua opinião, podendo também explorar suas atividades e motivações.



Além disso, a conversação guiada propicia a obtenção de informações detalhadas, que podem ser utilizadas em uma análise qualitativa. O registro dos dados foi feito por meio de gravador, anotações de campo em caderno e documentação fotográfica. Além das entrevistas foram consideradas conversas informais com os moradores para obtenção de informações a respeito da organização do espaço físico da unidade, tanto relacionada à estrutura física, quanto à divisão das atividades diárias.

O trabalho de campo foi desenvolvido basicamente no interior das casas dos moradores do conjunto. Esse fato ajudou a perceber e a observar como os participantes da pesquisa utilizam e organizam o espaço físico de suas casas e como esses convivem e suportam os problemas enfrentados pela falta de espaço, o que influenciava o convívio diário dessas famílias.

Em dezembro de 2003 teve início o trabalho de campo, com visitas à comunidade para conversar com os moradores. Nessas visitas a pesquisadora, em conversas informais, explicou-lhes o trabalho e a razão da escolha do conjunto habitacional para a pesquisa, mostrando como eles poderiam contribuir para o seu desenvolvimento. No início de 2004, a pesquisadora retornou à comunidade para iniciar a pesquisa de campo propriamente dita.

### **3.5.1. O roteiro da pesquisa de campo**

O roteiro que se segue, tem como objetivo a caracterização qualitativa e quantitativa do conjunto habitacional Oswaldo Barbosa Penna II, a respeito da atual estrutura física dos apartamentos e das inter-relações do espaço construído percebido pelos seus usuários, bem como das sensações de conforto ambiental.

#### **a) Contato global**

- Visitas de reconhecimento da área e registros fotográficos objetivando verificar a atual situação do conjunto habitacional para a obtenção de listagem preliminar da ocorrência de fenômenos e determinação da acessibilidade.

b) Levantamento de dados sobre a concepção física das edificações

- Contato com os técnicos da Usiminas para seleção do conjunto habitacional estudo de caso;
- Obtenção de dados de projeto (projeto executivo completo do conjunto habitacional, especificações técnicas e planilhas de custos originais);
- Obtenção de dados históricos junto ao empreendedor do conjunto habitacional (etapas técnicas de execução e cronologia da montagem dos edifícios);
- Obtenção de dados sócio-econômicos dos moradores do conjunto habitacional.

c) Determinação da amostragem a ser adotada/classificação dos usuários participantes

- O número de unidades participantes da pesquisa;
- As soluções técnicas a serem pesquisadas a partir da listagem de fenômenos observáveis e análise do detalhamento técnico do projeto.

d) Visitas exploratórias

- Detectar, mapear e classificar as patologias selecionados de acordo com as características físicas (sistematização das anotações verbais e diagramáticas);
- Formulação e aplicação do questionário para aferir níveis de satisfação dos moradores (entrevistas);
- Registro dos fenômenos que ocorrem no ambiente devido ao uso;
- Registro por meio de levantamento fotográfico.

e) Etapa de organização dos dados documentais qualitativos e quantitativos

## **CAPÍTULO IV**

### **4. O ESTUDO DE CASO: O CONJUNTO HABITACIONAL OSWALDO BARBOSA PENA - NOVA LIMA/ MG**

#### **4.1. Apresentação geral**

Neste trabalho utiliza-se como estudo de caso o Conjunto Habitacional do Bairro Oswaldo Barbosa Pena II, situado no município mineiro de Nova Lima, executado pela Companhia Habitacional do Estado de Minas Gerais (COHAB) e ocupado a partir de 1999. São oito edifícios residenciais estruturados em aço tipologia “H”, com quatro unidades habitacionais por andar e quatro pavimentos sem pilotis.

Desenvolve-se uma pesquisa com a aplicação dos conceitos e dos procedimentos metodológicos da avaliação pós-ocupação, objetivando avaliar o desempenho das moradias, observando, além da avaliação de desempenho técnico dos edifícios eleitos, a satisfação de seus usuários em relação aos aspectos priorizados. Para a execução do estudo, foram adotados os seguintes procedimentos: aplicação de 46 questionários aos usuários dos edifícios estudados (36% da amostra total); entrevistas com os técnicos da COHAB; entrevistas com técnicos da Usiminas; vistorias técnicas nas unidades habitacionais estudadas; e medições *in loco* da temperatura, umidade do ar e ventilação em duas unidades do conjunto habitacional.

Dentre os vários exemplares de conjuntos habitacionais de interesse social estruturados em aço, onde o projeto foi desenvolvido sem o estudo prévio da utilização da estrutura metálica e depois adaptado a esta, escolheu-se o Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Penna II, em Nova Lima, visto a cidade se encontrar próximo da cidade de Belo Horizonte, o que facilitaria o contato direto entre o pesquisador e o objeto de estudo. Além disso, por ser uma das primeiras construções com este tipo de seqüência projetual, poderia permitir que fosse avaliado um maior número de variáveis.

#### **4.2. A cidade de Nova Lima**

A cidade de Nova Lima faz parte da região metropolitana da cidade de Belo Horizonte. De acordo com o censo de 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a área do município de Nova Lima é 428,449 Km<sup>2</sup>, 64.387 habitantes, sendo que 80% da população total é urbana e a densidade demográfica de 132,14 habitantes/Km<sup>2</sup>. As rodovias MG-030 e BR-040 interligam o município as outras regiões.

Por fazer parte da região metropolitana de Belo Horizonte, há um grande intercâmbio da população entre as duas cidades. É muito comum pessoas trabalharem em Belo Horizonte e morarem em Nova Lima, muitos em busca de um local mais tranquilo, longe dos problemas da cidade grande. Além disso, existe uma parcela considerável de pessoas que moram em Belo Horizonte e possuem casas em Nova Lima para finais de semana. Existem aproximadamente 19 condomínios fechados na cidade, com grandes mansões, destinado à população de renda alta.

Na cidade de Nova Lima existem 15 unidades de saúde da família, distribuídos pelos bairros, com as especialidades básicas (ginecologia, pediatria, clínica geral...), além de atendimento odontológico. Há ainda a Policlínica Municipal e o Pronto Atendimento do Hospital Nossa Senhora de Lourdes, que atende a urgências e a emergências 24 horas por dia. Com relação a questão educacional, a cidade conta com 5 escolas estaduais, 19 municipais e 12 particulares.

#### **4.3. O empreendimento**

O empreendimento habitacional na cidade de Nova Lima foi construído na antiga Fazenda Paulinho, hoje terreno da COHAB, área de recente urbanização da cidade (Figura 4.1). A execução dos oito edifícios durou aproximadamente 1 ano e três meses. Para poder adquirir uma unidade, os interessados preencheram fichas cadastrais na COHAB-MG, que tinha como parâmetro de avaliação a renda dos possíveis moradores, a comprovação de que não possuíam imóvel próprio e que não tinham condições de adquirir um.



Figura 4.1 – Vista do conjunto.

Inicialmente, seriam construídos seis blocos de edifícios. Entretanto, como houve uma demanda por um maior número de moradias, bem como um considerável número de voluntários, decidiu-se por construir mais dois blocos. Assim, a construção foi dividida em duas etapas. São ao todo 128 unidades habitacionais, com prédios de quatro pavimentos, parte no sistema de empreitada e parte em mutirão.

O bairro possui uma associação de moradores, que objetiva a melhoria da infraestrutura local, denominada de Associação Comunitária do Vale do Esperança. Em cada edifício tem-se um síndico responsável.

#### **4.4. Os equipamentos sociais da vizinhança**

O Bairro Oswaldo Barbosa Pena é carente em serviços tais como, padarias, farmácias e supermercados. Para exemplificar, a padaria mais próxima está a quase 30 minutos do conjunto, andando-se a pé. Em contrapartida, possui três escolas em seus arredores e um posto de saúde. Quanto a questão da habitação, existem na área outras moradias, edificações unifamiliares autoconstruídas, cortiços e favelas (Figura 4.2 e 4.3). Não existem equipamentos de lazer no bairro, mas no projeto de loteamento foram

reservadas algumas áreas próximas aos edifícios para praças que, ainda não foram construídas.



Figura 4.2 – Vista do entorno.

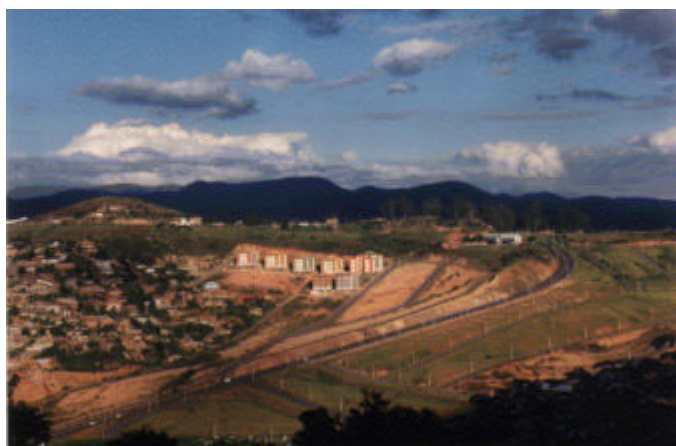


Figura 4.3 – Vista panorâmica do entorno.  
Fonte: MENDES, 1999.

## **4.5. O Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Pena II**

### **4.5.1. Implantação**

Os edifícios foram implantados um a um, em terrenos individuais, sendo este cercado por arame. Os dois primeiros blocos construídos estão dispostos tendo sua fachada cega. Já os seis blocos restantes estão dispostos com as aberturas voltadas para a rua (Figura 4.4). Em relação à topografia, os edifícios foram posicionados perpendicularmente ao desnível. O terreno em questão apresenta grande declividade (em torno de 30%), e a implantação impôs uma considerável movimentação de terra, com o estabelecimento de platôs nos quais estão os prédios, resultando em taludes acentuados nos fundos destes. Assim, para se ter acesso aos prédios tem-se que subir rampas ou escadas, bem como para o estacionamento, que fica na lateral do edifício e possui vagas para oito carros (um quarto dos apartamentos), sendo que, ficam uns na frente dos outros (Figura 4.5). Assim, pode-se concluir que a tipologia “H”, utilizada na construção, não foi a melhor opção para a implantação dos edifícios no terreno.

Além disso, não foi previsto áreas para lazer dos moradores e a recreação das crianças. Entretanto, entre os edifícios, existem áreas abertas que são utilizados para este fim.

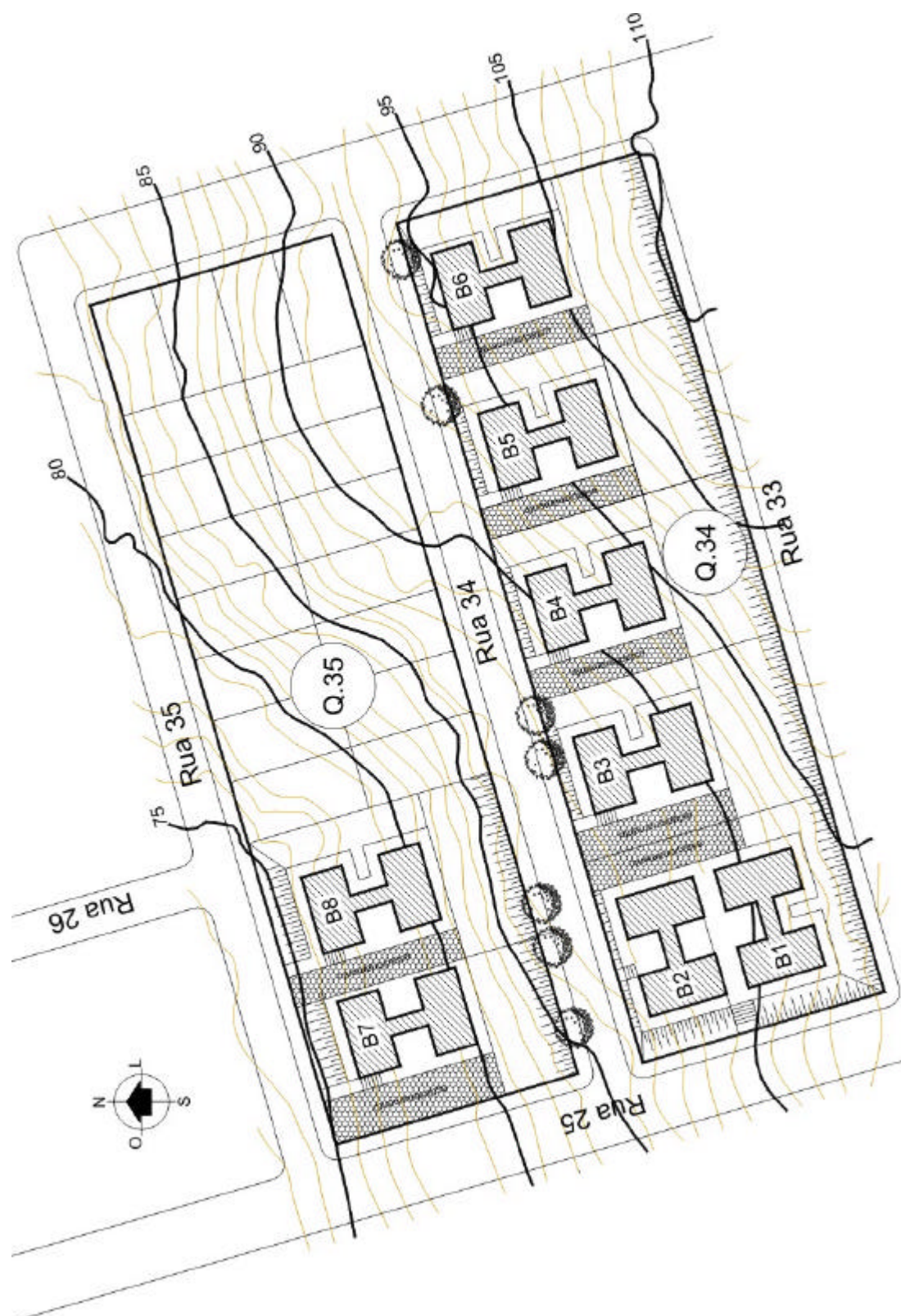


Figura 4.4 – Implantação geral do empreendimento.





Figura 4.5 – Vista de um dos edifícios do Conjunto Habitacional Usiteto em Nova Lima – MG.

#### **4.5.2. Tipologia dos edifícios e dos apartamentos**

Adotou-se como partido para os edifícios a planta baixa em “H”, onde duas lâminas são articuladas por uma caixa de escada de um lance, privilegiando dois pátios internos para uma melhor iluminação e ventilação. Cada lâmina é constituída por dois apartamentos, compondo quatro unidades habitacionais por pavimento (Figura 4.6).

As aberturas estão localizadas em faces paralelas, para dentro da área comum entre os dois blocos e para as fachadas da rua e dos fundos do terreno, pois nas fachadas laterais existia o contraventamento, o que dificultava a colocação de janelas.

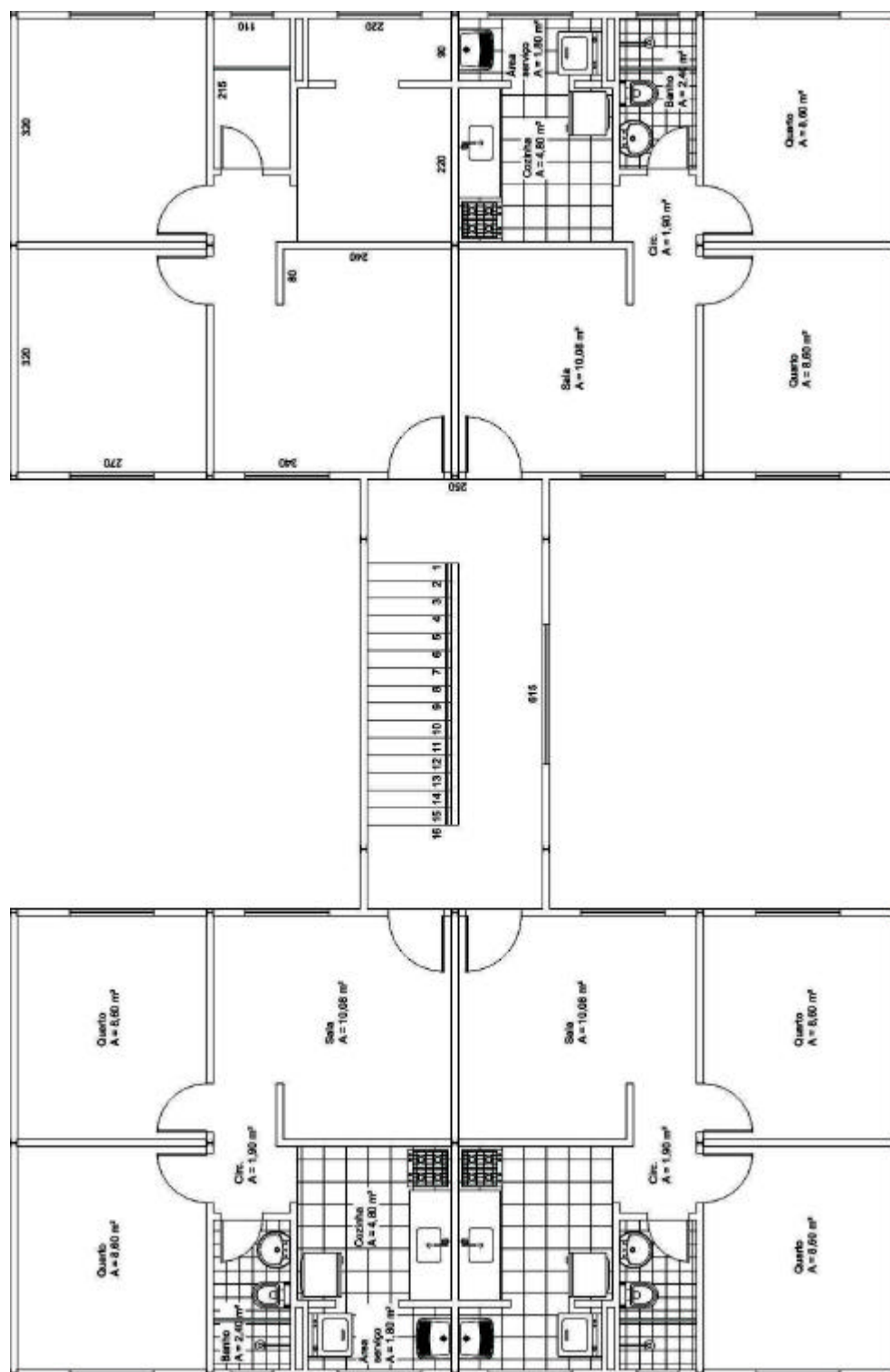


Figura 4.6 – Planta Baixa – pavimento tipo.

Os acessos principais, a circulação horizontal e a vertical das unidades estão localizados nesta área comum. Sobre a caixa de escada está localizado o reservatório de água.

O apartamento tem área útil de 40,30 m<sup>2</sup> e contempla dois dormitórios, sala, cozinha, área de serviço e banheiro, conforme pode ser verificado na Figura 4.6. Destaca-se que o *layout* indicado na Figura 4.7 é o indicado pela COHAB no projeto.

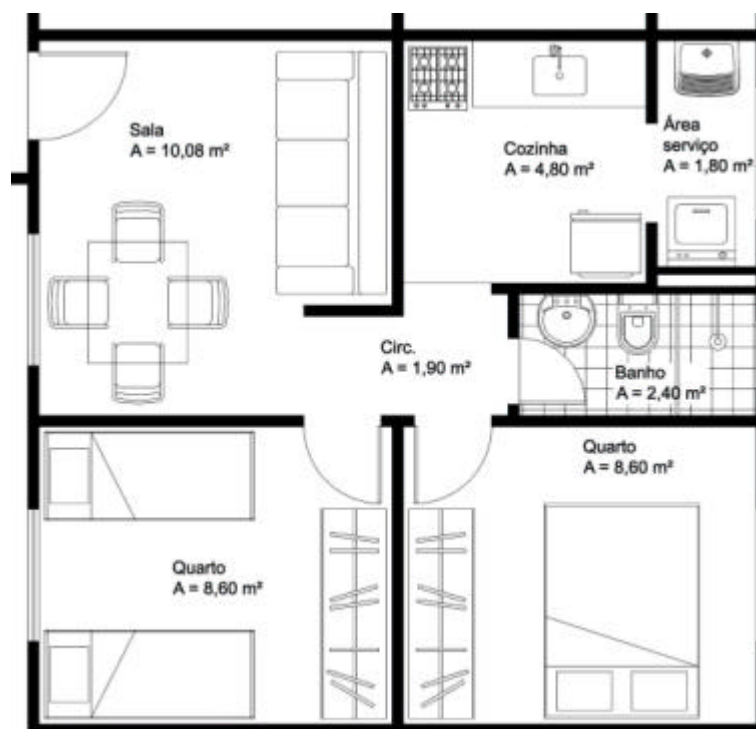


Figura 4.7 – Planta original do apartamento com o *layout* sugerido pela Cohab-MG.

#### 4.5.3. Sistema construtivo

Os edifícios têm a sua estrutura em aço de perfis aparente formados a frio, tendo sua sustentação constituída por vigas e colunas resistente à corrosão atmosférica, com fechamento horizontal em laje de concreto maciça moldada *in loco*, concebida para permitir a integração com sistemas de lajes e fechamentos convencionais.

Os seis primeiros edifícios construídos tiveram como fechamento o bloco de concreto e os dois últimos o tijolo cerâmico.

Foram adotados para a cobertura a estrutura de madeira e o fechamento em telhas cerâmicas, sem coletores para as águas pluviais (Figura 4.8).

As fachadas de cada edifício foram entregues pintadas com cores diferentes para que, segundo os construtores, permitisse uma maior identificação dos prédios. As áreas internas de uso comum (hall de escada) foram entregues pintadas e com piso em ardósia.

Internamente, as unidades foram entregues aos moradores sem revestimento de piso e parede, pois, segundo os empreendedores, possibilita aos moradores dar o acabamento que desejassem (Figura 4.9). Além disso, permitiu que a prestação ficasse mais barata, possibilitando a um maior número de pessoas ter o seu imóvel. Alguns moradores se juntaram e fizeram o acabamento no mesmo momento, comprando caminhões de areia, cimento e outros, conseguindo um melhor preço. Apenas os banheiros foram entregues com forro em gesso e porta.



Figura 4.8 – Cobertura sem coletores.



Figura 4.9 – Apartamento sem acabamento interno (vista do teto).

#### **4.6. Determinação da acessibilidade e da amostragem**

Num primeiro momento, houve uma negociação com os síndicos dos edifícios, com o objetivo de se obter a aceitação do acesso do pesquisador para que se pudesse iniciar a pesquisa de campo. Esta etapa se constituiu de explanação da proposta de pesquisa a ser realizada e disponibilizada uma carta onde o pesquisador foi apresentado pela instituição de ensino a qual pertence. Esta explicação foi feita de maneira geral, no sentido de não interferir e nem influenciar o comportamento dos usuários durante o trabalho, para não condicionar futuras respostas, pois poder-se-ia comprometer a confiabilidade dos dados obtidos.

##### **4.6.1 O trabalho de campo**

Em seguida, percorreu-se o edifício tocando a campainha de todos os apartamentos. Optou-se por entrevistar os moradores em finais de semana (sábados e domingos, pela tarde), em conformidade com sugestão dos próprios síndicos, pois a maioria dos

moradores trabalham fora o dia inteiro, e a noite não têm muito tempo disponível. Em contrapartida, nos finais de semana, apesar dos afazeres domésticos, os moradores encontravam-se mais desocupados. Entretanto, muitos não se encontravam em suas residências e, por isso, a escolha foi completamente aleatória, ou seja, baseada em quem estivesse em casa. A aplicação do questionário e a entrevista foi dada como encerrada no momento em que se finalizou o questionário (Anexo III) e fotografou-se os problemas e as soluções encontradas. Em praticamente 100% dos apartamentos visitados houve total colaboração por parte dos moradores.

Além disso, ao se iniciar a visita técnica, foi apresentado ao morador um documento intitulado “Termo de Consentimento Livre Esclarecido” (Anexo V), de forma a garantir a voluntariedade de participação, o conhecimento prévio da natureza do estudo e as obrigações envolvidas. Assim, procurou-se preservar o sigilo da identidade do entrevistado, bem como das informações dadas, além da garantia de uso destas apenas com o objetivo acadêmico desta pesquisa.

Para efeito desta APO, foram selecionados 46 unidades habitacionais, 36% da amostra total, distribuídos nos oito edifícios, ocupados a partir de outubro de 1999.

Neste trabalho utiliza-se um levantamento amostral não-probabilístico na definição da amostra. Utilizam-se como critérios de definição desta amostra a acessibilidade da população, o tempo de residência na edificação e a posição da unidade em relação ao conjunto habitacional. Segundo o conceito de Inferência Estatística podem-se produzir afirmações sobre uma dada população de interesse, aqui o conjunto habitacional composto de 128 unidades, a partir de informações colhidas de uma parte dessa população (amostra) pré-definida por meio de critérios estabelecidos pelo pesquisador.

#### **4.6.2. Determinação da amostragem**

A definição amostral considerou os dois níveis de abrangência da pesquisa: a avaliação da satisfação dos usuários – primeiro nível; e a avaliação técnica – segundo nível.

Para a avaliação comportamental (primeiro nível) e para a avaliação técnica (segundo nível) foi escolhida uma amostra aleatória de 46 unidades (36% do total), o que permite a extrapolação para o conjunto, incluindo apartamentos de todas as lâminas e nos distintos pavimentos, considerando a posição dos apartamentos em relação a rua, localização dos edifícios e dos apartamentos nas lâminas. Essa distribuição amostral está apresentada esquematicamente na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Quadro de distribuição amostral.

Posição em relação a rua	frente	24
	fundos	22
Posição em relação ao andar	1º pavimento	8
	2º pavimento	12
	3º pavimento	11
	4º pavimento	14

Na avaliação técnica foram escolhidos dois apartamentos para se fazer a medição *in loco* da temperatura, da umidade do ar e da velocidade do ar. O primeiro apartamento analisado situa-se no terceiro andar com fechamento em bloco de concreto. O segundo apartamento situa-se no segundo andar com fechamento em tijolo cerâmico. Ambos estão localizados nos fundos dos edifícios, tendo a abertura do quarto utilizado para a medição voltado para a fachada norte.

#### 4.6.3. Aplicação dos instrumentos – Coleta de dados

Os instrumentos de coleta de dados (questionário e planilha técnica) foram elaborados e devidamente testados em uma primeira aplicação do questionário (pré-teste) que teve como objetivo verificar a eficiência destes. Para isto, foi aplicado o questionário a oito moradores, escolhidos aleatoriamente, para aferição da legibilidade das perguntas e o tempo de duração do questionário.

Do ponto de vista de seu conteúdo, o questionário (Anexo III) foi elaborado de tal forma que possibilitasse aferir o nível de satisfação dos usuários em relação às unidades habitacionais, às áreas comuns nos edifícios e ao sistema construtivo. Para uma maior

compreensão, na análise dos resultados o questionário foi subdividido nos seguintes grupos:

- (1) Características socioeconômicas do entrevistado, família e agregados
- (2) Apartamento e áreas comuns
- (3) Sistema construtivo
- (4) Segurança
- (5) Conforto
- (6) Privacidade
- (7) Aparência
- (8) Qualidade de vida
- (9) Comentários e informações adicionais

Foram aplicados 46 questionários, com 69 questões semi-estruturadas e estruturadas (Anexo I). Para facilitar a leitura e a análise do mesmo, optou-se por dividi-lo em cinco blocos temáticos, a saber: os dados cadastrais, o conhecimento do sistema construtivo adotado, o nível de satisfação do usuário, a visão crítica do sistema construtivo e a percepção do uso do espaço. Os quatro primeiros blocos temáticos são questões estruturadas (objetivas), onde foi adotada a escala de valor que varia de 1 a 3. Já o quinto bloco temático é o único que contempla questões semi-estruturadas (abertas), com o objetivo de se deixar o morador à vontade para discursar sobre o assunto apresentado e observar como a população percebe seu espaço doméstico.

Para se selecionar os entrevistados, alguns critérios foram estipulados, tais como, se era chefe da família ou representante; se havia participado da construção dos edifícios em sistema de mutirão; se o usuário reside regularmente no edifício (não temporariamente); se o usuário mora no apartamento há pelo menos seis meses.

#### **4.6.4. Sistematização e tratamento dos dados**

As informações foram reunidas em planilhas eletrônicas para computador (*Excel for Windows*), de modo que cada aspecto estudado pudesse ser tabulado distintamente em



uma planilha acompanhada do gráfico (tipo “pizza”) mais representativo dos dados encontrados.

Em seguida, fez-se a comparação dessas informações por blocos temáticos, objetivando visualizar globalmente os resultados com as visitas técnicas e, em alguns casos, com as medições *in loco*.

## **CAPÍTULO V**

### **5. A AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM RELAÇÃO AO SISTEMA CONSTRUTIVO**

#### **5.1. Considerações preliminares**

O objetivo principal desta etapa foi levantar e diagnosticar as patologias dos edifícios construídos e em uso, segundo a visão dos moradores e uma avaliação técnica. Para facilitar a organização dos dados, optou-se por dividi-los em dez itens a saber: implantação, fundação, estrutura, fechamento, cobertura, aberturas, revestimento, materiais empregados, equipamento de prevenção contra incêndio e infra-estrutura.

Esta avaliação técnica vincula-se às patologias construtivas existentes nos edifícios que compõem o Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Penna II. A execução desta etapa iniciou-se com a entrevista aos moradores selecionados, para que estes relatassem os problemas ocorridos, e a aplicação do questionário. Em seguida, procedeu-se ao levantamento fotográfico dos problemas atuais existentes nas unidades. É interessante salientar que as unidades foram asseguradas, por um período de 5 anos, sendo descontado todo mês, na parcela referente ao pagamento da prestação do apartamento, um percentual para este serviço. Assim, ficava garantido que, se houvesse algum problema, a empresa faria uma vistoria no imóvel e providenciaria o conserto. Portanto, em algumas unidades, não se pode observar patologias construtivas, mas sim relatos de moradores.

#### **5.2. Caracterização da população entrevistada**

Na Figura 5.1 apresenta-se a quantidade de pessoas residentes nos apartamentos. Nota-se que apenas em 19% das unidades moram 1 e/ou 2 pessoas. Na maior parte dos casos, ou seja, em 37%, moram 4 pessoas. Entretanto, há também uma parcela significativa de apartamento (22%) com 5 pessoas ou mais. Diante deste quadro, pode-se observar que as dimensões físicas dos espaços destas unidades são insuficientes para abrigar este

número de moradores, bem como seu mobiliário e equipamentos. Por isso é que se verificou, em alguns casos, beliches na sala da unidade.

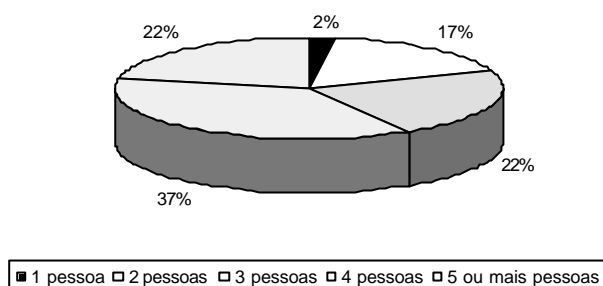


Figura 5.1 – Número de pessoas residentes no apartamento.

Na grande maioria dos apartamentos, a composição familiar é constituída por pai, mãe e filho. Há, entretanto, um número considerável de famílias que além dos integrantes já mencionados acrescentam-se netos e/ou noras. A escolaridade é, em geral, baixa, mas alguns possuem cursos técnicos. A renda média das famílias é de 1 a 3 salários mínimos.

### **5.3. Caracterização técnico-construtiva**

#### **5.3.1. Implantação**

Para a execução da implantação dos edifícios no terreno foi necessário a execução das plataformas, dos taludes e dos drenos, executados segundo cortes, aterros e drenagens. Observa-se que a cidade de Nova Lima está implantada em um vale, resultando em terrenos de grande declividade. Assim, para que se executassem os platôs onde se encontram os edifícios do conjunto habitacional, foi necessário um grande deslocamento de terra, fazendo com que os apartamentos dos fundos ficassem prejudicados em relação a ventilação e a insolação. Por isso, é muito comum verificar-se manchas de umidade e infiltrações no interior das unidades desta fachada (Figura 5.2).

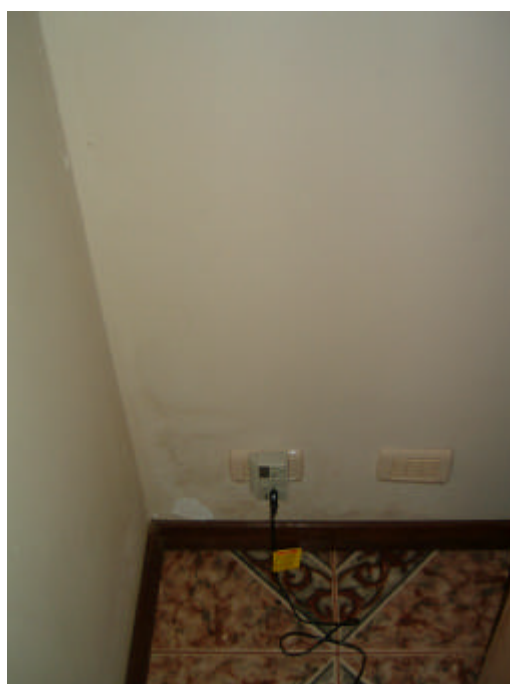


Figura 5.2 – Sala apartamento do 1º andar – foco de umidade.

Em relação à acessibilidade a portadores de necessidades especiais, detectou-se que, em alguns blocos, as recomendações da NBR 9050: 1994, visando o desenho universal, não foram cumpridas. As rampas de acesso aos edifícios foram pavimentadas com bloquete, e as calçadas e entradas para o estacionamento construídas resultando em degraus, o que dificultam o trânsito e piora a situação (Figura 5.3 e 5.4).



Figura 5.3 – Vista da rampa para a garagem e para pedestres.



Figura 5.4 – Problemas de acessibilidade nos passeios.

### 5.3.2. Fundações

Foi utilizado como técnica para a fundação os baldrame e as sapatas, seguindo-se as etapas tradicionais: abertura das valas, estaqueamento, reaterro e preenchimento das valas com concreto comum (Figura 5.5). Este item é fundamental, sendo responsável pela consolidação do terreno e do edifício.



Figura 5.5 – Vista da fundação.

Fonte: MENDES, 1998.

No estudo em questão, as sapatas funcionam como sustentação para os pilares, sendo que estes últimos se ligam à elas por meio de parafusos de ancoragem. Verificou-se empoçamento de água ao redor de alguns pilares e parafusos, o que levou a pequenos focos de corrosão nas placas de base e parafusos (Figura 5.6). No entanto, os pontos de corrosão nos pilares foram previstos por ser aço patinável, não provocando prejuízos na estrutura.



Figura 5.6 – Focos de corrosão na placa de base dos pilares.

Além disso, foram constatadas patologias vinculadas à existência de umidade nos pisos e paredes internas e externas dos apartamentos do primeiro andar em todos os edifícios, o que pode ser explicado pela ausência de impermeabilização do baldrame, que facilita a umidade do piso subir pelas paredes.

### **5.3.3. Estrutura**

A estrutura responde pela função de estabilidade do edifício, cujas obras para edificá-la vinculam-se aos pilares, muros, vigas, lajes e outros. Pode-se destacar a técnica da alvenaria de blocos de concreto, concreto armado, carpintaria, e para o caso específico dos edifícios em estudo, a técnica da estrutura metálica. Este item tem significativa importância em relação ao custo e ao desempenho técnico, pois pode representar, juntamente com o sistema de fechamento, cerca de 30% do valor global da obra.

#### 5.3.3.1. Conhecimento prévio da estrutura metálica

Foi questionado aos moradores se estes já possuíam informações em relação ao sistema estrutural em aço antes da participação no processo de mutirão, ou mesmo se já teriam observado esta tecnologia em outros edifícios. Em relação a este questionamento (Figura 5.7), 74% da população entrevistada não conhecia o sistema estrutural em aço antes, e uma parcela significativa de 22% não teria sido informada sobre a estrutura metálica durante as primeiras reuniões, percebendo as diferenças somente ao entrar no canteiro de obras.

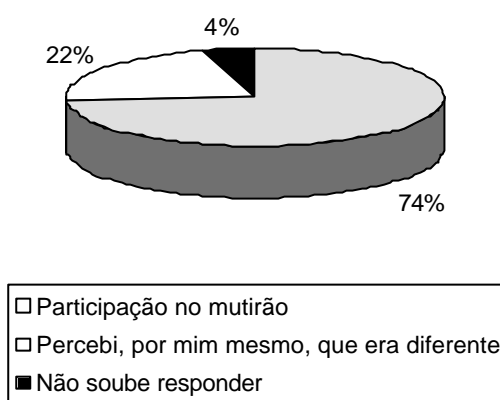


Figura 5.7 – Conhecimento prévio da estrutura metálica.

#### 5.3.3.2. A interface da alvenaria com a estrutura

As principais patologias encontradas referem-se ao encontro da alvenaria com a estrutura metálica, onde se formaram trincas, algumas vezes chegando a 5 mm, em 25 apartamentos, que não foram devidamente tratadas e se tornaram pontos que permitem a infiltração de águas pluviais (Figura 5.8). Além disso, foram encontrados alguns descolamentos no encontro das paredes com os pilares em 15 apartamentos (Figura 5.9).



Figura 5.8 – Trinca entre a estrutura metálica e a alvenaria.



Figura 5.9 – Trincas entre o fechamento e a estrutura

#### 5.3.3.3. O contraventamento

Outra patologia do sistema estrutural foi com relação ao encontro do contraventamento com a alvenaria, onde ocorria infiltração de águas pluviais, pois a vedação não era



eficiente (Figura 5.10). Isto se deve a dificuldade em se dar o acabamento na parte da parede que fica inclinada.



Figura 5.10 – Vista dos edifícios na época da construção com o contraventamento.

Em relação a este problema de acabamento gerado pelo contraventamento, houve uma reavaliação de sua necessidade, procedendo-se há aproximadamente um ano e meio sua retirada (Figura 5.11).



Figura 5.11 – Vista dos edifícios hoje, sem o contraventamento.

Assim, mesmo ciente desta reforma, foi questionado aos moradores se estes haviam tido algum problema com este elemento e com as águas das chuvas, para que se pudesse acrescentar mais esta informação. Para este aspecto foi considerada uma questão do questionário de campo relativo à satisfação em relação a vedação que existia entre a parede e o contraventamento (Figura 5.12). Pode-se observar, perante os resultados, que 57% dos entrevistados tiveram algum problema com relação a esta peça. Vale ressaltar que uma parcela considerável não soube responder a pergunta, visto não se lembrarem ou terem se mudado quando o mesmo já havia sido removido. Além disso, pelas entrevistas, pode-se acrescentar que a maioria não o considera um elemento estético interessante.

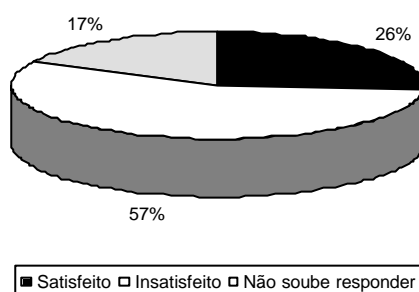


Figura 5.12 – Satisfação com relação ao contraventamento.

Ressalta-se ainda que as peças retiradas foram aproveitadas para portões, pilares de sustentação de cobertura no estacionamento e lixeiras (Figura 5.13 e Figura 5.14).



Figura 5.13 – Reutilização da estrutura metálica do contraventamento - portão.



Figura 5.14 – Reutilização da estrutura metálica do contraventamento - lixeira.

Outra patologia, segundo relato dos moradores, foi a infiltração de águas pluviais que ocorria entre a estrutura e os fechamentos. Segundo os mesmos, a COHAB-MG teria passado um silicone para impermeabilização, que atravessa aproximadamente três centímetros os pilares cobrindo a alvenaria (Figura 5.15).



Figura 5.15 – Detalhe da pintura utilizada para melhorar a vedação entre estrutura e fechamento.

#### 5.3.3.4. Pontos de corrosão na estrutura

Encontrou-se vários pontos de corrosão na estrutura, principalmente no banheiro, onde o excesso de umidade, tende a potencializá-la (Figura 5.16). O número de moradores de uma unidade está diretamente associada ao excesso de umidade em áreas molhadas, pois quanto maior o número de moradores, maior a quantidade de banhos, além da necessidade de se lavar e/ou secar roupas nos banheiros em função da área de serviço reduzida.



Figura 5.16 – Pontos de corrosão na estrutura do banheiro.

Entretanto, o aço patinável utilizado nesta construção é apropriado a situações de umidade e seus pontos de corrosão já são previstos, não devendo ser motivo de preocupação (Figura 5.17).



Figura 5.17 – Detalhe do aço patinável: apartamento sem acabamento.

Verificou-se ainda pontos de ferrugens na base dos pilares, onde a água acaba se empoçando. Com relação a esta patologia, optou-se por verificar qual o nível de percepção e preocupação dos moradores (Figura 5.18). Vale ressaltar aqui que, a grande maioria dos moradores declararam nunca terem se questionado sobre este item.

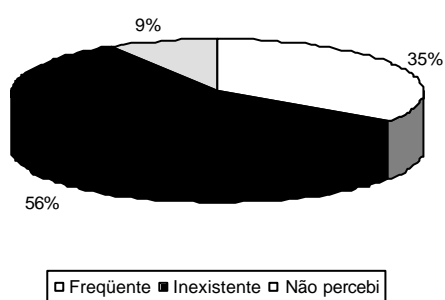


Figura 5.18 – Problemas relativos a ocorrência de corrosão.

E, com relação aos prejuízos que a falta de manutenção na estrutura metálica pode acarretar, questionou-se aos moradores se a corrosão poderia danificar a estrutura metálica (Figura 5.19).

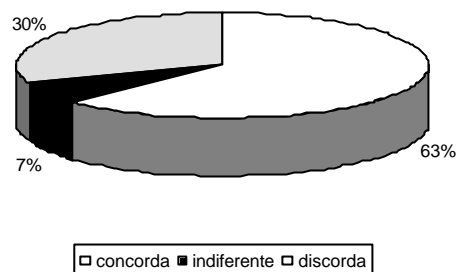


Figura 5.19 – Receio em relação a corrosão.

Pode-se observar na Figura 5.20 que os moradores têm muito receio de relâmpagos, sendo que a maioria acredita que a estrutura metálica “puxe” raios. Segundo depoimento de alguns moradores, houve vezes em que raios caíram em estruturas, queimando duas paredes e alguns aparelhos domésticos, além de estruturas dando choques, o que acarretou em prejuízos. Para os moradores, esta situação poderia melhorar se houvesse um pára-raio nos prédios.

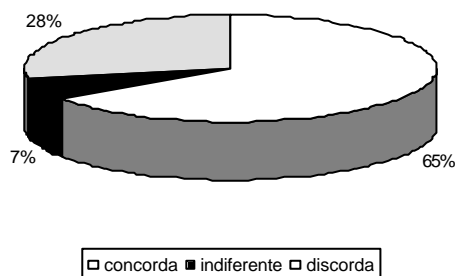


Figura 5.20 – Receio de relâmpagos.

#### 5.3.4. Fechamento

##### 5.3.4.1. Fechamento interno e externo

O sistema de fechamento interno e externo tem como função principal vedar os ambientes, proporcionando-lhes conforto ambiental. No conjunto habitacional estudado,

tanto as paredes internas como as externas dos seis primeiros edifícios executados são em blocos de concreto, já os dois últimos em tijolo cerâmico.

As fachadas foram chapiscadas, revestidas com argamassa e posteriormente pintadas. Internamente as moradias foram entregues aos usuários sem os revestimentos de parede, piso e teto. Segundo relatos de moradores existe muitas imperfeições com relação a regularidade das paredes, o que os obrigou a acertá-las com excesso de massa. Assim, 52% deles declararam-se insatisfeitos com relação a este item (Figura 5.21). Os moradores que consideraram este item insatisfatório creditaram esta ineficiência ao fato de a maioria dos mutirantes nunca terem trabalhado na construção civil.

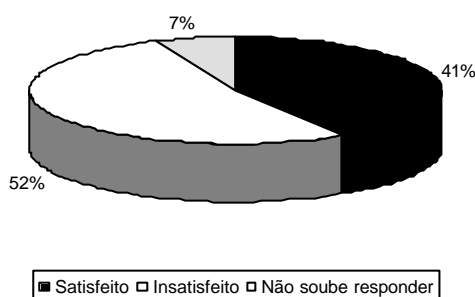


Figura 5.21 – Satisfação com relação a regularidade de esquadro.

Outra patologia foi com relação a utilização de roda-tetos em gesso, pois muitos moradores, com o intuito de esconder a estrutura metálica que consideram esteticamente ruins, optaram-se por cobri-la. Como cada um destes materiais possuem uma movimentação diferente, o gesso trincou em pouco tempo na maioria dos casos (Figura 5.22). Também ocorreu este mesmo problema em azulejos da cozinha e do banheiro, onde este trincou exatamente no encontro da estrutura metálica com a alvenaria (Figura 5.23). Os moradores consultados disseram que não imaginaram que isto pudesse acontecer, bem como não foram informados de como proceder.



Figura 5.22 – Trincas em roda-teto.



Figura 5.23 – Trincas em azulejos.

Ao serem questionados sobre como pintar ou repintar a estrutura, muitos não souberam o que responder. A maioria passou uma demão de zarcão na estrutura e em seguida pintou utilizando tinta à óleo ou tinta a base de água, sendo que, no último caso, a tinta trincou. Diante disto, faz-se importante salientar como a nova tecnologia tem sido muitas vezes imposta, sem que haja um treinamento da mão-de-obra e dos usuários (BASTOS & SOUZA 2005).



Foi interessante observar que, uma das moradoras entrevistadas colocou papel de parede em seu apartamento para esconder pequenas trincas que a incomodava, o que esteticamente ficou muito bom, estando conservado há aproximadamente três anos (Figura 5.24). Além disso, como seu apartamento fica nos fundos, o roda-teto em gesso não trincou, visto a pouca movimentação da estrutura em virtude da baixa insolação.



Figura 5.24 – Utilização de papel de parede.

#### 5.3.4.2. Fechamentos horizontais

Os fechamentos horizontais representam os pisos que têm como função precípua a circulação. Suas principais obras são pisos, rampas e escadas, cujas execuções se processam por meio de técnicas vinculadas à carpintaria, ao taqueamento, ao ladrilhamento, ao assentamento de granilites, a execução de concreto desempenado (argamassa), a aplicação de mármore e outros.

Considerando-se que os apartamentos foram entregues sem acabamento nos pisos, constatou-se que a regularização do contrapiso não é boa. Em vários casos os moradores relataram patologias com relação ao desnível existente e a falta de regularidade entre as

paredes, o que é notório quando se assenta o piso (Figura 5.25). Muitos moradores creditam este problema ao fato de que a maioria nunca tinha trabalhado na construção civil. Há também algumas imperfeições em relação às medidas, sendo que alguns apartamentos têm quartos um pouco maiores ou menores, mas nada que comprometa o *habitat*.



Figura 5.25 – Detalhe – problema de esquadro.

#### 5.3.4.3. Forros (teto)

Os tetos são lajes de concreto armado aparente, moldadas *in loco* no local da obra. As patologias construtivas referem-se a ondulações existentes, oriundas das marcas das formas de madeira e a falta de cuidado na sua execução e vedação durante a sua concretagem, e também de pregos que ficaram presos nas lajes após seu endurecimento, devido, provavelmente, a pouca qualificação dos mutirantes em serviços da construção civil (Figura 5.26). Nota-se também, nos tetos dos apartamentos do último pavimento, pontos de umidade provocada pela infiltração em consequência do deslocamento das telhas da cobertura tanto pelo vento, como pela colocação de antenas parabólicas (Figura 5.27).



Figura 5.26 – Detalhe da laje de cobertura.



Figura 5.27 – Detalhe da laje de cobertura - infiltração.

### **5.3.5. Cobertura**

A cobertura tem como função a proteção zenital e também proporcionar o conforto térmico do edifício funcionando como uma barreira à radiação solar. Para estes edifícios, optou-se pelas telhas cerâmicas com beirais a mostra. As patologias registradas dizem respeito ao deslizamento e a quebra de telhas por causa do vento, o que favorece problemas de infiltração no teto. Os prédios estão localizados em área aberta (sem construção na vizinhança) onde o vento é forte e presente em todas as

épocas do ano. Houve até mesmo um acidente envolvendo moradores de um dos edifícios, onde as telhas deslizaram e caíram sobre crianças, deixando-as hospitalizadas. Para tentar solucionar esta questão, optou-se por amarrar as telhas do beiral. Infelizmente, ainda pode-se encontrar no local muitas telhas fora do lugar levando-se a crer que, ou o trabalho não foi executado corretamente, ou que ainda não terminou.

Em relação a questão de vazamentos entre os ambientes e infiltrações, a maioria dos moradores não constatou problemas (Figura 5.28 e 5.29). Entretanto, nos apartamentos do último pavimento tem-se vazamentos ocasionados pela remoção de telhas pelo vento.

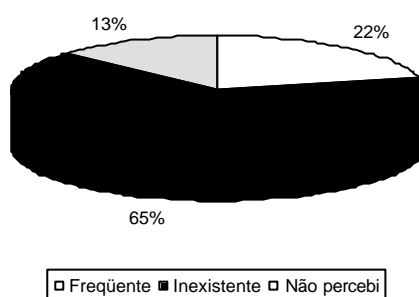


Figura 5.28 – Ocorrência de problemas de vazamentos.

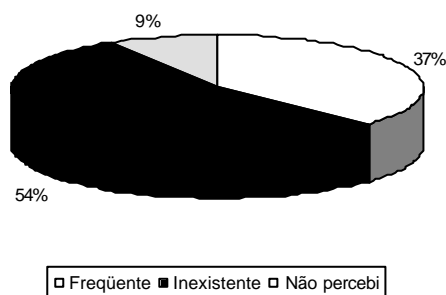


Figura 5.29 – Ocorrência de problemas de infiltrações.

Outra patologia observada diz respeito à exigüidade da dimensão dos beirais e a ausência total de captação das águas pluviais. Essas falhas permitem o escoamento das águas pluviais em queda livre, prejudicando sobremaneira a necessária proteção às fachadas dos edifícios, pois umedecem e facilitam a infiltração da umidade para o interior da edificação.

### 5.3.6. Aberturas

Este componente é de significativa representatividade ao bom desempenho do edifício, tendo como função precípua as comunicações internas dos ambientes, além de facilitar e permitir a ventilação natural do ambiente. Estão englobadas as esquadrias e/ou caixilharias, representadas pelas portas, janelas, vitrôs e outros vãos, com ou sem ventilação. As aberturas são executadas segundo as técnicas de serralharia, carpintaria e vidraçaria, empregando-se materiais oriundos do ferro, madeira, plásticos, concreto e vidros dos mais variados.

A caixilharia desses edifícios, por questões econômicas, é em chapa dobrada de ferro, segundo duas tipologias a de abrir e a basculante. Nos dormitórios, sala e cozinha, as esquadrias são do tipo de abrir; já nos banheiros do tipo bascula. Ambas foram tratadas com primer (zarcão), depois pintadas com tinta esmalte, cujo sistema de travamento se processa por meio de fechos metálicos. Na maioria dos casos, a vedação é ineficiente permitindo a passagem de água durante a época de chuvas, o que intensifica o problema da infiltração (Figura 5.30). Alguns moradores colocaram peitoris inclinados nas janelas onde as chuvas costumam entrar com mais força, o que melhorou em parte o problema.



Figura 5.30 – Infiltração das águas das chuvas pelas aberturas.

As unidades foram entregues sem as portas internas, tendo somente a porta de entrada que é de madeira compensada sem pintura. Como são pouco duráveis e inseguras, 80% dos moradores entrevistados optou por trocar as portas de entradas por versões mais robustas (Figura 5.31).



Figura 5.31– Substituição da porta de entrada.

A porta de entrada para os edifícios é em ferro pintada com tinta a óleo e vidro.

### **5.3.7. Revestimentos**

Este componente é responsável pelo conforto ambiental, representando um dos maiores índices percentuais de custo sobre o orçamento global da obra (ROMERO e ORNSTEIN, 2003). Está vinculado aos revestimentos e condicionamento acústico, térmico e de impermeabilização, que, por sua vez, são executadas segundo várias técnicas, destacando-se os rebocos, pinturas, azulejamentos, marcenaria, impermeabilização e tratamentos acústicos e térmicos. Este item visa, portanto, atender às várias condicionantes técnicas e de satisfação do usuário, como durabilidade,

estanqueidade, segurança, conforto térmico, acústico, tátil, psíquico, em que a relação entre custo e benefício se faça presente.

As unidades foram entregues apenas com revestimento externo, mediante aplicação de argamassa forte e pintura à base de PVA nas paredes e a óleo na estrutura metálica. Nesse particular, pequenas patologias foram notadas, constituídas por manchas, devido à baixa impermeabilidade dos tijolos e blocos de concreto. As patologias mais representativas estão centradas principalmente nos parapeitos das janelas da sala e quartos (Figura 5.30) e ao comprometimento das argamassas dos primeiros pavimentos, pela existência de bolor, provocados principalmente pelo respingo das águas das chuvas e da umidade.

#### **5.3.8. Materiais empregados**

Em moradias de interesse social, é importante além da preocupação com o custo da obra, fundamental para viabilizar um maior número de moradias, o estabelecimento de materiais de boa qualidade. Isto se deve ao fato de que a população de baixa renda não dispõe de recursos para manutenções constantes, devendo-se priorizar os materiais duráveis durante a construção.

Foi questionado aos entrevistados se consideravam que o nível de desgaste da construção estava de acordo com o seu tempo de existência. Em relação a este questionamento 78% dos entrevistados afirmaram estarem satisfeitos. A maioria dos 22% que discordaram, observaram que as cores das fachadas estavam desbotadas e/ou manchadas, e que tiveram que fazer algum reparo que não consideram normais dentro de um prazo de cinco anos, como por exemplo, a troca de algum encanamento ou a louça do banheiro ou cozinha.

Com o objetivo de se aferir o grau de satisfação dos moradores com relação aos materiais empregados na construção, bem como estabelecer o quanto informados eles se sentem com relação a estrutura metálica, foi elaborado uma série de perguntas no questionário da pesquisa de campo. Questionado sobre a satisfação com relação ao nível de informação sobre a construção 78% das pessoas envolvidas no processo de mutirão

não se consideram bem informadas sobre a tecnologia da estrutura metálica, bem como sua manutenção.

Além disso, questionou-se a facilidade de obtenção de mão-de-obra qualificada, que conhecesse a estrutura metálica, ao se fazer algum reparo. Na Figura 5.32, vê-se que 55% consideram-se insatisfeitos, o que comprova que faltam profissionais qualificados. Por outro lado, os 30% satisfeitos são, em sua maioria, aqueles que fizeram pouco ou nenhum reparo nas unidades.

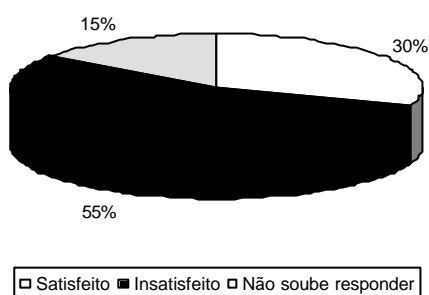


Figura 5.32 – Satisfação com relação a facilidade de obtenção de mão-de-obra qualificada.

Ao se questionar os moradores sobre a satisfação em relação a tecnologia construtiva em aço, somente 37% disseram estarem satisfeitos, visto os problemas já mencionados tais como trincas, perigo de choques, aparência ruim, dentre outros (Figura 5.33).

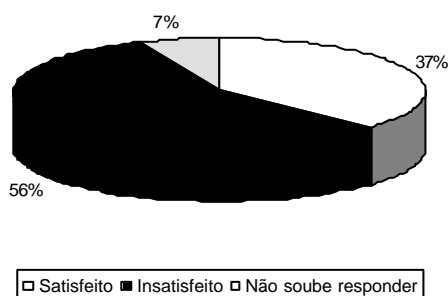


Figura 5.33 – Satisfação com relação a tecnologia construtiva.



Em relação aos problemas ocorridos que possam ser relacionados à tecnologia construtiva empregada, 71% consideraram-se satisfeitos (Figura 5.34).

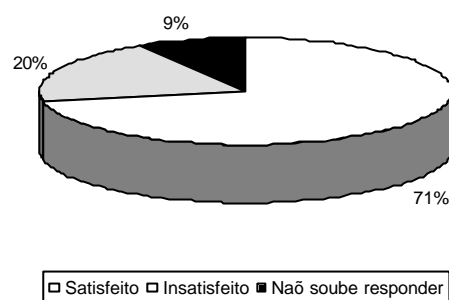


Figura 5.34 – Satisfação com relação a frequência de problemas relacionados à tecnologia construtiva.

### 5.3.9. Equipamentos de prevenção contra incêndio

A avaliação realizada apresenta uma abordagem da proteção contra incêndio a partir de dois parâmetros, a saber: as medidas de proteção ativa e as medidas de proteção passiva. As medidas de proteção ativa são compostas de sistemas e equipamentos instalados no edifício que só vêm a atuar numa situação de incêndio para minimizar as perdas, como os hidrantes, os extintores, o alarme, a iluminação de emergência, etc. Já as medidas de proteção passiva são aquelas incorporadas à construção e que possuem a propriedade de proteção desde a sua implantação no edifício. Fazem parte dessas medidas, por exemplo, as paredes resistentes ao fogo, as portas corta-fogo, as rotas de fuga e seus componentes.

De acordo com as vistorias no conjunto habitacional, para os oito edifícios estudados, somente em um deles foi encontrado um extintor de incêndio no quarto andar. Além disso, não foi constatado em nenhum dos edifícios baterias de emergência para as caixas de escada.

Para verificar se os moradores vêem alguma diferença no comportamento do edifício em relação aos métodos tradicionais no caso de incêndio, questionou-se se eles têm

receio de o colapso da edificação ser mais rápido por causa da estrutura metálica (Figura 5.35). É interessante salientar que a maioria dos moradores (43%) não acreditam que pelo fato da estrutura ser metálica possa acarretar danos maiores em caso de incêndio.

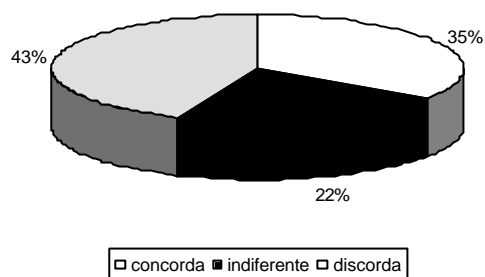


Figura 5.35 – Receio de incêndio.

#### 5.3.10. Infra-estrutura e outros

Em complementação às patologias já enfatizadas, notaram-se outras ligadas à infra-estrutura tais como segurança, manutenção, acessos e iluminação. No que se refere à manutenção, as patologias se situam principalmente na porta principal dos apartamentos. Sua fragilidade é notória, induzindo sua substituição, pois em mais de 80% das unidades foram trocadas. No caso do pavimento térreo, o apartamento já foi entregue com gradis em suas janelas (Figura 5.36).



Figura 5.36 – Detalhe do gradil das janelas do 1º andar.

Já as escadas de acesso apresentam patologias no seu corrimão, pois onde há o encontro entre as peças metálicas em metalom e o piso, existem pontos de acúmulo de poeira e umidade, o que pode originar a corrosão (Figura 5.37).



Figura 5.37– Detalhe do guarda corpo da escada.

### 5.3.11. Aspectos comportamentais

Em relação a satisfação com a segurança por parte dos moradores, 33% deles estão insatisfeitos, considerando o bairro perigoso (Figura 5.38).

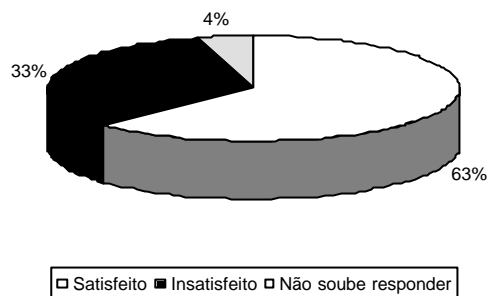


Figura 5.38 – Satisfação com relação a segurança.

O acesso à região é fácil, pois a rodovia que liga Belo Horizonte à Nova Lima está a alguns metros do conjunto habitacional. Além disso, existem muitos pontos de ônibus na região. Entretanto, o local está bem distante do centro da cidade. Na região dos edifícios, a iluminação pública é bem eficiente, sendo um local bem iluminado à noite.

Além disso, faltam áreas e equipamentos de lazer, o que visa a colaborar para a melhoria da integração e sociabilização entre os moradores.

## **5.4. Conclusões**

Com relação a visão crítica do sistema construtivo adotado tem-se as respostas apresentadas na Figura 5.39, onde vê-se que 63% dos entrevistados considera que na execução do conjunto habitacional foi priorizado o quesito custo, e não a durabilidade da edificação, pois entendem que a estrutura metálica é mais frágil que o concreto armado.

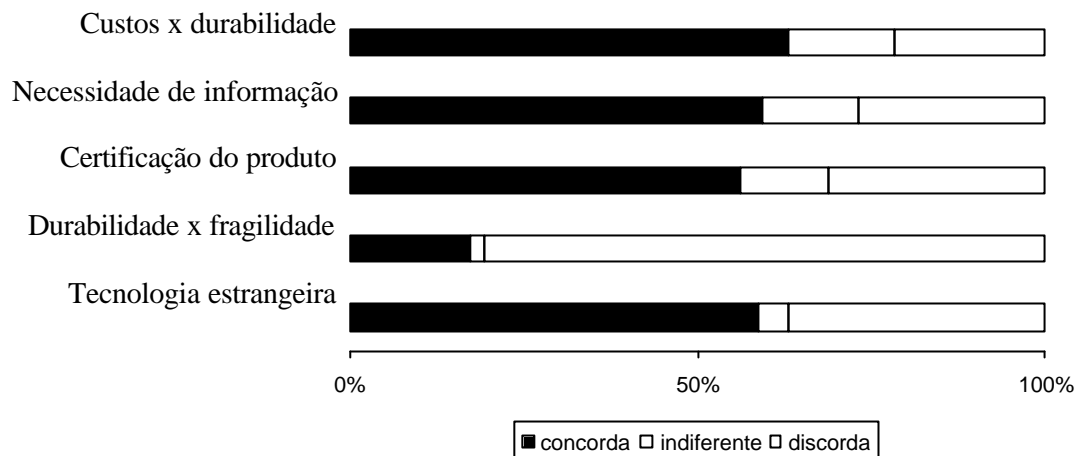


Figura 5.39 – Níveis de satisfação dos usuários em relação à tecnologia construtiva.

Além disso, 60% dos entrevistados afirmam não terem recebido informações claras e corretas sobre a tecnologia construtiva adotada nas edificações. Aqueles que discordam acreditam que os consumidores finais é quem deveriam reivindicá-las a medida que fosse sentido necessidade e 60% dos entrevistados acreditam que quem deveria certificar um produto seria o usuário. Para os 32% contrários, o construtor de um edifício é quem deveria garantir o seu desempenho, pois não se sentem capazes em fazê-lo. Com relação a durabilidade da edificação, apenas 18% a consideram boa, sendo que, 80% acreditam que a estrutura metálica seja muitas vezes menos duradoura do que o concreto armado. Desta forma, não confiam no produto como algo para toda a vida, achando que pode cair “a qualquer momento”. Diante disto, se houvesse a possibilidade de escolha em outra oportunidade, não repetiriam a compra. Entretanto, 59% dos entrevistados consideram que, por ser uma tecnologia estrangeira, a durabilidade é boa. Isto demonstra a tendência a indiferença em relação a satisfação dos mesmos com o espaço físico construído. Talvez possa ser explicado pela cultura do país, onde não se tem o costume de se posicionar criticamente frente às tecnologias impostas pelo mercado.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. A AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM RELAÇÃO AO CONFORTO AMBIENTAL**

#### **6.1. Considerações preliminares**

Para a execução desta etapa, avalia-se a resposta do usuário em relação ao conforto luminoso (iluminação natural), ao conforto térmico (insolação, ventilação e umidade), ao conforto acústico e ao conforto funcional objetivando analisar a eficácia dos ambientes do Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Pena II.

#### **6.2. Variáveis do conforto ambiental para os locais de habitação**

A definição dos critérios de desempenho a serem cumpridos em relação ao conforto ambiental está intrinsecamente relacionado à função de duas grandes variáveis, as quais denominam-se as exigências humanas e o uso do espaço. As exigências humanas relacionam-se ao conforto luminoso, térmico e acústico que são as condicionantes impostas pela percepção física dos fenômenos de luz, som e calor, independentemente da função. São os limites inferiores e superiores que o indivíduo pode suportar, além dos valores que estariam compreendidos dentro da faixa de conforto e que partem do pressuposto de que, sob essas circunstâncias, o indivíduo faria o mínimo esforço fisiológico de adaptação à luz, ao som e ao calor. O uso do espaço relaciona-se aos aspectos da funcionalidade de cada ambiente, levando-se em consideração as condições mínimas para a realização de cada atividade e as superposições de funções, sendo, portanto, a forma como o usuário percebe e usa o espaço. Assim, a avaliação funcional objetiva a análise dos ambientes internos dos apartamentos, das atitudes dos moradores em relação ao dimensionamento dos espaços das unidades e a sua satisfação com relação à moradia.

### **6.3. Avaliação comportamental – exigências humanas**

#### **6.3.1. Conforto Luminoso**

Para os aspectos relativos à iluminação natural dentro das habitações, foi questionado aos moradores se o nível de iluminação natural dos ambientes era considerado satisfatório ou não. Em relação a este questionamento, 87% dos entrevistados consideram-se satisfeitos em relação à iluminação natural. Esta percentagem de satisfeitos leva a crê que a grande maioria avalia que seus apartamentos são confortáveis em relação a este parâmetro, sendo que a visita técnica confirmou este resultado.

Entretanto, considerando-se somente as respostas dos apartamentos térreos que estão ao fundo, principalmente os ambientes da sala, da cozinha e da área de serviço, obteve-se 100% de insatisfação por parte dos moradores, pois estes ambientes dispõem de pouca luz natural devido às obstruções do talude.

Para os aspectos relativos à iluminação natural nos espaços comuns (caixa de escadas e o hall), 74% dos moradores consideram-se satisfeitos. Isso se deve ao fato de, nestes locais, existirem esquadrias com grandes aberturas que permitem uma boa iluminação durante o dia. Somente nos primeiros andares esta iluminação fica um pouco prejudicada pela sombra dos edifícios. Entretanto, estes espaços poderiam ser mais claros se o piso não fosse em ardósia e sim um revestimento mais claro (Figura 4.25).

#### **6.3.2. Conforto higrotérmico de verão e inverno**

Para os aspectos relativos ao conforto higrotérmico de verão, considerou-se as questões relativas ao isolamento térmico das paredes externas e a transmissão de calor pelas paredes. Com relação à temperatura da unidade durante o verão 57% dos entrevistados consideram-se satisfeitos, não sendo, portanto, um dado muito superior aos insatisfeitos. Assim, ressalta-se que, os moradores satisfeitos são aqueles que possuem apartamentos no segundo e terceiro andares, posicionados nas fachadas frontais e os apartamentos de fundos, do segundo, terceiro e quarto andares. No primeiro grupo, apesar de se

encontrarem em uma fachada de grande insolação, há também uma grande ventilação, o que faz com que as trocas térmicas sejam mais rápidas e eficientes. Já no segundo grupo, a radiação solar é menos incidente, bem como a ventilação, o que faz com que a temperatura fique mais equilibrada.

Já a parcela insatisfeita com relação ao conforto térmico de verão são aqueles residentes nos apartamentos do 1° e 4° andar localizados na fachada frontal, bem como os apartamentos de fundos localizados no 1° andar. Isto ocorre porque os apartamentos do primeiro grupo estão orientados a noroeste, além de serem de cobertura. Assim, 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. Entretanto, também são os mais ventilados, o que compensa em parte a ineficiência dos fechamentos. Portanto, os mais prejudicados são os do primeiro andar, que recebem muita radiação e pouca ventilação. Já os apartamentos de fundos, por estarem muito próximos ao talude, são muito úmidos, o que gera muito bolor, ficando estes mais prejudicados ainda no inverno (Figura 4.2).

Entretanto, no inverno, os apartamentos do primeiro, segundo e terceiro andares, posicionados nas fachadas frontais estão em uma região de grande insolação, sendo assim, confortáveis em relação à questão térmica. Já o apartamento do quarto andar além de receber uma grande insolação, recebe também uma grande ventilação, o que faz com que seja desconfortável, pois as trocas térmicas são muito rápidas. Já os apartamentos localizados ao fundo do bloco, são pouco insolados e ventilados, tornando-se frios no inverno.

Ainda relativo aos aspectos de conforto higrotérmico, foi compilada a questão que inquiria sobre a existência de manchas de umidade em paredes (Figura 6.1).



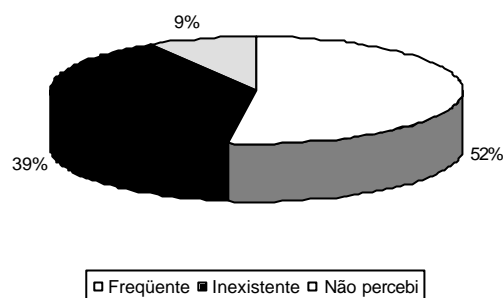


Figura 6.1 – Ocorrência de focos de umidade nas unidades.

De acordo com os dados apresentados na Figura 6.1, 52% dos moradores consideram freqüente a presença de focos de umidade nos apartamentos. Este resultado está relacionado principalmente aos apartamentos de fundos, visto estarem localizados muito próximos aos taludes, o que dificulta a incidência de insolação direta e a ventilação, agravando a situação quanto mais próximo chegam ao primeiro andar. Além disso, os apartamentos do primeiro andar, tanto da fachada frontal, quanto dos fundos, são prejudicados provavelmente devido a não impermeabilização dos baldrame.

### 6.3.3. Ventilação natural

Para os aspectos relativos a ventilação, elaborou-se uma questão que procurou verificar o nível de satisfação em relação à ventilação natural dos ambientes da unidade. Com relação a este questionamento obteve-se 83% de satisfação. Pode-se concluir que a maioria dos entrevistados considera o apartamento bem ventilado, principalmente os localizados nos andares superiores. Entretanto, os apartamentos de fundos ficam um pouco prejudicado, quanto mais próximo chegam do primeiro andar, principalmente na área de serviço e banheiro, devido à obstrução do talude. De uma maneira geral, o partido arquitetônico adotado, o qual dispõe dois apartamentos por lâmina é eficaz para a ventilação natural, pois garante que esta seja cruzada por todos os ambientes, além de proporcionar a ventilação em todas as fachadas. Há que se salientar que, como os edifícios estão localizados em uma área aberta e alta, a velocidade e intensidade dos ventos, hoje, é satisfatória.

#### 6.3.4. Acústica

Para os aspectos relativos ao conforto acústico, questionou-se aos moradores qual o nível de satisfação em relação à privacidade dos ruídos dos vizinhos. Além disto, questionou-se também o desempenho da escada metálica em relação aos ruídos que provocam quando se transita por ela.

De todos os parâmetros do conforto ambiental analisados, e do ponto de vista global, a pesquisa de campo revelou ser a acústica o aspecto mais crítico para o usuário. Quase 2/3 dos entrevistados (74%) apontaram problemas de perturbação com ruídos externos. Com relação a este aspecto, uma grande fonte de perturbação apontada foi o ruído proveniente do teto entre as unidades, por ruído de impacto, o que caracteriza a fragilidade de isolamento da laje de piso. Muitos a consideram muito “fina” e acreditam que este problema seja em função de exigências da estrutura metálica. Assim, segundo eles, qualquer barulho do vizinho de cima atrapalha quem está em baixo. Além disso, foi enfatizado o problema de ruído em edifícios onde há maior número de crianças, tanto pelo sobe e desce constante destas, como pelas brincadeiras no pátio, próximo a entrada dos edifícios, resultado da falta de área adequada para lazer.

Entretanto, o maior problema com relação ao conforto acústico apontado pelos moradores é a escada metálica, onde 83% dos entrevistados a consideram insatisfatória. Isto ocorreu principalmente nos edifícios em que há um maior número de crianças, pois estas sobem e descem o dia inteiro para brincarem, e naqueles onde a escada ainda não recebeu qualquer tipo de revestimento. A visita técnica confirmou esta situação, onde pode-se perceber o quão incômodo é o ruído transmitido pela escada metálica. Em alguns edifícios, tentou-se resolver este problema colocando-se piso emborrachado, mas o incômodo persistiu (Figura 6.2). No edifício número 144 os moradores optaram pela colocação de placas de granito, o que consideram ter solucionado quase completamente o problema (Figura 6.3). Entretanto, estas soluções nem sempre são fáceis de se executar, visto a renda dos moradores destes conjuntos habitacionais serem relativamente baixas para tais acabamentos. Assim, ainda existem três edifícios em que os degraus estão como foi entregue à população, ou seja, em aço sem revestimento.



Figura 6.2 – Piso emborrachado colocado sobre a escada metálica.



Figura 6.3 – Piso em granito colocado sobre a escada metálica.

## **6.4. Avaliação comportamental – uso do espaço**

### **6.4.1. Variação do *layout* interno das unidades**

O apartamento tem área útil de 40,30 m<sup>2</sup> e contempla dois dormitórios, sala, cozinha e área de serviço (separadas por meia parede) e banheiro conforme pode ser verificado na Figura 6.4.

Pelo *layout* do projeto pode-se observar que a sala acomoda três pessoas no sofá e quatro na mesa, mas não existe móvel para a televisão, que é um aparelho encontrado nas salas de todas as residências. Para que o eletrodoméstico seja inserido no ambiente, ou a circulação fica prejudicada, ou algum móvel é retirado. Diante disto, pode-se inferir que o espaço não está bem adequado ao público e, conseqüentemente, ao mobiliário a que se destina.

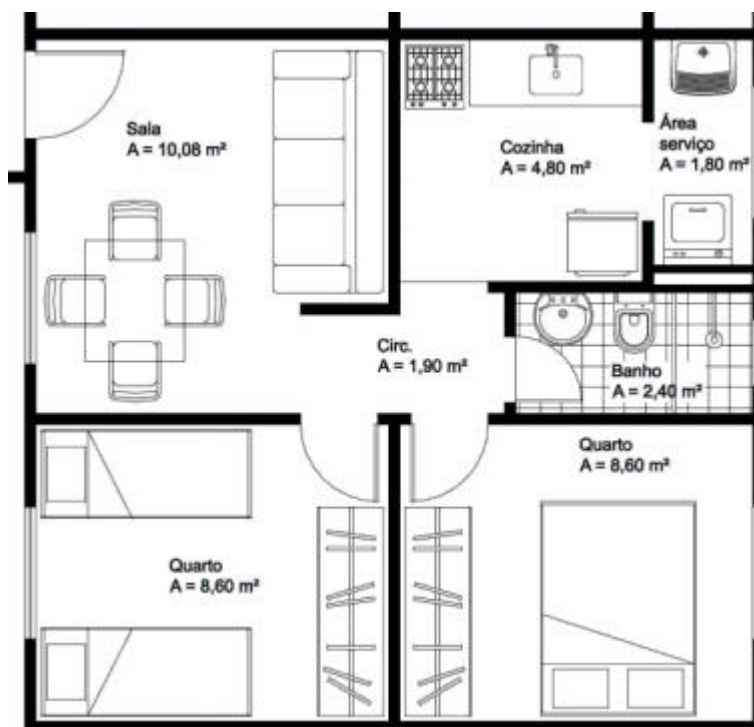


Figura 6.4 – Formas de ocupação, mobiliário e equipamentos *lay out* indicado pelo projeto.

Destaca-se que, inicialmente, a pia do banheiro ficaria do lado de fora. Entretanto, ao se apresentar esta solução aos possíveis moradores, na época das primeiras reuniões, a maioria preferiu ignorá-la, optando-se pela pia dentro do banheiro.

Durante a realização da pesquisa de campo, fez-se croquis do *layout* dos apartamentos, discriminando o arranjo espacial de cada unidade, o mobiliário, os equipamentos, as louças sanitárias e as peças de cozinha. Assim, pode-se verificar as possibilidades de diversificação da posição destes, apesar do tamanho reduzido dos cômodos dos apartamentos. Uma vez que se trata de edifícios e apartamentos iguais em termos dimensionais e, a possibilidade de variação dos arranjos ser pequena, será apresentado as Figuras 6.5, 6.6, 6.7 e 6.9 as quais considera-se mais ilustrativas.

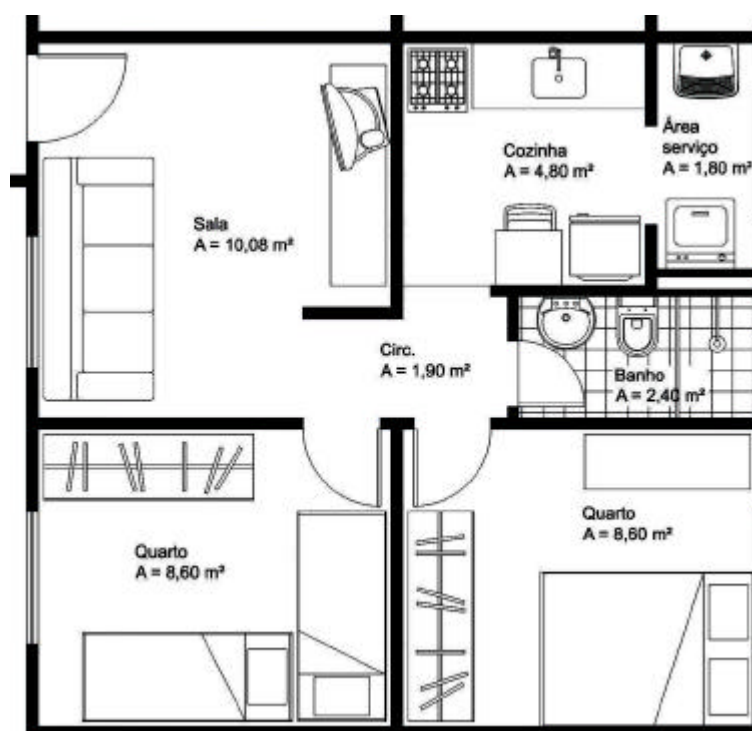


Figura 6.5 – Variação do *lay out* pelos moradores.

Na Figura 6.5 pode-se perceber um arranjo em que apenas o quarto de solteiro ficou um pouco comprometido, onde uma das cabeceiras se encontra encostada na outra cama, dificultando o seu acesso. No caso do quarto de casal, ao se dispor a cama na parede da

janela, tem-se um espaço extra onde se colocou uma cômoda. Em contrapartida, eliminou-se o criado-mudo. Além disso, suprimiu-se a mesa da sala e acrescentou-se uma pequena mesinha na cozinha, que seve de apoio a pia que é pequena.

Já na Figura 6.6, pode-se observar que a entrada do apartamento ficou muito comprometida, pois o conjunto mesa e sofá deixa livre não mais do que 50 cm para circulação. Além disso, a disposição da televisão está inadequada, não permitindo que todos os que estejam no sofá possam usufruí-la.

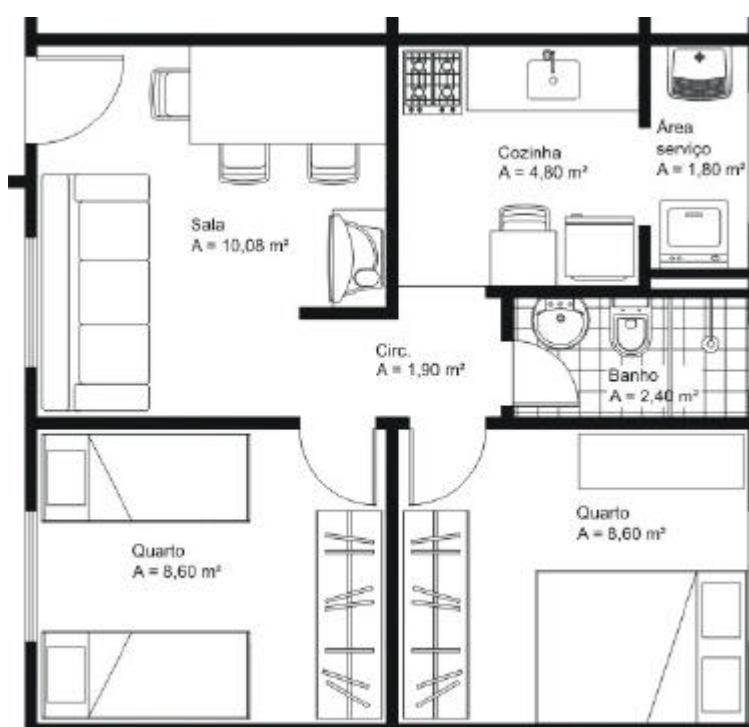


Figura 6.6 – Variação do *layout* pelos moradores.

Na Figura 6.7 pode-se observar uma variação de *layout* da cozinha, onde foi retirada a parede que a divide da área de serviço e unindo-se as funções em um só ambiente. Esta opção mostrou-se, durante as visitas técnicas, uma das piores soluções encontradas pelos moradores, visto que o índice de obstrução da área elevou-se. Além disso, apesar de ambos os ambientes fazerem parte da área molhada de uma unidade habitacional, suas funções ficam comprometidas quando superpostas, pois as roupas penduradas no

varal interno ficam com cheiros dos vapores exalados pelos alimentos quando se prepara o almoço (Figura 6.8).

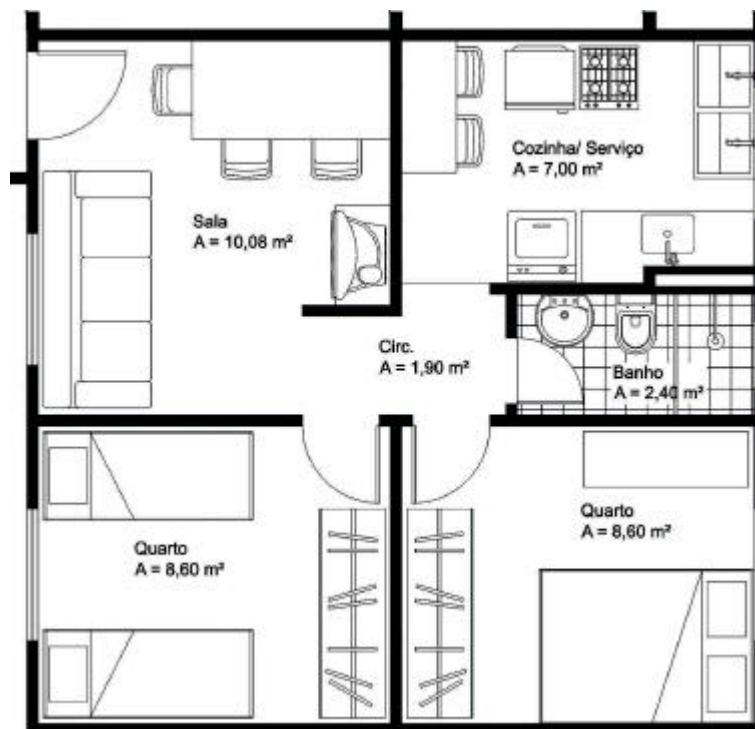


Figura 6.7 – Variação do *lay out* pelos moradores.



Figura 6.8 – Área de serviço unida a cozinha.

Outra modificação ocorrida é a apresentada na Figura 69, em três apartamentos da amostra total, onde foi retirada parte da parede que divide a sala da cozinha, transformando-a em um balcão.

De todas as modificações executadas pelos moradores em relação ao *layout*, na Figura 6.9 está apresentada a mais curiosa e interessante. Este apartamento localiza-se no quarto andar de uma das edificações, sendo que seu proprietário trabalha na construção civil, em construções de classe média alta e alta. A partir de suas experiências, ele resolveu quebrar a parede que une os dois quartos e utilizou um guarda roupa com frente para os dois lados como divisória. Além disso, criou-se um nicho para a geladeira, o que prejudicou o *layout* da sala, mas ampliou a cozinha, permitindo a colocação de uma pequena mesa com três cadeiras.

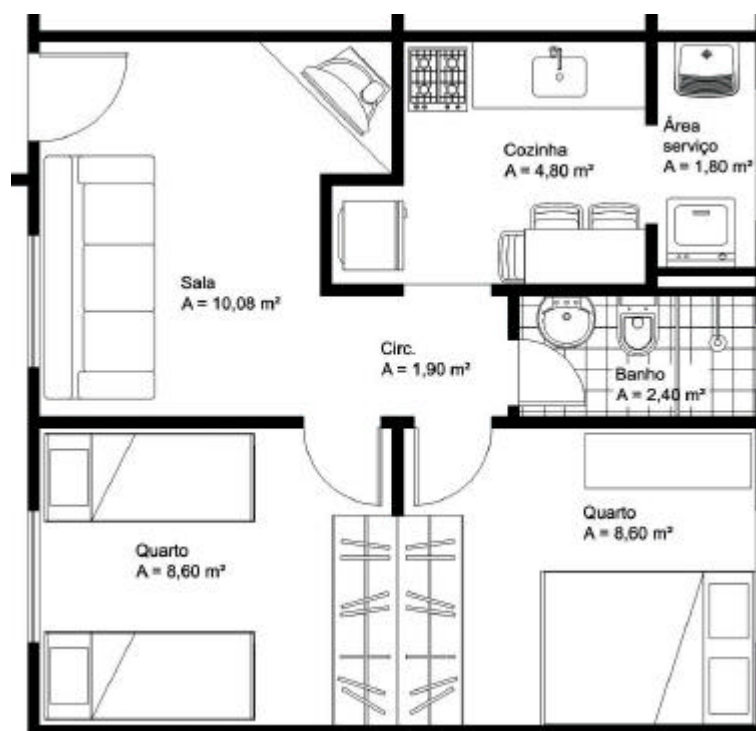


Figura 6.9 – Variação do *lay out* pelos moradores.

Ao se observar esta variação do arranjo, pode-se questionar as opções de mobiliário para habitação de baixa renda encontradas no mercado em relação a área útil dos apartamentos. Hoje, algumas empresas têm optado por diminuir as dimensões dos móveis, colocando no mercado, por exemplo, guarda-roupas com profundidades



menores e portas mais estreitas, fazendo com que não se consiga guardar adequadamente os objetos nestes. Daí surge a necessidade de se estimular a produção de móveis desenhados com o intuito de se adequar melhor ao espaço disponível, ou mesmo a satisfazer a mais de uma função, produzidos em grande escala para que seu preço seja acessível a esta parcela da população.

Além disso, as variações expostas tanto de *layout* como de algumas reformas, mostram que, apesar das alterações, o nível de conforto e a satisfação dos usuários não é necessariamente aprimorado. Kowaltowski & Pina (1995), em sua pesquisa sobre transformações em casas populares, concluíram que o alto índice de modificações verificada não se refere na busca por conforto e sim pelo aumento do espaço dos compartimentos.

Há ainda intervenções curiosas, como a mostrada na Figura 6.10, onde o morador, em busca de ampliação de espaço na passagem do corredor, retirou uma parte da parede, facilitando assim a entrada dos móveis nos ambientes.



Figura 6.10 – Redesenho de parede.

Em apartamentos onde há um ou dois moradores, a distribuição do *layout* tornou-se mais fácil. Muitos transformaram o quarto de solteiro em sala de jantar, escritório ou sala de televisão, o que permitiu mais espaço nos outros ambientes.

Já com relação a área de serviço, pesquisas feitas por Cruz & Ornstein com relação ao desempenho funcional dos ambientes das unidades habitacionais para baixa renda (1995) sustentam que a área mínima deveria ser 5m<sup>2</sup> e não 1,8m<sup>2</sup> encontrado no conjunto habitacional. Durante a realização das visitas técnicas isto foi comprovado, visto a dimensão da área de serviço ser inadequada às suas funções, fazendo com que uma grande parte dos moradores optem por lavar suas roupas em casa de familiares, nos finais de semana. Além disso, o espaço é suficiente apenas para um varal, o que levou aos moradores colocarem um varal comunitário improvisado nos fundos dos edifícios, esteticamente desfavorável e desorganizado, o que gerou alguns desentendimentos entre vizinhos (Figura 6.11). Outros optaram por colocar varais nas janelas, o que agravou a aparência estética do conjunto habitacional (Figura 6.12). Há ainda os que secam suas roupas dentro de casa, levando-as ao banheiro quando não está sendo utilizado e retirando-as quando se precisa usar o ambiente. Esta opção aumenta a quantidade de umidade no banheiro, o que pode proporcionar ou mesmo agravar problemas com relação ao excesso de umidade.



Figura 6.11 – Varal comunitário.



Figura 6.12 – Varal de janela.

Ainda com relação à área de serviço salienta-se que a opção pela meia parede que a divide com a cozinha não funciona adequadamente, pois os vapores acabam deixando as roupas impregnadas de gordura. Além disso, foi questionado aos moradores onde costumavam fazer as refeições, bem como onde passavam as roupas, visto que, em algumas unidades, não foi encontrada mesas. Na grande maioria dos casos a alimentação é feita nos sofás e em camas e as roupas são passadas em camas ou tábuas, variando o local, mas tendo como preferência em frente à televisão.

Foi questionado ainda aos moradores se consideravam sua unidade fácil de mobiliar, ou seja, se ao adquirir um móvel eles se preocupavam com as suas dimensões e verificavam se este caberia ou não no espaço disponível. Para este questionamento (Figura 6.13), vê-se que apenas 35% consideram-se satisfeitos. Isto ocorre porque, como as dimensões dos ambientes são mínimas, bem como a área para manobras pequenas, muitos compram móveis que depois não cabem adequadamente no local a que se destinam, ou não passam nas portas. Há relatos de moradores que tiveram que devolver sofás, armários ou camas.

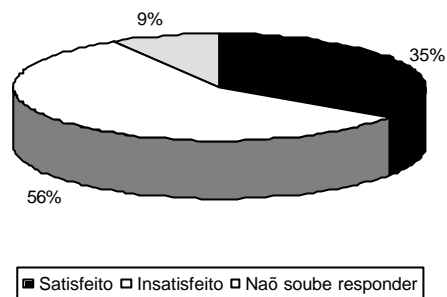


Figura 6.13 – Facilidade em se dispor os móveis.

#### 6.4.2. A forma como sua unidade está dividida

Foi questionado aos moradores se estavam satisfeitos com a organização espacial de suas moradias, bem como as dimensões dos compartimentos (Figura 6.14). O percentual de insatisfação de 30% expõe a opinião daqueles que acham que as dimensões são muito reduzidas para as funções da habitação.

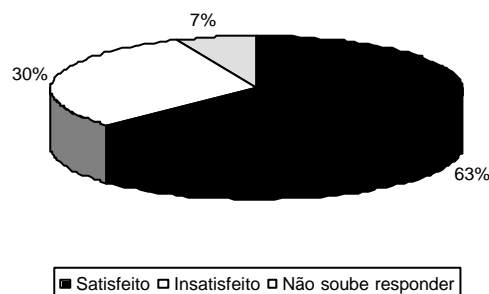


Figura 6.14 – Satisfação em relação a organização espacial da unidade.

#### 6.4.3. A aparência estética do edifício

Reis & Lay (2003) sustenta que a qualidade estética de conjuntos habitacionais tem sido um fator fortemente conectado à satisfação dos residentes com o ambiente habitacional e confirmada como um importante aspecto habitacional no contexto brasileiro. Por isso, além das questões técnicas levantadas no questionário, foi perguntado aos entrevistados se gostavam da aparência do edifício. Para esta questão, 72% dos moradores

consideram-se satisfeitos. Muitos acrescentaram que, com a retirada do contraventamento ficou ainda melhor. Disseram ainda, na entrevista, que gostam muito da diversificação de cores, o que torna o conjunto habitacional mais legível, criando uma imagem forte ao local. Vale ressaltar que aqueles que demonstraram insatisfação criticaram a exposição da estrutura metálica, considerando as fachadas muito marcadas por “linhas” vermelhas.

#### **6.4.4. Considerações sobre o conjunto como um todo**

Em alguns edifícios, onde a população residente tem mais afinidade, podendo ser considerada quase uma família, observou-se que houve a identificação por parte dos moradores como *locus* onde moram. Nestes, a população apropriou-se do espaço também das imediações dos prédios, cuidando e mantendo esta área. Foi possível ver plantas espalhadas pelas escadarias, avisos solicitando a colaboração dos moradores com a limpeza e organização, bem como melhorias ao redor da construção, como portões eletrônicos e caixas de correios individuais (Figura 6.15). Entretanto, na maioria dos edifícios, ou seja, em cinco prédios, observou-se o descaso, prevalecendo a sujeira e a falta de manutenção, principalmente aquele em que a maior parte da população residente não é mais aquela que participou do mutirão.



Figura 6.15 – Colocação de caixas de correio individuais.

Já no caso da ambientação interna dos apartamentos, ficou evidente a satisfação dos moradores quanto à aparência, pelo domínio e apropriação que as famílias têm de sua unidade habitacional, com possibilidades visíveis de implementação de melhorias e de personalização de acordo com o poder aquisitivo (Figura 6.16). Foram encontrados apartamentos com piso em tábua corrida, sancas em gesso, granito etc.



Figura 6.16 – Melhorias em unidades.

## **6.5. Conclusão**

Entretanto, há que se salientar ainda que se deve ter cuidado ao se analisar os dados colhidos nos questionários quando se propõe a investigar aspectos referentes à habitação de interesse social. Muitas vezes, os moradores respondem positivamente a alguns questionamentos, pois seu parâmetro de qualidade não é o mesmo de uma pessoa que não teve que conviver com ambientes mau iluminados, paredes descascadas, infiltrações etc. A habitação apresentada nas Figuras 6.17, 6.18 e 6.19 são de 1997, e conferem exemplos da antiga residência de uma das atuais moradoras do conjunto habitacional.

Observa-se que a sua realidade hoje é muito melhor, apesar das muitas patologias detectadas, pois a situação de sua moradia anterior é precária em relação as deficiências de habitabilidade.



Figura 6.17 – Fachada de antiga residência.



Figura 6.18 – Vista da sala.



Figura 6.19 – Vista da área descoberta da casa.

## **6.6. A Avaliação Quantitativa do Ambiente Interno (temperatura e umidade)**

### **6.6.1. Considerações preliminares**

Todas as áreas do Conforto Ambiental dependem de uma multiplicidade de variáveis interligadas, que vão de um plano muito geral a um muito específico e que poderiam ser divididas em três grandes classes: as variáveis climáticas e do entorno à edificação, as variáveis relativas às exigências humanas e funcionais e as variáveis de projeto e construtivas.

As variáveis climáticas englobam a iluminação natural, o conforto higrotérmico e a ventilação. A iluminação natural depende do tipo de abóbada celeste, que varia com a latitude e a época do ano; das características do entorno ao edifício considerado (as obstruções naturais e construídas); das características das aberturas (tipologias, dimensões, tipos de vidros, tipos de caixilhos e fatores de sombra); e das características do ambiente interno (dimensões, cores). O conforto higrotérmico e a ventilação dependem das seguintes variáveis: as características climáticas (radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar), a direção, a frequência e a velocidade dos ventos; das características do entorno (dimensão, característica do sistema de fechamento e disposição das obstruções externas); das atividades do ambiente (tipo de atividade e perfil de ocupação); da liberação de calor pelos ocupantes; das características da envoltória do edifício (espessura, orientação e área dos fechamentos opacos e transparentes e propriedades termofísicas dos diferentes materiais da envoltória); das características do ambiente (formas, dimensões e volumes, fontes de calor internas).

As variáveis relativas às exigências humanas são aquelas relacionadas ao desempenho das atividades em um determinado ambiente. Estas sofrem interferência das pessoas envolvidas, das condições da edificação e das variáveis climáticas.

As variáveis de projeto e construtivas são determinadas pela relação entre as variáveis climáticas e às exigências humanas. Não há como se elaborar um projeto sem que estas variáveis estejam presentes e se possível equacionadas de forma a proporcionar um ambiente adequado a seus usuários.



### **6.6.2. A avaliação técnica**

Para esta etapa, escolheu-se uma amostra de apenas 2 unidades habitacionais para aprofundamento e detalhamento dos estudos técnicos, quando foram analisados os requisitos de conforto de um dos ambientes da habitação (quarto da frente – apartamento dos fundos) sob o ponto de vista das seguintes subáreas do conforto ambiental: conforto higrotérmico e ventilação. Infelizmente, pelo tamanho exíguo das unidades (que inviabilizou a colocação de instrumentos) não foi possível repetir a análise em outras unidades.

Foram eleitos dois apartamentos, um com fechamento em bloco de concreto e outro em tijolo cerâmico, com o objetivo de se comparar os dois tipos de fechamento utilizados na construção e mais difundidos hoje na construção civil. Foram escolhidos apartamentos com dois habitantes adultos, para que não se corresse o risco de acidentes com o equipamento utilizado para medição *in loco*.

### **6.6.3. A medição *in loco***

A coleta de dados foi realizada em dois apartamentos do conjunto habitacional Oswaldo Barbosa Pena II situado no município de Nova Lima e ocupado a partir de 1999.

No primeiro apartamento analisado cujo fechamento é em bloco de concreto, os dados foram coletados entre os dias 11/02/2005 e 14/02/2005. No segundo apartamento, com fechamento em bloco cerâmico, os dados foram coletados entre os dias 18/02/2005 e 21/02/2005. Em ambos, foram coletados dados de temperatura, umidade e velocidade do ar.

Para esta medição, utilizou-se um sistema de aquisição (Anexo VI), sendo que os sensores foram dispostos em três alturas diferentes, em um suporte em aço com altura regulável (Figura 6.20).



Figura 6.20 – Equipamento de medição.

Os resultados apresentados nas Figuras 6.21 a 6.24 referem-se aos resultados obtidos de medições contínuas da temperatura e umidade do ar interno, dentro de um cômodo, dos dois apartamentos. Para os dois apartamentos utilizados, para a medição *in loco*, utilizam-se os cômodos com as mesmas características de ocupação. Os dados foram tomados considerando-se três posições apresentadas na Tabela 6.1, para os sensores conforme recomendado pelas normas ASHRAE 55:1992 e ISO 7726:1985.

Tabela 6.1 - Posições de medição para as quantidades físicas de um ambiente.

	Coeficiente de Ponderação					
	Ambiente Homogêneo		Ambiente Heterogêneo		Altura recomendada	
Posição	Classe C	Classe S	Classe C	Classe S	Sentado	De pé
Cabeça			1	1	1,1 m	1,7 m
Abdomen	1	1	1	2	0,6 m	1,1 m
Calcanhar			1	1	0,1 m	0,1 m

Fonte: ISO 7726: 1985

As medições *in loco* foram realizadas, nos dois apartamentos, em períodos com características climáticas semelhantes. Observou-se ainda, neste período de medição, que as variações climáticas não fossem acentuadas, ou seja, uma temperatura do ar exterior com um comportamento o mais homogêneo possível.

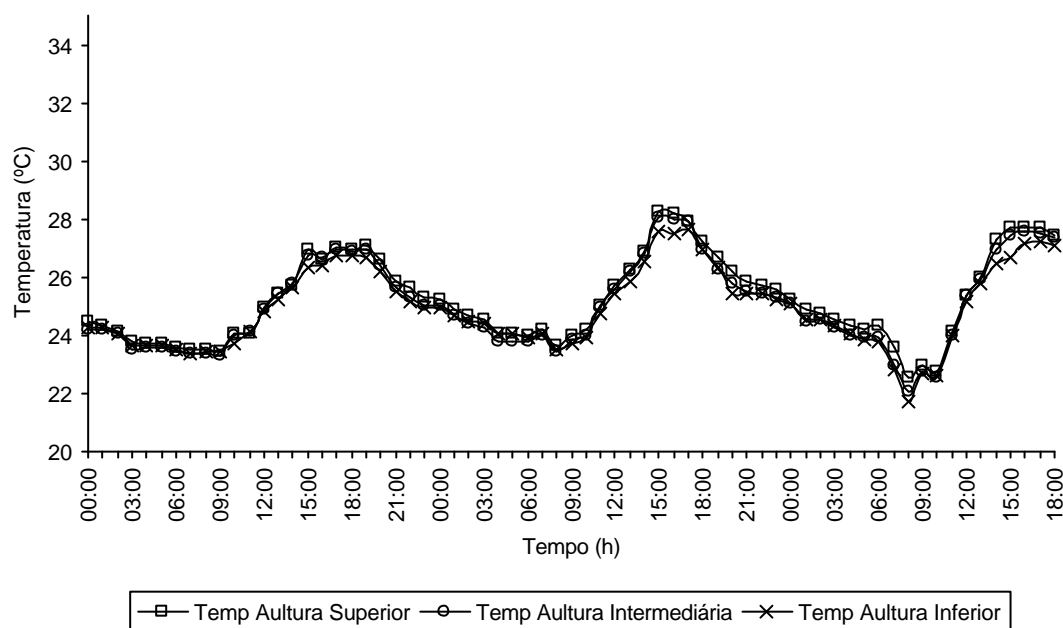


Figura 6.21 – Evolução temporal da temperatura para o apartamento com fechamento em bloco de concreto.

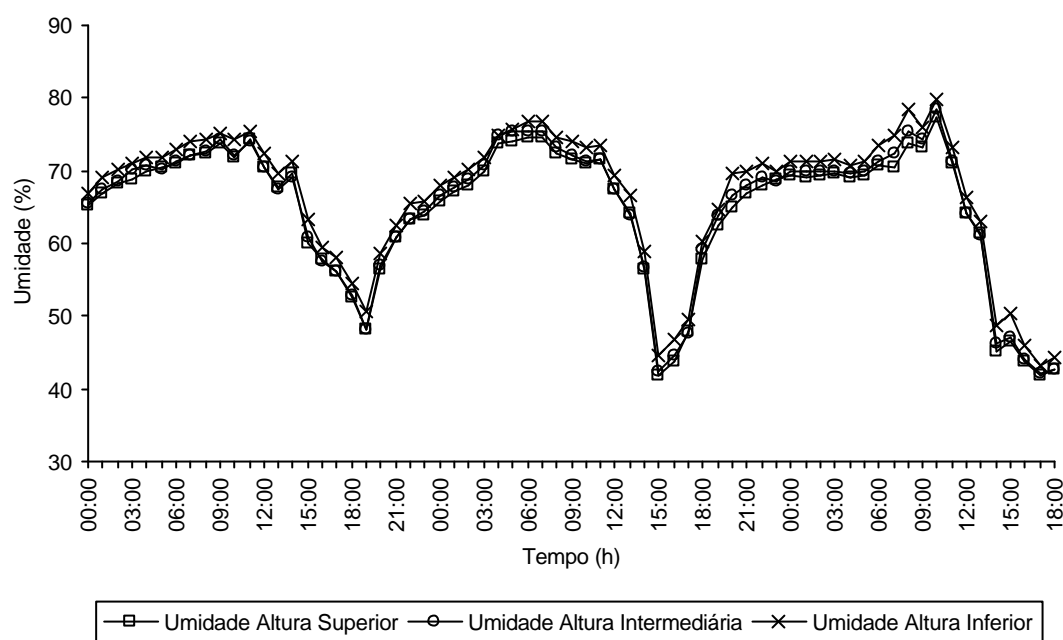


Figura 6.22 – Evolução temporal da umidade relativa do ar para o apartamento com fechamento em bloco de concreto.

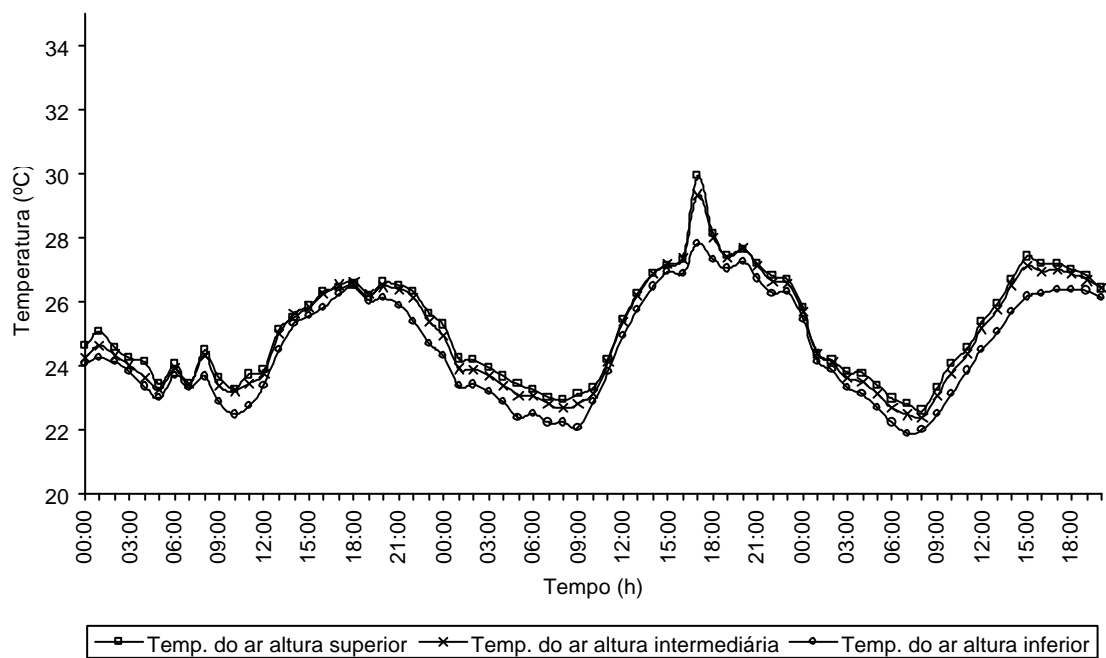


Figura 6.23– Evolução temporal da temperatura para o apartamento com fechamento em bloco cerâmico.

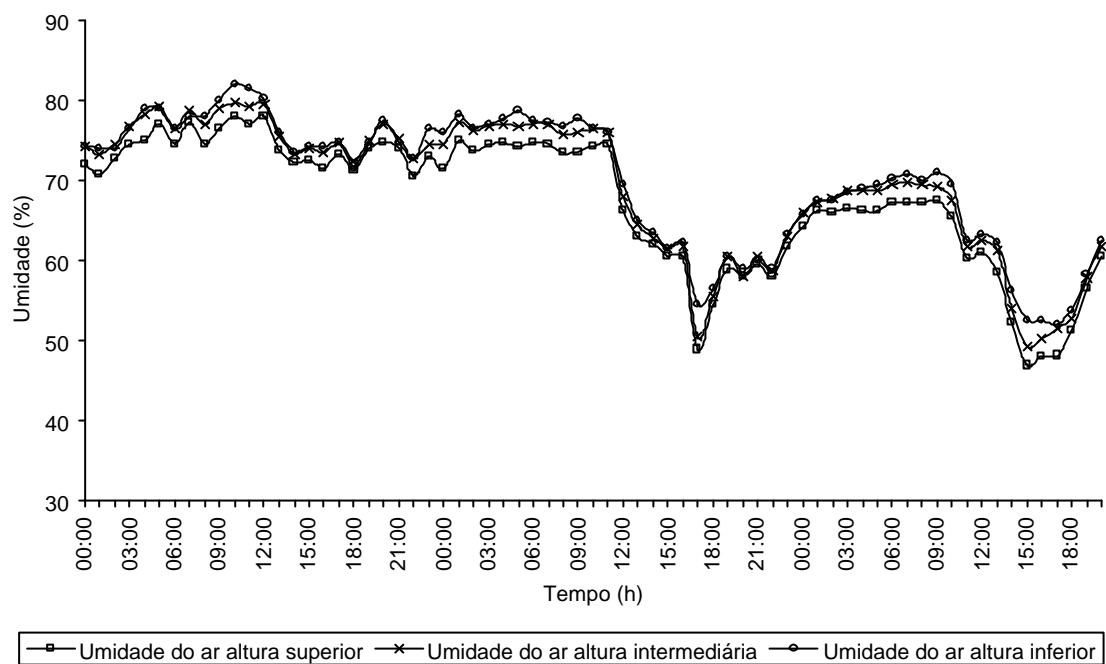


Figura 6.24 – Evolução temporal da umidade relativa do ar para o apartamento com fechamento em bloco cerâmico.

Os perfis de temperatura e umidade médias para os dois apartamentos, bem como o perfil de temperatura e umidade do ar externo são apresentados nas Figuras 5.25 a 5.30.

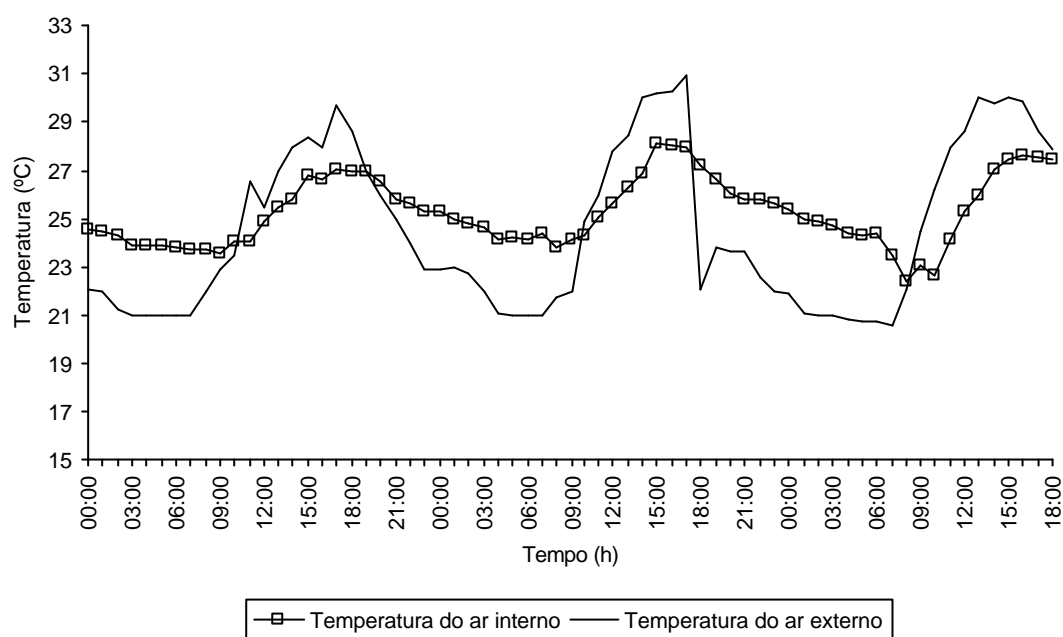


Figura 6.25 – Comparação da evolução temporal da temperatura média interna com a externa para o apartamento com fechamento em bloco em concreto.

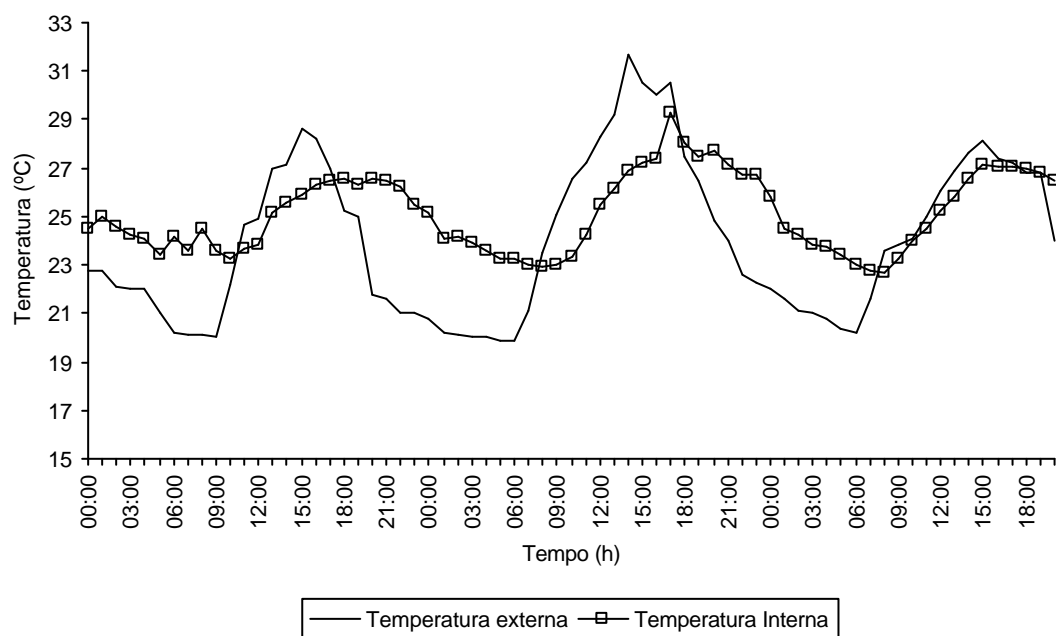


Figura 6.26 – Comparação da evolução temporal da temperatura média interna com a externa para o apartamento com fechamento em bloco cerâmico.

Observa-se, pela evolução temporal da temperatura medida em ambas unidades, uma diferença máxima de temperatura de 3 °C, no horário de pico da temperatura externa. Para a unidade com fechamento em bloco de concreto a temperatura interna máxima atingida no período é de 28 °C, enquanto a temperatura externa máxima correspondente é 31 °C. No caso da unidade com fechamento em bloco cerâmico a temperatura interna máxima atingida no período é de 29 °C, enquanto a temperatura externa máxima correspondente é 32 °C.

Verifica-se da análise dos resultados apresentados nas Figuras 6.6 e 6.7 que, do ponto de vista térmico, o desempenho dos sistemas de fechamento está bem similar. Observam-se ainda temperaturas internas menores durante o período de 0:00 às 12:00 h, como resultado do efeito da massa térmica do fechamento que dificulta as trocas de calor no sentido inverso, do interior para o exterior neste período.

O perfil da temperatura interna do ambiente mostra a resposta global da edificação para as trocas térmicas com o ambiente exterior, levando em conta o perfil de ocupação da edificação e as fontes internas de calor existentes. A temperatura limite de conforto para condições de verão, no caso de edificações residenciais ventilados naturalmente, para a região climática analisada e para o perfil de ocupação da edificação considerado é limitada em torno de 29 °C, segundo a norma NBR 6401:1980. Desse modo observa-se que para o período de medição as edificações respondem de forma adequada às condições de conforto do usuário.

Em relação à umidade relativa do ar interno, Figura 6.28, observa-se que no período de medição, a umidade relativa externa alcançou picos de 98 %, enquanto a umidade relativa interna chegou no máximo a 78,5 %. De uma forma geral pode-se verificar que o sistema de fechamento apresenta também um desempenho adequado em relação ao processo de transferência de umidade.

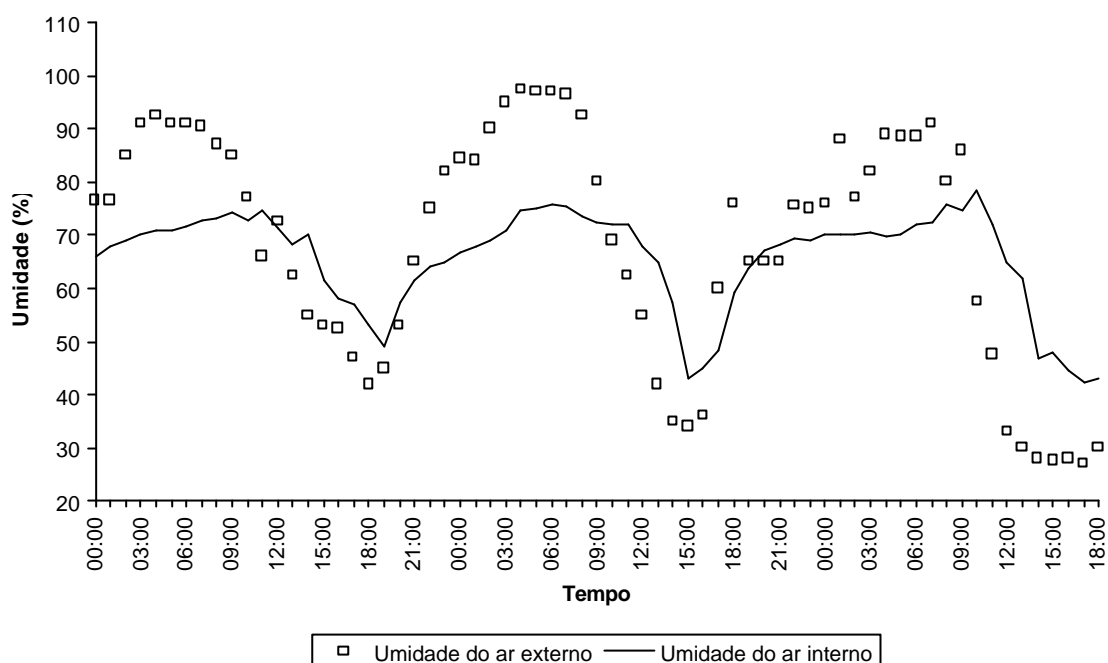


Figura 6.27 – Comparação da evolução da umidade relativa média interna com a externa para o apartamento com fechamento em bloco em concreto.

No período de avaliação da unidade, com fechamento em bloco cerâmico, Figura 62.9, observa-se que a umidade relativa externa alcançou picos de 100 %, enquanto a umidade relativa interna chegou no máximo a 80 %. De forma semelhante à edificação, com fechamento em bloco em concreto, pode-se verificar que o sistema de fechamento apresenta também um desempenho adequado em relação ao processo de transferência de umidade.



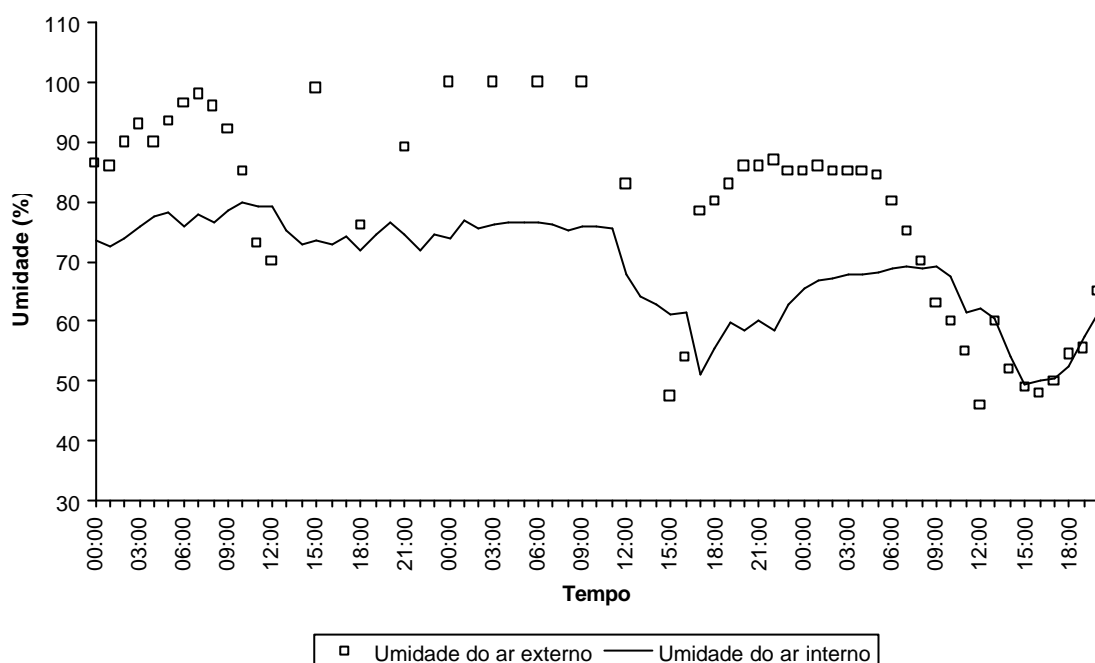


Figura 6.28 – Comparação da evolução temporal da umidade relativa média interna com a externa para o apartamento com fechamento em bloco cerâmico.

Em relação à velocidade do ar do ambiente observa-se que ela se mantém praticamente constante, Figura 6.30 e 6.31, em torno de aproximadamente 0,1 m/s.

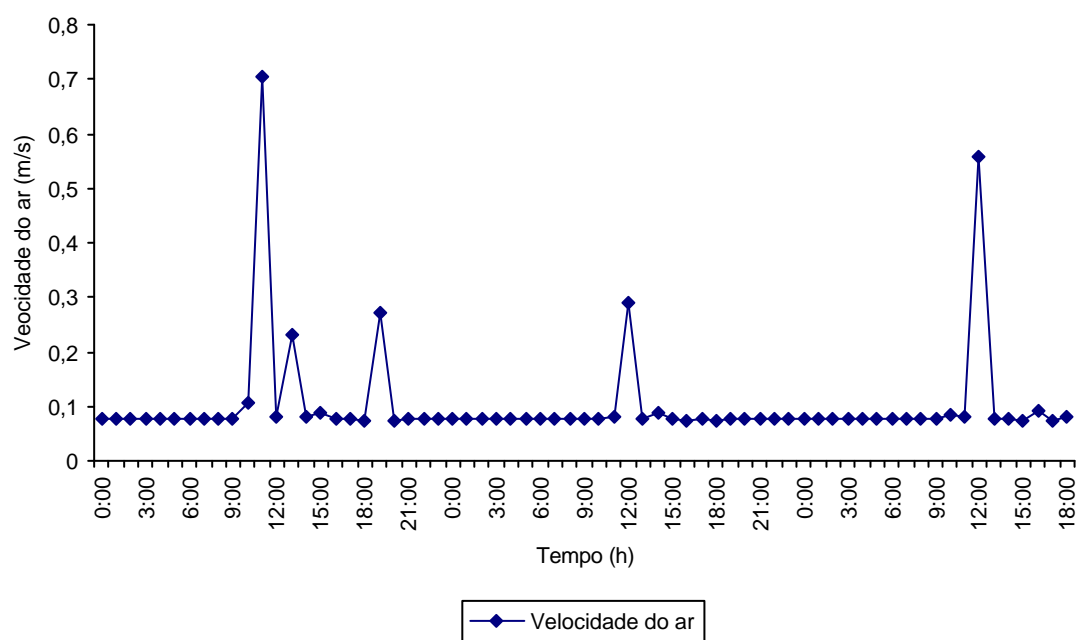


Figura 6.29 – Perfil da velocidade do ar interno

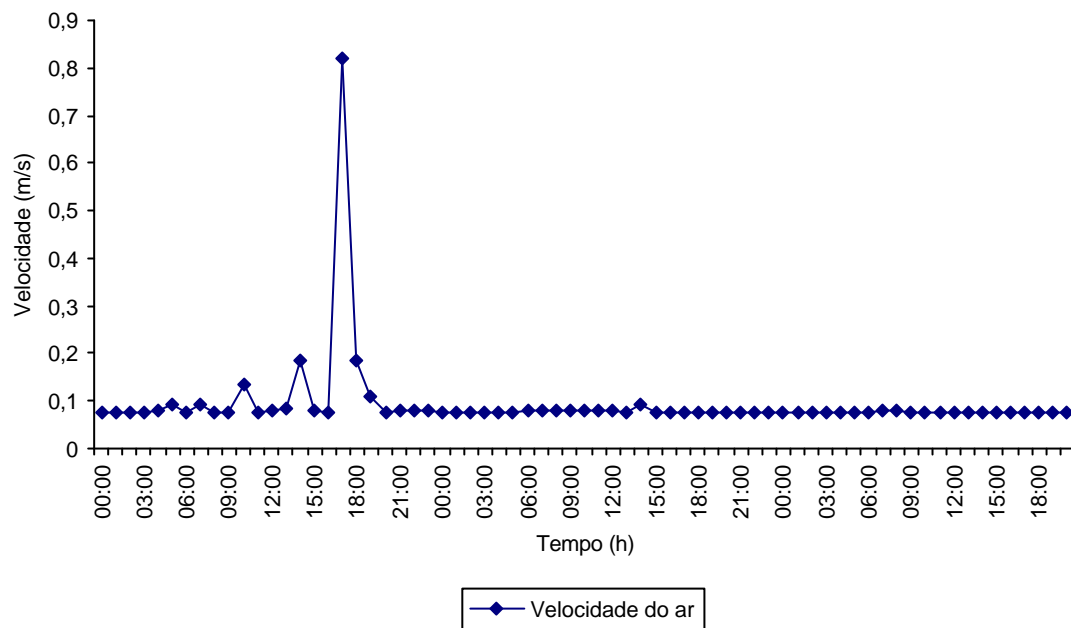


Figura 6.30 – Perfil da velocidade do ar interno

## 6.7. Conclusão

Ao se analisar os dois tipos de fechamento utilizados na construção dos edifícios estudados, o bloco de concreto e o tijolo cerâmico, em iguais condições climáticas, concluiu-se que ambos possuem desempenho em relação a temperatura dos ambientes das unidades similares, pois, segundo os resultados das medições, nas duas situações, a diferença entre a temperatura do ar externo e interno foi de 3°C.

## CAPÍTULO VII

### 7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

#### **7.1. Considerações finais**

A presente pesquisa teve como propósito analisar alguns aspectos diretamente relacionados às patologias encontradas em edificações estruturadas em aço em habitações de interesse social, bem como um estudo sobre a possibilidade de interação entre um sistema industrializado e a autoconstrução. O trabalho foi desenvolvido em 46 unidades do conjunto habitacional Oswaldo Barbosa Penna II, na cidade de Nova Lima-MG, tendo como fio condutor o universo de conhecimentos sobre os problemas já ocorridos, identificando a satisfação do morador em relação ao ambiente construído, a partir da percepção destes em relação a construção e de visitas técnicas e exploratórias.

A concepção deste trabalho fundamentou-se na hipótese de que ninguém melhor do que aquele que vai ocupar um determinado espaço para saber quais os problemas que estão ocorrendo. Assim, como profissional da manipulação do espaço, acredita-se na relevância de tornar evidente a percepção, consciente ou inconsciente, que o morador faz do espaço em que gostaria de morar ou viver. Ao se considerar a percepção que o morador dessas unidades tem do espaço físico de sua moradia, pode-se compreender se ele está ou não experimentando satisfação na relação de interação que estabelece com ela.

Diante disto, por meio da Avaliação Pós-ocupação, pode-se avaliar e identificar as principais fragilidades e potencialidades do sistema estrutural em aço, além dos prejuízos que o desconhecimento da estrutura metálica, tanto por parte dos usuários, como dos arquitetos e engenheiros, pode acarretar. A investigação verificou ainda que o ponto frágil do potencial de afirmação da construção em aço no mercado nacional relaciona-se a pouca tradição, a falta de domínio técnico e, principalmente, a pouca confiabilidade no sistema. Além disso, pode-se observar como o usuário toma consciência da tecnologia e lida com o uso e a manutenção do espaço edificado, bem

como a sua capacidade em se posicionar criticamente como consumidor final. Quando o desempenho da construção é percebido como razoável, a confiabilidade é logo estabelecida. No entanto, se ocorre problemas com frequência, automaticamente aparecem dúvidas, o que pode gerar incerteza, insegurança e conseqüentemente, a rejeição. Assim, é de extrema importância para o sucesso de um determinado produto a conscientização do usuário como consumidor final, pois o não investimento deste agente da cadeia produtiva pode comprometer processos mais eficazes e inovadores na gestão de produção da construção civil.

Em relação a análise qualitativa, observou-se que a qualidade técnico-construtiva do sistema estrutural em aço foi considerada insatisfatória em um grande número de aspectos. Pode-se citar como os mais negativos as frestas entre a alvenaria e a estrutura, que permitem a infiltração das águas das chuvas; o receio de que a estrutura provoque choques; o contraventamento, tanto no aspecto estético, como por permitir a infiltração de água; a dificuldade em se obter mão-de-obra qualificada, ou seja, que conheça e saiba das diferenças do sistema estrutural em aço; aos ruídos transmitidos pela escada metálica; a irregularidade do esquadro, o que gerou um maior gasto no momento de rebocar as paredes; e a umidade proveniente do solo que tem danificado algumas paredes.

Torna-se importante enfatizar que um dos maiores problemas evidenciados em todas as entrevistas se refere à falta de informação sobre a manutenção que a estrutura metálica requer. Mesmo aqueles que acreditam serem bem informados consideram que o uso e a manutenção destas edificações são iguais aos praticados nas construções tradicionais e, portanto, não observam os níveis de desgaste e do mau uso destas inovações. Muitos somente se conscientizam sobre as diferenças da construção depois de verificar seu desconhecimento para lidar com a ocorrência de patologias construtivas que afetam sua vivência. Este aspecto é muito preocupante, visto que os moradores destes apartamentos não têm condições de adquirirem outro imóvel com facilidade, e nem podem dar manutenções constantemente por falta de recursos. Assim, se tivessem sido bem informados sobre os critérios de uso e manutenção que estas unidades requerem, poderiam conservá-las em bom estado por mais tempo.

Foi possível concluir ainda que a construção metálica, com vigas e pilares industrializados, pode ser associada a sistemas de autoconstrução desde que haja um maior rigor na fiscalização no processo de construção e um maior treinamento da mão-de-obra mutirante. Pode-se verificar também que, em edifícios onde os moradores atuais são em sua maioria aqueles que participaram do sistema de mutirão, há uma maior preocupação com a manutenção e a conservação do espaço, ou seja, há maior apropriação do espaço edificado.

Há ainda que se ressaltar a importância de se questionar os hábitos da população de baixa renda, bem como seu programa de necessidades e o mobiliário, pois o ambiente construído é congruente aos tipos e organização social da cultura da qual emerge. É por isso que se faz imprescindível a incorporação dos usuários em importantes decisões sobre seus futuros ambientes, para que os ambientes sejam responsivos e possam oferecer a sensação de território. Durante as pesquisas observou-se que a maioria dos moradores não utilizam o *lay out* proposto pela COHAB-MG na elaboração do projeto, principalmente para a sala, pois poucos apartamentos possuem a mesa. Quando inquiridos sobre onde almoçavam, os moradores diziam utilizar camas e sofás. Por outro lado, a cozinha é extremamente pequena, principalmente para aqueles que a utilizam para melhorar o orçamento doméstico, fazendo quitutes para fora. Assim, acredita-se que seria mais vantajoso aumentar um pouco o tamanho da cozinha para disponibilizar a colocação da mesa. Além disso, foi detectado que as roupas são passadas normalmente na sala, onde se pode ver a televisão enquanto se executa esta tarefa. Portanto, talvez fosse interesse apresentar instalação elétrica adequada para ferros elétricos neste ambiente. A área de serviço, que é muito pequena, é um outro problema e para resolvê-lo talvez fosse interessante existir uma lavanderia coletiva nestes conjuntos habitacionais.

Em relação ao conjunto habitacional como um todo, observou-se que este se encontra isolado do contexto urbano ao qual deveria se relacionar, sendo longe dos serviços essenciais a vida do homem tais como, padarias, farmácias, mercados etc. Espera-se que com o tempo esta situação se reverta. Além disso, quando se observa o conjunto habitacional no contexto urbano, tem-se a falta de diversificação das fachadas. Acredita-

se que falte um certo grau de variação na composição visual dos edifícios, fazendo com que a imagem do conjunto, diante da dimensão urbana, fique um tanto monótona. Também o uso de vegetação poderia ter sido mais explorado, pois é um outro elemento que ajuda na composição estética.

No conjunto habitacional objeto de estudo verificou-se que a convivência social é pouco estimulada, uma vez que as áreas externas dos apartamentos não são adequadas para este uso, o que faz aumentar o estresse no interior das unidades em face das densidades ocupacionais relativamente elevadas dos apartamentos, seja em termos do número de moradores, seja em termos das obstruções decorrentes da grande quantidade de móveis e equipamentos. Por isso, é que se faz necessário que se reveja as soluções para a habitação de baixa renda, para que o produto final não seja sempre padronizado, com variações insignificantes, além de se observar que o ambiente construído contribui para modelar o comportamento e, conseqüentemente, a interação social.

Assim, reforça-se que os ambientes construídos com pouca qualidade físico-espacial são, comumente, vandalizados em todas as partes do mundo, configurando um dos fenômenos transculturais mais evidentes de nossos tempos. Entende-se, portanto, que seja necessário realizar pesquisas que valorizem o contato com a realidade e a opinião/satisfação dos usuários como fonte de conhecimento para demonstrar quais ambientes estão em desacordo com seus anseios, possibilitando identificar novos programas e alternativas, convidando os projetistas para o desenvolvimento de opções criativas melhores que as existentes (SOMMER, 2002).

Considera-se que a pesquisa obteve êxito, pois todos os moradores consideraram-na de extrema validade. Muitos acrescentaram que este tipo de iniciativa deveria ser repetida outras vezes, pois somente os moradores, que estão vivendo no local, poderiam trazer novas informações a respeito dos problemas e das qualidades do sistema construtivo. Além disso, acrescenta-se a necessidade de investimento em pesquisas que venham a otimizar o processo de construção industrializada. É importante salientar que, apesar dos inúmeros problemas destacados neste trabalho, é necessário que se tenha em mente a importância de iniciativas como esta que gerou o Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Pena na cidade de Nova Lima- MG.

## **7.2. Sugestões para futuras pesquisas**

O presente trabalho configura-se em uma investigação preliminar acerca de aspectos variados da visão do usuário de edifícios estruturados em aço, bem como da possibilidade de sua associação com sistemas de autoconstrução. Dessa forma, foram detectadas várias linhas de pesquisa a serem aprofundadas futuramente, com o intuito de impulsionar o desenvolvimento tecnológico e mercadológico da construção nacional em aço.

- Estudo da possibilidade de desenvolvimento da construção industrializada atrelada ao processo de autoconstrução.
- Estudo da maneira de se transmitir as formas de manutenção de edificação em aço a população leiga.
- Estudo e sistematização da metodologia do processo de projeto para construções industrializadas em aço para habitações de interesse social.
- Estudo do comportamento térmico dos fechamentos mais utilizados para habitação de baixa renda.
- Estudo do programa de necessidades e dimensionamento de cômodos de projetos de habitação de interesse social.
- Estudo e adequação dos móveis utilizados pela população de baixa renda para adequá-los a sua realidade.

## BIBLIOGRAFIA

ABIKO, A. Política Habitacional e mutirão. In: **Mutirão habitacional – Curso de formação em mutirão**, Escola Politécnica da USP, Politécnico di Torino, União Européia, São Paulo, 1992. v. 1.

ADAMS, Graham. Colaboração interdisciplinar e participação do usuário como metodologia projetual. In: DEL RIO, Vicente (org). **Projeto do lugar: colaboração entre psicologia, arquitetura e urbanismo**. Rio de Janeiro: PROARQ, 2002. p. 45-58.

AHLBORN. **Almemo manual, for all almemo measuring instruments V5**. Ahborn Meß- und Regelungstechnik GmbH, 4<sup>th</sup> revised edition, Holzkirchen, Germany, 2003.

AKROBIT. **AMR WinControl user manual**, Akrobit software Frank Schmidt & Dirk Sloboda, 2002.

ALEXANDER, Christopher et al. **A pattern language**. Barcelona: Gustavo Gili, 1980.

ALTAS, Nur Esin; OZSOY, Ahsen. Spatial adaptability and flexibility as parameters of user satisfaction for quality housing. **Building and Environment**, v. 33, n. 5, pp. 315-323, 1998.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Thermal environmental conditions for human occupancy. ASHRAE Standard 55. Atlanta, 1992

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 9050**: Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaço, mobiliário e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 1994.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 7171**: Blocos cerâmicos para alvenaria. Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_: **NBR 7173**: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria. Rio de Janeiro, 1982.

\_\_\_\_\_: **NBR 6120**: Cargas para cálculo de estrutura de edificações. Rio de Janeiro, 1999.

\_\_\_\_\_: **NBR 14762**: Dimensionamento de estruturas de aço constituída por perfis formados a frio: procedimento. Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_: **BR 14323**: Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio: procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

\_\_\_\_\_: **NBR 14432**: Exigências de Resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações. Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_: **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

\_\_\_\_\_: **NBR 6401**: Instalações centrais de ar condicionado para conforto: Parâmetros básicos de projeto. Rio de Janeiro, 1980.

\_\_\_\_\_: **NBR 6355**: Perfis estruturais, de aço, formados a frio: padronização. Rio de Janeiro, 2003.

BASTOS, M. A. R. **Avaliação de sistemas construtivos semi e/ou industrializados de edifícios de andares múltiplos através da perspectiva de seus usuários**. Ouro Preto, 2004. 458p. 2 Vol. Dissertação (Mestrado em Construções Metálicas) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.

BASTOS, M. A. R.; SOUZA, Henor Artur de. O usuário versus a cadeia produtiva do espaço edificado. In: **IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e I Encontro Latino-americano de Gestão e Economia da Construção**. Porto Alegre: 2005.

BASTOS, M. A. R.; SOUZA, Henor Artur de. A construção industrializada: conhecimento, satisfação e manutenção segundo a visão do usuário. **Ambiente Construído**, Porto Alegre. (em fase de publicação).

BARROS, Lia A. F. Apropriação de espaço de unidade habitacional de interesse social. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Curitiba, 2003, p. 831-838.

BASSO, Admir; CARAM, Rosana M. Evaluation of natural illumination and thermal comfort conditions in the Ribeirao Preto's Technological Village. **Energy and Buildings**, pp. 1-5, 2004.

BONDUKI, Nabil. Habitat e qualidade de vida: as práticas bem-sucedidas em cidades brasileiras. In: BONDUKI, Nabil (org). **Habitat – as práticas bem-sucedidas em habitação, meio-ambiente e gestão nas cidades brasileiras**. São Paulo: Studio Nobel, 1997. p. 9 – 10.

BONDUKI, Nabil. **Origens da habitação social no Brasil: arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

BORGES, Clélia. **Antiga residência: catálogo de fotos**, Nova Lima, MG, 1997. 24 fotografias.

BRAGA, Teodomiro & JULIÃO, Luciana. **Minas constrói prédios em mutirão: população de baixa renda se associa ao governo e levanta 23 edifícios populares em tempo recorde utilizando estruturas de aço**. Jornal do Brasil, Belo Horizonte, p. 7, abril, 1998 (a).

\_\_\_\_\_. **Solidariedade é a marca do projeto.** Jornal do Brasil, Belo Horizonte, p. 8, abril, 1998 (b).

BRUAND, Yves. **Arquitetura Contemporânea no Brasil.** São Paulo: Perspectiva, 1999.

CASA própria ao alcance das mãos: Governo de Minas realiza o programa MG Teto construindo moradias a preços populares em sistema de mutirão. **Acontece em Minas,** Belo Horizonte, p. 2, mar. 1998.

CASTRO, E. M. C. de. **Patologias dos Edifícios em Estrutura Metálica.** Ouro Preto, 2000. 190p. Dissertação (Mestrado em Construções Metálicas) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.

COMPANHIA DE HABITAÇÃO – **Programa Lares Gerais: Atribuições.** Belo Horizonte, 2004.

\_\_\_\_\_. **Programa Lares Gerais: Contrato Particular de Promessa de Compra e Venda.** Belo Horizonte, 2004.

\_\_\_\_\_. **Programa Lares Gerais: Manual de Orientação.** Belo Horizonte, 2004.

\_\_\_\_\_. **Programa Lares Gerais: Regulamento do Mutirão.** Belo Horizonte, 2004.

CHAFFUN, Nelson. Dinâmica global e desafio urbano. In: BONDUKI, Nabil (org). **Habitat: as práticas bem-sucedidas em habitação, meio-ambiente e gestão nas cidades brasileiras.** São Paulo: Studio Nobel, 1997. p. 18 – 37.

CONDOR, Elaine Sanandrez. **O uso do aço na produção de habitação de interesse social: viabilidade técnica, econômica e social.** 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CONTI, Alfio. **A experiência da autogestão em Ipatinga: uma busca pelo conceito.** 1999. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais.

CRUZ, Antero de O.; ORNSTEIN, Sheila W.; ROMÉRO, Marcelo de A. Avaliação pós-ocupação (APO) aplicada em conjunto habitacional em São Paulo: análise funcional e ergonômica dos ambientes internos do apartamento como indicador de qualidade para futuros projetos. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.** Salvador: 1997, p. 513-518.

CRUZ, A.; ORNSTEIN, S. O projeto arquitetônico da habitação popular: insumos para a análise do desempenho funcional com base na avaliação pós-ocupação da autoconstrução. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 1995, Rio de Janeiro. **Qualidade e Tecnologia na Habitação**: anais. Rio de Janeiro: ANTAC, UFRJ, 1995. v.1, p.275-280.

DAISH, John; GRAY, John; KERNOHAN, David; SALMOND, Anne. Post occupancy evaluation in New Zealand. **Butterworth & Co**, v. 3, n. 2, pp. 77-83, 1982.

ESTRUTURA de aço: confiabilidade estimula novos projetos de moradia popular. **Aço Notícia**, Belo Horizonte, n. 38, p. 3, maio/jun. 1999.

FERRARA, Lucrecia D'Alessio. **Olhar periférico: informação, linguagem e percepção ambiental.** São Paulo: Edusp, 1993.

GOLÇALVES, Débora Decarlos. **Percepção e interação do morador com a casa: o conjunto habitacional “Vicente Leporace” em Franca-SP.** 2003. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Economia Doméstica, Universidade Federal de Viçosa.

GONÇALVES, Denise. **Desmontabilidade e mobilidade na arquitetura do século XIX.** 1998.

GUERRANO, R. H. Espaços privados – In **VVAA. História da vida privada 4: da revolução francesa à primeira guerra mundial**. Organizado por Michelle Perrot. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

HERMSDORFF, Mariana M. C. **Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Penna II: catálogo de fotos, Nova Lima, MG, 2004**. 100 fotografias.

HOBSEBORN, E. J. **A era das revoluções: Europa 1789 – 1848**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

HOBSEBORN, E. J. **Era dos extremos: O breve século XX: 1914 – 1991**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. São Paulo: IBGE, 1995/1996.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Critérios mínimos de desempenho de habitações térreas de interesse social**. São Paulo: IPT, 1998.

Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo: **IT 08**. São Paulo, 2002.

International Standardization Organization: **ISO 7726**: Thermal environments: Instruments and methods for measuring physical quantities. Genebra, 1985.

JENCKS, Charles. **Modern movements in architecture**. New York: Penguin Books, 1978.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. e PINA, Sílvia A. Mikani G. Transformações de casas populares: uma avaliação. In: **III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente construído**. Gramado: 1995.

\_\_\_\_\_. Avaliação da funcionalidade de prédio escolar da rede pública: o caso de Campinas. In: **VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente construído**. São Paulo: 2001 (a).

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K., PRATA, Alessandra R., PINA, Silvia A. Mikami G. e CAMARGO, Renata Faccin de. Ambiente construído e comportamento humano: necessidade de uma metodologia. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. São Paulo, 2001 (b).

KRÜGUER, Paulo Von. **Análise de painéis de vedação nas edificações em estrutura de aço**. 2000. Dissertação (Mestrado em Construções Metálicas) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.

KUCHENBECKER, L. C.; SZÜCS, C. P.; PEREIRA, F. O. R. Habitabilidade e conforto ambiental no projeto da habitação de interesse social. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Fortaleza, 1999, p. 1-8.

LAY, Maria Cristina Dias. **Responsive site design, user environmental perception and behaviour**. 1992. 290f. Tese (Doctor of Philosophy em Arquitetura) – Post Graduate Research School, School of Architecture, Oxford Brookes University, Oxford, 1992.

LAY, Maria Cristina Dias; REIS, Antônio Tarcísio da Luz. Análise quantitativa na área de estudos ambiente-comportamento. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 21-36, abr./jun. 2005.

\_\_\_\_\_. O papel de espaços abertos comunais na avaliação de desempenho de conjuntos habitacionais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 25-39, jul./set. 2002.

LINCH, Kevin. **A imagem da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

LOPES, Nildo Junqueira. **A construção civil e a globalização**. Estado de Minas: Belo Horizonte, p. 7, jul, 1999.

LIU, A. M. M. Residential satisfaction in housing estates: a Hong Kong perspective. **Automation in Construction**, v. 8, p. 511-524, 1999.

MALARD, Maria Lúcia; CONTI, Alfio; SOUZA, Renato César Ferreira; CAMPOMORI, Maurício José Laguardia. **Avaliação pós-ocupação, participação de usuários e melhoria de qualidade de projetos habitacionais: uma abordagem fenomenológica**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

MARMOT, Alexi Ferster. Flats fit for families: na evaluation of post-occupany evaluation. **Design Studies**, v. 4, n. 2, p. 92-99. 1983.

MENDES, Milton. **Sistema de mutirão: catálogo de fotos, Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG, 1998**. 150 fotografias.

MENDES, Milton. **O sistema de mutirão na cidade de Nova Lima – MG**. 2004. Entrevista concedida a Mariana Martins de Carvalho Hermsdorff, Belo Horizonte, 15 dez. 2004.

ORNSTEIN, Sheila W. **Avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel, Edusp, 1992.

PALÁCIO de Cristal. **Corbis**.

Disponível em: <http://www.corbis.com>. Acesso em 20 abr. 2004.

PREISER, Wolfgang F. The hability framework: a conceptual approach towards linking human behaviour and physical environment. **Desing Studies**, v. 4, n. 2, p. 84-91, apr. 1983.

PEVSNER, Nicolaus. **As origens da arquitetura e do design**. São Paulo: Martins Fontes, 1981.

RAPOPORT, A. **Aspecttos humanos de la forma urbana**. Barcelona: Gustavo Gilli, 1978.

REIS, Antônio Tarcísio da Luz. **Mass Housing design, user participation and satisfaction**. 1992. 361f. Tese (Doctor of Philosophy em Arquitetura) – Post Graduate Research School, School of Architecture, Oxford Brookes University, Oxford, 1992.

REIS, Antônio Tarcísio da Luz; LAY, Maria Cristina Dias. Habitação de interesse social: uma análise estética. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 7-19, out./dez. 2003.

\_\_\_\_\_. Tipos arquitetônicos e dimensões dos espaços da habitação social. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 7-24, jul./set. 2002.

ROMERO, Marcelo de Andrade e ORNSTEIN, Sheila W. **Avaliação pós-ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social**. Porto Alegre: ANTAC, 2003.

SALES, Urânia C. **Mapeamento dos problemas gerados na associação entre sistemas de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de painéis de vedação**. 2001. Dissertação (Mestrado em Construções Metálicas) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.

SALES, Urânia Costa; SOUZA, Henor Artur de; NEVES, Francisco de Assis das. Interfaces entre sistemas de vedação e estruturas metálicas, problemas reais. **Téchne**, São Paulo, n. 53, p. 98-102, ago. 2001.

SEGAWA, Hugo. **Arquiteturas no Brasil 1900-1990**. São Paulo: Edusp, 1999.

SILVA, Geraldo Gomes. **Arquitetura do ferro no Brasil**. São Paulo: Nobel, 1988.



SILVEIRA, Saulo Manoel da & GOMES, Usânia Aparecida. **Mutirão em autogestão: a construção da cidadania**. Ipatinga: Prefeitura Municipal de Ipatinga, 1995.

SOMMER, Robert. O desenvolvimento e a aplicação dos conceitos de espaço pessoal. In: DEL RIO, Vicente (org). **Projeto do lugar: colaboração entre psicologia, arquitetura e urbanismo**. Rio de Janeiro: PROARQ, 2002. p.19-29.

SOUZA, Henor Artur de; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; KRUGER, Paulo Gustavo Von. Desempenho de painéis de vedação. **Téchne**, São Paulo, v. 56, n. 56, p. 78-81. 2001.

Usina Siderúrgica de Minas Gerais – **Memorial Descritivo e Manual de Fiscalização: Edifícios Residenciais Estruturados com Perfis de Aço Formados a Frio**. Belo Horizonte: Gerência de Desenvolvimento da Aplicação do Aço e Diretoria de comercialização, 2003.

\_\_\_\_\_. **Solução Usiminas para Habitação Popular: Detalhamento Técnico**. Belo Horizonte: Gerência de Desenvolvimento da Aplicação do Aço, 1999.

\_\_\_\_\_. **USITETO: Solução Usiminas para Habitação Popular**. Belo Horizonte: Gerência de Desenvolvimento da Aplicação do Aço, 2000.

VITTORINO, Fúlvio; AKUTSU, Maria. Avaliação de conforto térmico e lumínico em conjuntos habitacionais. **Téchne**, mai/jun, 2000, n.46. p. 61-64.

YAMAGISHI, Akihiro, Indoor environmental study and post occupancy evaluation in an office environment. **J. Therm Biol.**, v. 18, n. 5/6, pp. 533-540.1993.

WHITEHOUSE, Sandra. Evaluating a children's hospital garden environment: utilization and consumer satisfaction. **Journal of Environmental Psychology**, v. 21, p.301-314. 2001.

## **ANEXOS**

## **ANEXO I**

Neste anexo, apresenta-se o Programa Mutirão idealizado em 1997, pelo Sindicato dos Trabalhadores da Construção de Belo Horizonte e Região (Marreta), a Usiminas e a ASSEMCO (Associação dos Empregados da COHAB-MG).

### **1.1. O Programa Mutirão de Belo Horizonte e região**

As construções foram desenvolvidas em sistema de mutirão, desde a execução dos fechamentos, colocação de esquadrias e portas, cobertura, drenagem, urbanização das quadras (pavimentação das rampas de acesso, calçadas, plantio de grama...) até a execução do sistema hidráulico e elétrico (Figura 1.1). No caso destes dois últimos, houve a contratação de prestadores de serviços mais qualificados, que além de ensinarem o ofício ao mutirante, monitorava o andamento da obra para garantir a sua perfeita execução. A terraplanagem, a fundação e a montagem das estruturas metálicas (fornecidas pela Usiminas) foram executadas por empreiteiras. No caso deste último item, a empresa responsável pela montagem das estruturas de aço foi a Pórtico, que levou aproximadamente 30 dias para concluir esta etapa. O acerto da quadra, no caso do Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Pena II, foi feito por Milton Mendes, em trator cedido pela prefeitura.

O Programa Mutirão deveria ser proposto pelo município, que providenciaria a doação do terreno totalmente urbanizado à Cohab-MG; a execução da terraplanagem da quadra para assentamento das edificações; o fornecimento de água e energia elétrica no canteiro de obras, bem como o café da manhã, o almoço e o café da tarde aos participantes, durante o período do mutirão; o transporte e a vigilância noturna para zelar o empreendimento.



Figura 1.1 – Colocação de grama nos taludes.  
Fonte: MENDES, 1998.

Durante os seis meses que antecederam a construção dos edifícios foram feitas reuniões mensais com as famílias selecionadas, apresentando-se os procedimentos e o regulamento do projeto. O Regulamento elaborado para o Programa de Mutirão serviu de modelo para vários outros estados da nação e até para países do Mercosul que optaram pelo sistema (Figura 1.2). Procurou-se, ao desenvolvê-lo, considerar todos as possíveis situações, calcando-se bem para evitar problemas futuros. Apresentou-o aos mutirantes em Assembléia, colhendo as assinaturas dos mesmos e, posteriormente, registrou-o em cartório, tendo o mesmo validade desde a data de início do Mutirão até o término da obra. O regulamento poderia sofrer alterações no decorrer da obra desde que aprovado em Assembléia Geral, com votação e aprovação de 2/3 dos mutirantes.

A Assembléia Geral é considerada a instância máxima do mutirão, onde se tomam as decisões mais importantes, tais como, as definições de projetos, as diretrizes do trabalho, a exclusão de mutirantes e a aprovação do regulamento de obras (SILVEIRA ET AL., 1995). As assembleias ordinárias aconteciam uma vez a cada mês, sendo a convocação feita por intermédio da Associação de Moradores no próprio canteiro de obras.

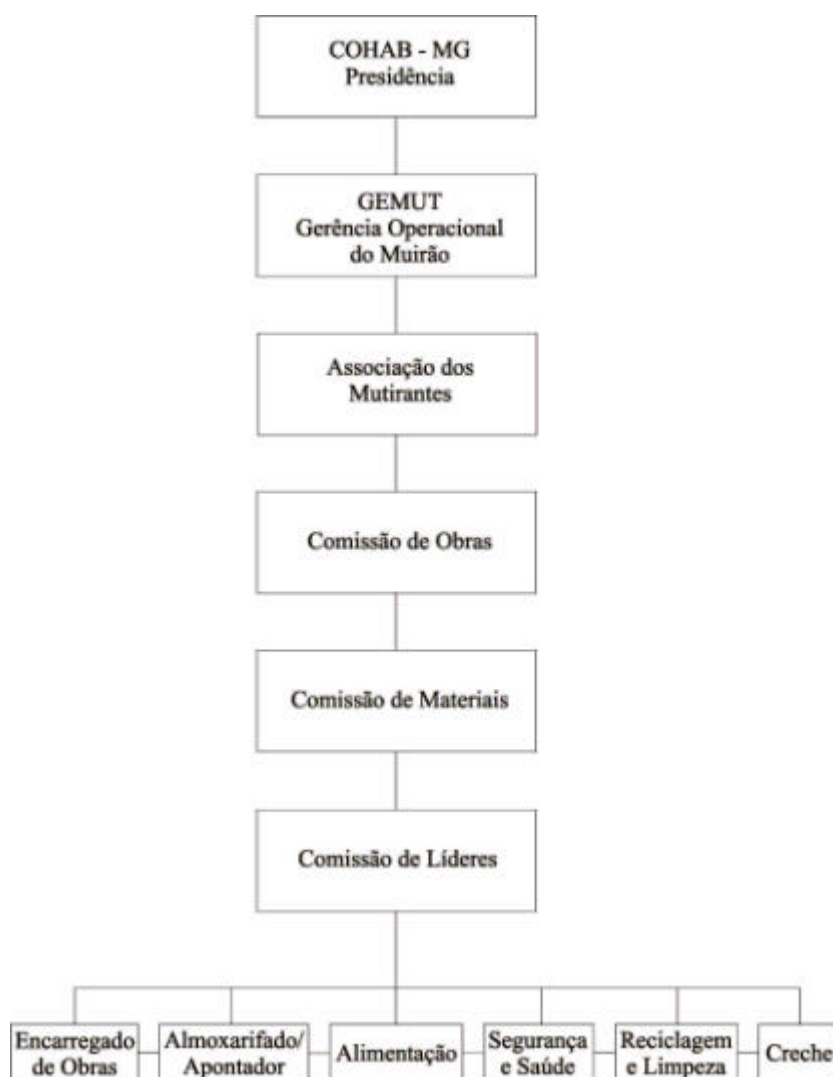


Figura 1.2 – Organograma para o Mutirão.  
Fonte: Cohab, 1997.

### 1.1.1. O objetivo do programa de mutirão

Segundo depoimento de Mendes<sup>1</sup> (2004), buscou-se no projeto que a tecnologia (estrutura metálica) estivesse a serviço do homem, o que, hoje, muitas vezes não ocorre, visto a tecnologia estar quase sempre atrelada às necessidades do capital. Ele acredita também que em um conjunto habitacional construído por empreiteira, o morador se sente em um ambiente frio. No caso do mutirão ocorreria o contrário, o mutirante, ao

---

<sup>1</sup> Desenhista da Cohab e um dos diretores do Sindicato dos Trabalhadores da Construção Civil de Belo Horizonte e Região Metropolitana (Marreta). Entrevista do dia 15 de dezembro de 2004.

debruçar-se em sua janela sente o tijolo, a areia, o calor humano que passou em suas mãos (informação verbal). Desta forma, pretendia-se que o morador se identificasse com a sua moradia, e, assim, pudesse estar intimamente ligado a ela, como apresentado no depoimento da moradora Irenice onde diz que “o apartamento é agora o seu mundo, onde cada parede levantada é uma emoção nova” (BRAGA ET AL., 1998a).

### **1.1.2. A seleção das famílias e das moradias**

A seleção das famílias que participariam do Programa de Mutirão foi efetuada analisando-se as condições sócio-econômica, civil e de qualificação profissional dos cadastrados na COHAB-MG. Assim, o número de mutirantes selecionados para a obra foi igual ao número de unidades habitacionais acrescido de 50% de suplentes. Para ter acesso ao programa, era necessário ter disponível 16 horas no final de semana e que tivesse na família um trabalhador da construção civil (pedreiro, eletricista, bombeiro...), ou ter a possibilidade de pagar um. Este último critério se justificava pelo fato de quase todos os mutirantes terem condições de exercerem apenas a função de servente, pela falta de qualificação neste tipo de serviço. Amigos, parentes do mutirante titular e dos suplentes poderiam trabalhar como mão-de-obra voluntária no programa, tornando-se candidato habilitado à aquisição da casa própria no próximo mutirão se trabalhasse pelo menos 8 horas semanais, além de participar das reuniões. Havia ainda um mestre de obras da Cohab fiscalizando e orientando o trabalho que estava sendo executado.

Foram definidos como critérios para a distribuição das unidades habitacionais que 90% dos apartamentos seriam entregue por intermédio de sorteio em assembléia e 10% para os mutirantes portadores de necessidades especiais ou mutirantes para segurança estratégica. Assim, os apartamentos térreos foram reservados em virtude de não haver elevadores nos prédios, o que dificultaria a locomoção destas pessoas. Cada grupo de cada área de trabalho tinha um líder, que, ao final do empreendimento, poderia escolher em qual apartamento morar, bem como aqueles que tiveram um bom desempenho. A partir disto, fez-se uma lista onde cada morador se inscrevia de acordo com a afinidade dos possíveis vizinhos, afinal, as pessoas ficaram se conhecendo durante o processo de

mutirão. Em seguida, sorteu-se o edifício e, conseqüentemente, as unidades de cada um. Desta forma, todos se ajudaram, pois, até o momento do sorteio não havia donos de partes, e sim do todo.

### **1.1.3. A organização do Programa de Mutirão**

Segundo depoimento de Mendes (2004), a maior recompensa deste empreendimento foi criar um verdadeiro vínculo, o qual denominou solidariedade entre os futuros habitantes das moradias, não podendo ser mensurável (informação verbal).

Objetivando a participação de todos os envolvidos no Programa de Mutirão realizou-se reuniões semanais com os assistentes e a Comissão de Obra e Líderes, e quinzenais com os mutirantes para divulgação de todas as questões de interesse dos envolvidos. Além disto, foi feita a prestação de contas mensalmente à Cohab-MG das aplicações dos recursos financeiros liberados, destinados à aquisição de materiais, bem como relatório mensal sobre o trabalho social do grupo de mutirantes no canteiro de obras.

Para o melhor desenvolvimento da obra, procurou-se promover cursos profissionalizantes e treinamentos de mão-de-obra aos mutirantes, com a colaboração do Senai e Fiemg, o que originou a Escola de Qualificação do Mutirão. Esta escola teve como objetivo dar acompanhamento intensivo aos mutirantes no canteiro de obras; criar mecanismos para manter elevada a motivação do grupo-alvo, através do Assistente Social; fazer trabalho de capacitação para vivência em condomínios, antes da comercialização das unidades; organizar eventos de natureza cultural, pedagógica e recreativa durante o trabalho com as crianças, e, após o trabalho, com as famílias mutirantes; desenvolver projetos de Educação Sanitária e Ambiental, normas de segurança e primeiros socorros; encaminhar e acompanhar o cadastramento escolar junto às famílias; propiciar visitas mensais dos técnicos da Secretaria Municipal de Saúde para avaliação médica dos mutirantes no canteiro de obras.

A Escola de Qualificação do Mutirão também ensinava a entender os projetos, a ler plantas baixas, a fazer corretamente o traço de concreto e orçamentos. Foram 170



diplomados durante a obra, que acabaram ganhando uma moradia digna e uma profissão (Figura 1.3). Desta experiência, muitos passaram a ter um ofício, sendo interessante destacar as seis mulheres pedreiras, que são, ainda hoje, muito requisitada na construção civil, principalmente para o acabamento.

Procurando incentivar os mutirantes a freqüentar as aulas, elaborou-se o critério de pontos, onde a presença era contabilizada como hora trabalhada, possibilitando a escolha do apartamento em que se queria morar. Hoje, esta escola funciona dentro do Sindicato da Construção Civil e já tem 253 diplomados. Para obter o diploma os alunos devem passar, também, por 8 horas de aulas práticas, feitas em canteiros de obras de projetos sociais tais como escolas, creches e postos de saúde.

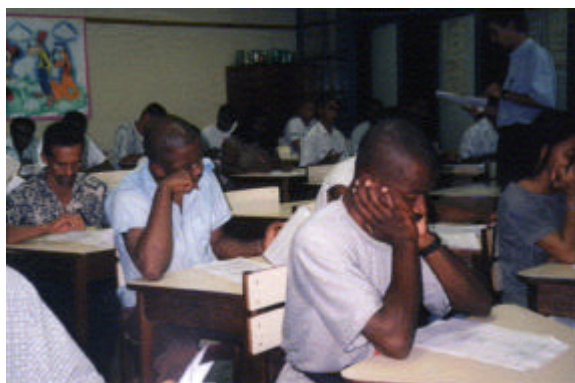


Figura 1.3 – Aulas na escola do mutirão.

Fonte: MENDES, 1998.

Os trabalhos desenvolveram-se aos sábados, domingos e feriados, durante um ano e três meses, das 7:00 às 17:00 horas, totalizando uma carga horária de 8 horas diárias. Das 7:00 às 7:30 era feita uma oração, uma palestra sobre a segurança no canteiro de obras e o café da manhã. Havia ainda o almoço e o café da tarde, todos realizados na cantina da escola municipal próxima ao conjunto habitacional (Figura 1.4). Considera-se preferível fazer obras em sistema de mutirão em locais que tenham escolas próximas para que se possa utilizar a infra-estrutura.

Atrasos cometido pelos mutirantes deveriam ser compensado através de reposição, pelo titular ou substituto indicado por ele, no caso mão-de-obra qualificada. Entretanto, o mutirante que cometesse 02 faltas não justificadas durante a semana teria a semana seguinte para reposição, com a possibilidade de exclusão do grupo. A falta poderia ser abonada, obedecendo-se critério rígido aprovado em reunião do grupo de líderes. Além disso, o atestado médico abonaria apenas a falta e não a hora, a não ser nos acidentes que ocorressem na própria obra. Caso o mutirante titular se acidentasse, ou ficasse doente, a família ou os amigos deveriam cumprir as horas mínimas prevista no regulamento. Se o mutirante não tivesse condições de cumprir as horas determinadas, após ser devidamente comprovado, os demais mutirantes deveriam, em solidariedade, colaborar para o cumprimento da carga horária da família, com a anuência da Comissão de Obras.



Figura 1.4 – Almoço dos mutirantes.

Fonte: MENDES, 1998.

Objetivando a maior conservação das ferramentas, o trabalho era paralisado 15 minutos antes do término do horário, para limpeza e guarda destas, sendo o controle feito pelo almoxarife. Em caso de quebra proposital ou por desleixo de ferramenta por parte do mutirante, ficava este obrigado ao pagamento da mesma. Em caso de roubo comprovado, de qualquer ferramenta ou material de trabalho por parte do mutirante, este era encaminhado ao julgamento da Assembléia Geral.

Foram previstas ainda penalidades para o caso de ocorrerem problemas por indisciplina por parte dos mutirantes. Em caso de brigas, conforme o grau de gravidade, poderia acontecer a suspensão, perdendo as horas trabalhadas ou até mesmo a exclusão do Grupo de Mutirantes. Em hipótese alguma era permitido a entrada ou uso de armas na obra, bem como bebida alcoólica. O mutirante que se apresentasse embriagado ou drogado seria dispensado, perdendo às 8 horas do dia, devendo repô-las e recebendo uma advertência por escrito, assinada por duas testemunhas. Se houvesse reincidência, o mutirante seria excluído.

Estabeleceu-se normas que objetivaram a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho da obra. Para tanto, foi considerado obrigatório tomar a vacina anti-tetânica e o uso de crachá para o titular e o suplente na entrada no canteiro de obras, sendo que os voluntários seriam identificados no livro de presença. As visitas ao canteiro de obras somente poderiam acontecer com a autorização da Comissão de Obras. As conversas paralelas não eram permitidas durante o horário de trabalho para se evitar perdas de rendimento e acidentes e o uso dos equipamentos de segurança: botas, luvas, capacete, cinto de segurança e uniforme era obrigatório, sendo que estes foram adquiridos pela Comissão de Obras.

A exclusão dos mutirantes poderia ocorrer segundo os seguintes critérios: restrições cadastrais, pendências judiciais, atrasos, faltas, indisciplina, desrespeito às normas de segurança, alcoolismo e drogas, bem como a falta da capacitação profissional comprovada no canteiro de obras. O mutirante excluído seria substituído pelo suplente ou voluntário, que ficaria obrigado a repor no canteiro de obras as horas trabalhadas pelo excluído, com mão-de-obra ou materiais a ser definidos pela Comissão de Obras. Além disso, o mutirante titular, os suplentes e os voluntários excluídos não teriam direito a indenização pelo trabalho desenvolvido, sendo considerado doação ao mutirão.

#### **1.1.4. A opção pela estrutura metálica**

Mendes (2004) considera que o Programa superou as suas expectativas, principalmente na qualidade dos materiais e na agilidade do processo, isto apoiado no uso da estrutura metálica (informação verbal). Já para Arcuri, a combinação de estruturas metálicas com o mutirão pode vir a ser o caminho para resolver a carência de projetos governamentais de construção de imóveis para a população de baixa renda. Pelos seus cálculos, com esse sistema seria possível construir até mil unidades residenciais por mês em Minas Gerais (BRAGA et al., 1988b).

#### **1.1.5. A construção e o sistema de mutirão**

No caso do sistema de mutirão, a mão-de-obra é considerada doada, o que diminui os custos da obra. Acredita-se que esta economia seja aproximadamente 40% em relação às construções em que a mão-de-obra é contratada. Além disso, neste caso, onde não se justifica desperdícios, os mutirantes são direcionados a aproveitarem tudo o possível (SILVEIRA, 1995). Assim, as mulheres varriam o chão e depois peneiravam os resíduos, reutilizando a areia e os pedaços de tijolos que eram misturados ao cimento, obtendo-se uma massa pobre para o contra-piso. Segundo as entrevistas com os moradores, foram poucos os caminhões de entulho da obra. Com este procedimento, atrelado a opção estrutural, houve apenas 5% de perdas, o que normalmente gira na ordem de 30% a 35%.

Objetivando agilizar a obra, o Prefeito de Nova Lima, na época, disponibilizou alguns presos que cumpriam penas por delitos pequenos para trabalharem de segunda a sexta-feira, acompanhados por pessoal competente. Assim, a cada semana trabalhada, estes abonavam três dias em sua pena.

A alimentação dos mutirantes, durante a jornada de trabalho no canteiro de obras, ficou sob a responsabilidade da Prefeitura Municipal, sendo que a mão-de-obra era dos próprios mutirantes, principalmente os grupos em idade avançada e as gestantes (Figura 1.5). O valor da refeição foi definido em Assembléia Geral, bem como um fundo

financeiro com a contribuição dos mutirantes para aquisição de equipamentos e utensílios de cozinha. Além disso, foi contratada uma nutricionista para fazer um cardápio balanceado.

Em reconhecimento a força, ao empenho e a organização da mulher, o contrato de compra e venda dos imóveis foram colocados, preferencialmente, em seus nomes, desde que a mesma atendesse as exigências do contrato de financiamento da unidade habitacional. Os organizadores do projeto justificam esta premissa por acreditarem que a mulher é o esteio familiar. Em casos em que o homem participou com empenho, o imóvel ficou em nome dos dois. Também para elas eram reservados colchões para que pudessem descansar no intervalo do almoço.



Figura 1.5 – Mutirantes cozinheiras.

Fonte: MENDES, 1998.

Buscou-se também, durante o projeto, atender as solicitações dos moradores com relação ao projeto arquitetônico. Assim, por exemplo, colocou-se o lavatório dentro do banheiro, pois a solução deste do lado de fora não satisfazia aos futuros usuários. No início, a idéia era entregar o apartamento com acabamento, mas, por solicitação dos moradores que queriam ter a possibilidade de individualizá-los, preferiu-se entregá-los sem o acabamento interno das unidades. Além disso, a prestação ficou mais baixa, possibilitando a um maior número de pessoas ter o seu imóvel. Alguns moradores se juntaram e fizeram o acabamento no mesmo momento, comprando caminhões de areia, cimento e outros, conseguindo um melhor preço. Entretanto, as fachadas, bem como as áreas internas de uso comum foram entregues pintadas e com piso.

O contraventamento foi considerado um aspecto negativo durante a construção dos edifícios. Segundo relatos dos moradores, este dificultava o acabamento, exigindo mais tempo de serviço. A COHAB junto a USIMINAS, após estudos, retirou-o, o que eliminou também as infiltrações que eram constantes.

Em Vespasiano, utilizou-se também o telhado da cobertura em metal, o que Mendes (2004) considera como uma grande vantagem no quesito acabamento, rapidez e durabilidade (Figura 1.6) (informação verbal).



Figura 1.6 – Vespasiano – Estrutura metálica na cobertura.  
Fonte: MENDES, 1998.

#### **1.1.6. As mulheres, os idosos, os doentes e as crianças no processo de mutirão**

Segundo Mendes (2004), quem garantiu o sucesso do programa foi a mulher. Isto se deve ao fato delas, talvez pela própria cobrança social e familiar, criarem tal vínculo ao imóvel e ao processo de mutirão que não bebem (o que não gera transtorno no desempenho do trabalho), não transferem, não vendem, não são ciumentas (não criando confusões no local de trabalho), são muito responsáveis (chegam no horário e não param para descansar a todo instante), além de sofrerem uma cobrança maior dos filhos (informação verbal). As mulheres trabalhavam carregando o material para os homens, passando os blocos e as telhas uma para a outra, até chegar nos apartamentos, em trabalho denominado por elas como “formiguinhas” (Figura 1.7). Os homens

empilhavam os blocos, colocavam a argamassa, instalavam as portas e as janelas, etc, ou seja, o trabalho pesado competia a eles.

As pessoas envolvidas eram acompanhadas por assistentes sociais da Cohab-MG e da Pontifícia Universidade Católica – MG observando e orientando cada mutirante em um trabalho que somente existe se houver a união de todos. Aos assistentes sociais também era designada a tarefa de observar se algum dos participantes tinha problemas de saúde que o impedisse de executar um trabalho como o da construção civil. Estas pessoas, para que pudessem continuar tendo acesso a moradia, foram conduzidas a serviços de alimentação, a recolher lixos, a varrer algumas áreas, dentre outros serviços mais leves. Enquadravam-se nesta situação também as senhoras com mais idade e as gestantes (SILVEIRA, 1995). Durante todo o empreendimento houve uma ambulância no local para dar assistência aos mutirantes, caso houvesse algum acidente.



Figura1.7 – Mulheres trabalhando.

Fonte: MENDES, 1998.

Foi pedido ao juiz que deixasse as crianças participarem do sistema de mutirão, colaborando em serviços leves. Esta solicitação deve-se ao fato de muitas famílias não terem com quem deixar os seus filhos enquanto trabalhavam no mutirão, o que poderia acarretar perigo às crianças que ficassem sozinhas em casa, além do risco de envolvimento de adolescentes com drogas por estarem longe da tutela dos pais.

## **1.2. O sistema USITETO na cidade de Nova Lima – MG**

O Conjunto habitacional Oswaldo Barbosa Pena II, na cidade de Nova Lima, levou um ano e três meses para ser entregue a população. Foi inaugurado no dia 3 de outubro de 1999 às 10 horas, contemplando 128 famílias que passaram a possuir casa própria e tendo o *slogan* elaborado pelos próprios moradores: “com trabalho... com união... pelas próprias mãos...”.

Hoje, em todo o conjunto, somente quatro unidades estão vazias e a venda. O índice de exclusões de mutirantes foi de aproximadamente 5%, visto que estes deixaram de cumprir algumas regras impostas pelo regulamento. A ambulância não foi utilizada em nenhum momento do mutirão, o que comprova a não ocorrência de acidentes no canteiro de obras.

Para muitos moradores, o sistema de mutirão é uma excelente opção, visto que as pessoas se entregam ao projeto, desenvolvendo uma ligação com o imóvel que os estimula a cuidar mais da unidade. Além disso, deve-se salientar a formação de uma comunidade, onde todos se ajudam. Há relatos de mutirantes que não acreditaram que fossem conseguir chegar até o fim, pois chegavam em casa e choravam de cansaço. Entretanto, quando receberam a chave do apartamento, choraram de felicidade. A maioria dos moradores concorda que morar em casa própria proporciona um prazer indescritível, considerando que o governo não deveria dar imóveis, mas sim criar mecanismos de propiciar a outras pessoas o acesso a moradia.



## ANEXO II

Neste anexo, apresenta-se o Manual Descritivo e de Fiscalização do Sistema USITETO, elaborado pela Usiminas, contendo especificações que têm por finalidade estabelecer diretrizes e fixar as características técnicas a serem observadas na execução das obras e serviços para construção de prédios com perfis metálicos conformados a frio, em aço USISAC 300, ou similar, com a mesma resistência mecânica e resistência à corrosão atmosférica (USIMINAS, 1999, 2003).

### **2.1. Normas Específicas Aplicáveis**

Todos os materiais, a sua aplicação e a sua instalação devem obedecer às prescrições das normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Na Tabela 2.1 são apresentadas estas normas.

Tabela 2.1 – Normas Técnicas da ABNT

<b>Norma</b>	<b>Especificação</b>
<b>NBR 14762: 2001</b>	Dimensionamento de estruturas de aço constituída por perfis formados a frio – Procedimento
<b>NBR 6120: 1999</b>	Cargas para cálculo de estrutura de edificações
<b>NBR 6123: 1988</b>	Forças devidas ao vento em edificações
<b>NBR 6355: 2003</b>	Perfis estruturais, de aço, formados a frio – Padronização
<b>NBR 14323: 1999</b>	Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio – Procedimento
<b>NBR 7171: 1992</b>	Blocos cerâmicos para alvenaria
<b>NBR 7173: 1982</b>	Bloco vazado de concreto simples para alvenaria
<b>NBR 14432: 2001</b>	Exigências de Resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações
<b>IT 08: 2002</b>	Instrução técnica do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo
<b>AWS D 1.1: 1984</b>	Structural welding wode – Steel (Norma para solda estrutural em estruturas de aço)
<b>AISI</b>	Cold formed steel design manual (Manual de projeto com perfis conformados a frio)

## **2.2. Qualidade dos serviços, materiais e equipamentos**

Os serviços e os materiais devem obedecer rigorosamente às boas técnicas adotadas usualmente na engenharia, em estrita consonância com os critérios de aceitação e rejeição prescritos nas normas técnicas em vigor. A aplicação dos materiais deve ser supervisionada pela equipe técnica e, em caso de dúvidas, podem ser exigidas outras comprovações necessárias para validar a alteração proposta pelo responsável pela execução da obra.

## **2.3. O Partido Arquitetônico**

Os principais parâmetros para a concepção de projetos habitacionais com orçamento reduzido dizem respeito ao melhor aproveitamento da matéria-prima (bobinas e chapas de aço) e utilização de vãos e modulações de projeto racionais, em geral até 4,0 m, com plantas ortogonais e alinhamento das paredes pelos perfis estruturais, garantindo o melhor desempenho econômico da construção. As vantagens das construções metálicas projetadas sob estes parâmetros são ampliadas com a pré-fabricação ou industrialização dos processos complementares (como sistemas de lajes e fechamentos), observando sempre o planejamento da obra e a definição da logística de implantação do empreendimento. As restrições quanto à espessura das paredes internas ou externas são estabelecidas nas normas NBR 7171: 1992 e NBR 7173: 1982, sendo que, não há restrições quanto à posição de aberturas, disposição de caixas d'água e tipo de telhado e beirais.

## **2.4. Especificações técnicas**

As especificações técnicas são referentes aos serviços preliminares, a fundação e as cintas e aos baldrames.

#### **2.4.1. Serviços preliminares**

Os serviços preliminares compreendem a instalação de canteiros e o processo de locação da obra. Para a instalação de canteiros segue-se o PCMAT NR 18 (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Construção Civil), observando as condições necessárias para garantir a qualidade da matéria-prima e outros insumos, desde a sua aprovação pela inspeção de recebimento até as operações de manuseio, preservação, uso e logística de desenvolvimento da obra propriamente dita. Quanto a locação da obra utiliza-se de processos convencionais.

#### **2.4.2. Fundação**

Os Prédios estruturados em aço, com utilização de perfis em chapa dobrada com até cinco pavimentos apresentam uma sensível redução no carregamento a ser transmitido às fundações, comparativamente a uma estrutura em concreto armado convencional, que contemple as mesmas peculiaridades de projeto arquitetônico. As fundações são construídas contendo embutidas as tubulações de água servidas e outros pontos de conexão.

A seleção da opção de fundação depende das condições técnicas dos terrenos, devendo contemplar os aspectos de segurança, estabilidade e durabilidade da fundação e o alinhamento e o nivelamento necessários para a montagem das estruturas metálicas.

Os chumbadores podem ser pré ou pós-fixados na fundação. Os pré-fixados são locados na fundação antes do lançamento e cura do concreto das vigas-baldrame. Os pós-fixados podem ser chumbadores de expansão ou barras rosqueadas coladas com cola química. Nos dois casos de chumbadores pós-fixados a perfuração é feita com a fundação já concretada, para que haja maior precisão e controle na locação dos chumbadores.

### **2.4.3. Cintas e baldrames**

Normalmente é usado o cintamento convencional em concreto armado e fôrmas de madeira para amarração dos tubulões e sustentação das paredes do primeiro pavimento (Figura 2.1).



Figura 2.1 – Fundação superficial com chumbadores.  
Fonte: USIMINAS, 2003.

## **2.5. A estrutura metálica**

A estrutura de sustentação dos prédios é constituída por vigas e pilares (colunas) de aço USISAC 300. Os pilares são formados por perfis duplo cartola unidos por cordões intermitentes de solda, executada em processo automatizado ou não. As dimensões e o formato do pilar permitem o encaixe da alvenaria em todos os sentidos, facilitando a solução da interface alvenaria/estrutura. As vigas têm conectores metálicos de cisalhamento soldados sobre sua mesa superior respondendo pela interação com o concreto da laje.

### **2.5.1. Soldas**

Dois processos são aceitáveis na execução das soldas entre os elementos que constituem os perfis ou entre perfis (colunas e vigas). Na solda elétrica recomenda-se utilização de eletrodo E7018G (com adição de cobre) e no processo MIG deve-se usar arame ER80s-G. O processo de solda MIG oferece melhor rendimento, mas requer cuidados especiais

para soldas no canteiro, principalmente em situações de vento forte. Nestes casos deve-se executar solda em local protegido contra o vento por cabine apropriada (Figura 2.2).



Figura 2.2 - Execução de solda protegida contra o vento.  
Fonte: USIMINAS, 2003.

Como os perfis são constituídos de chapas/ bobinas de pouca espessura (2,00 a 4,75 mm) recomenda-se cuidado ao executar as soldas para que não ocorra perfuração dos perfis. Em caso de dúvidas quanto a qualidade da ligação soldada executada deve-se executar o teste de líquido penetrante na faixa de solda para comprovar sua eficácia.

### **2.5.2. Sistemas de estabilização**

A estabilização do conjunto é obtida pela formação de pórticos rígidos combinados com outros semi-rígidos, dependendo do projeto arquitetônico ou da preferência estética do cliente ou arquiteto autor do projeto (Figura 2.3).

Uma opção é a utilização do sistema de vigas mistas, onde é feita a fixação de conectores às vigas e, após a concretagem da laje estes conectores ficam inseridos no concreto que passa a trabalhar solidariamente com a viga metálica, aumentando sua resistência e, conseqüentemente, permitindo redução de peso no dimensionamento da viga.



Figura 2.3 – Sistema de estabilização.  
Fonte: USIMINAS, 2003.

### 2.5.3. Padronização dos elementos

Todas as colunas e as vigas têm o mesmo perfil, podendo ser conformados com a mesma regulagem da máquina, variando apenas o comprimento. Os perfis foram desenvolvidos de forma a permitirem o máximo aproveitamento da largura das bobinas de chapas, reduzindo-se significativamente as perdas de material.

### 2.5.4. Lajes

Completando o conjunto estrutural, são utilizadas lajes maciças fundidas *in loco* que, além de permitirem o funcionamento das vigas mistas, trabalham como diafragmas na estabilização do prédio (USIMINAS, 2003).

São utilizadas fôrmas de compensado resinado, previamente cortadas e numeradas, e telas soldadas, de maneira a agilizar a montagem (Figura 2.4). O concreto usado nas lajes deve ter valores mínimos de resistência à compressão de 20 MPa e peso específico de 22 kN/m<sup>3</sup>.



Figura 2.4 – Lajes escoradas prontas para a concretagem.  
Fonte: USIMINAS, 2003.

### **2.5.5. Transporte**

O transporte das estruturas metálicas, bem como de todos os equipamentos, ferramentas e materiais necessários à montagem, é feito por meio de caminhões e carretas convencionais, sendo que a carga de uma carreta e um caminhão comporta as estruturas de um prédio completo, inclusive as escadas.

### **2.5.6. Montagem**

#### **2.5.6.1. Pilares**

As colunas são montadas sobre as bases de concreto e aparafusadas em chumbadores de aço, previamente alinhados e nivelados, de acordo com o projeto de locação (Figura 2.5). O nivelamento pode ocorrer independente do nível da fundação superficial, através de roscas sobre as quais serão apoiados os pilares de aço. Após sua fixação o nível da fundação é corrigido com concreto fluido de alta resistência expansivo (*grout*).

O içamento das peças é executado com auxílio de guindaste. Após a montagem as colunas são aprumadas e niveladas com o auxílio de calços metálicos.



Figura 2.5 – Montagem das colunas utilizando guindaste.  
Fonte: USIMINAS, 2003.

#### 2.5.6.2. Vigas

As vigas são içadas manualmente ou por guindastes e fixadas por ligações soldadas ou aparafusadas aos pilares. O nivelamento das vigas será garantido pelo nivelamento das bases das colunas (Figura 2.6). Para montagem das vigas são utilizados andaimes montados em torres ou fixados na estrutura já pontuada (as vigas são inicialmente fixadas por pontos de solda nas colunas, ligações provisórias).

Após a montagem é executada a solda de campo, de acordo com o especificado no projeto estrutural de fabricação e montagem.

O método de inspeção para as vigas e os pilares é a medição por amostragem com a trena e a verificação de espessura por amostragem com o paquímetro, seguindo as orientações específicas dadas na norma NBR 6355:2003.





Figura 2.6 – Montagem das vigas.

Fonte: USIMINAS, 2003.

#### 2.5.6.3. Escadas

As escadas são erguidas após a montagem da estrutura e soldadas ou aparafusadas aos pilares e vigas.

#### 2.5.6.4. Revisão

Após a montagem, deve-se executar a verificação geral dos prumos, alinhamentos da estrutura e a verificação das soldas. Os elementos e escoramentos provisórios referentes à montagem da estrutura metálica devem ser totalmente retirados. Na ocorrência de desvios dimensionais a melhor solução deve ser estudada caso a caso, podendo o problema ser resolvido por substituição da peça ou por sua adaptação, executada no local com auxílio de equipamento adequado. Na Tabela 2.2 apresenta-se o cronograma de montagem que deve ser utilizado.

Tabela 2.2 – Cronograma de montagem da estrutura

Etapas	Dias																
	02	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	33
Fundações																	
Cintas e baldrames																	
Aquisição de material																	
Beneficiamento																	
Fabricação																	
Transporte																	
Montagem da estrutura																	
Lajes																	

Fonte: USIMINAS, 2000.

## **2.6. Fechamentos**

Não há restrições quanto ao tipo de fechamento a ser utilizado nas paredes internas ou externas dos prédios. Assim, pode-se optar por blocos cerâmicos, concreto, concreto celular auto-clavado ou sílico-calcário e por painéis pré-moldados ou gesso acartonado. A escolha deve ser feita a partir das características técnicas e dos benefícios para o sistema como um todo, visto que cada opção apresenta variados graus de industrialização (produtividade), diferentes custos de produção e grandes diferenças quanto ao desempenho funcional.

Deve ser avaliado ainda as características da produção, o desempenho funcional, as limitações e as deficiências de cada material, a capacidade de integração ao processo produtivo da obra, as possíveis patologias e os mecanismos para evitá-las, e o domínio da tecnologia da produção. É importante salientar que a escolha do fechamento deve ser feita na fase de planejamento da obra, para que o cálculo da estrutura seja feito baseado na informação correta sobre o carregamento decorrente dos elementos de fechamento.

Qualquer sistema de laje pode ser utilizado com as estruturas de perfis conformados a frio, tanto as lajes de concreto maciças fundidas no local, quanto os mais diversos sistemas de lajes industrializadas com capeamento feito *in loco*, desde que garantida a interação laje/viga e a configuração do plano da laje como diafragma (estabilização horizontal da estrutura).

### 2.6.1. Estudo das alvenarias

As alvenarias devem ter suas dimensões limitadas, tanto no comprimento quanto na altura, a fim de garantir a sua estabilidade (Tabela 2.3). As paredes transversais, os enrijecedores, os pilares, as lajes, as vigas e as cintas de amarração são considerados elementos de travamento.

Tabela 2.3 – Dimensões da alvenaria

Largura dos blocos (cm)	Paredes Internas		Paredes Externas	
	A <sub>máx</sub> (m)	C <sub>máx</sub> (m)	A <sub>máx</sub> (m)	C <sub>máx</sub> (m)
9,00	3,20	6,50	2,70	5,00
14,00	4,20	8,50	3,70	7,00

Fonte: USIMINAS, 2003.

A ligação entre a alvenaria e os pilares metálicos depende das características dos perfis estruturais e dos vãos e da opção entre o sistema conectado ou o sistema desconectado.

No sistema conectado, a ligação é obtida através da aderência da argamassa ao pilar metálico e das telas de amarração, feita através da própria argamassa de assentamento e de um preparo da superfície através de limpeza, remoção de incrustações e aplicação de argamassa colante aditiva. Em função das dimensões dos vãos e da posição da alvenaria pode ser que se faça necessária a amarração através de ferros cabelo ou tela metálica.

No sistema desconectado entre o perfil metálico e a alvenaria é garantido um espaçamento que pode ser deixado vazio ou preenchido com material deformável (EPS). Para garantia da estabilidade das alvenarias são utilizadas cantoneiras soldadas à estrutura metálica, sendo que, dependendo das dimensões das alvenarias e dos perfis, as abas do perfil podem fazer a função das cantoneiras.

O “encunhamento” pode ser obtido através de cantoneiras metálicas ou poliuretano expandido no caso das interfaces entre vigas e alvenarias.

## **2.7. Cobertura**

O sistema estrutural permite a utilização de qualquer tipo de cobertura, devendo ser avaliado as condições gerais da habitação tais como localização, gradientes térmicos, habitabilidade, uso de materiais regionais, cultura local, etc. É fundamental que no planejamento da construção todos os detalhes de fixação da cobertura à estrutura sejam determinados e analisados criticamente nos seus aspectos de especificação, preparação, montagem e desempenho.

## **2.8. Pintura**

O aço resistente a corrosão atmosférica especificado para o empreendimento em questão, também denominado patinável ou aclimável, oferece a opção de ser utilizado frente ao intemperismo, sem qualquer tipo de revestimento ou na condição revestido.

### **2.8.1. Preparação das superfícies**

Todas as superfícies de aço a serem pintadas devem ser totalmente limpas, com remoção de toda ferrugem, carepa, sujeira, pó, graxa e qualquer outra substância prejudicial que possa interferir com o processo de adesão da tinta.

As frestas das faces dos perfis “U” que ficam para o lado externo do prédio, totalmente expostas, devem ter vedação verificada após a limpeza para remoção de impurezas tais como resíduos de concreto, argamassa, poeira e outros, e antes de receber a pintura final na obra, serem calafetadas com massa plástica ou material similar, para garantir a estanqueidade, evitando quaisquer infiltrações.

### 2.8.2. Materiais

As estruturas recebem uma demão de primer à base de óxido de ferro com fosfato de zinco com 30 µm de espessura de película seca, aplicados na fábrica e retocados após a montagem. Após a montagem, recebem como acabamento uma demão de esmalte sintético à base de resina alquídica com 30 µm de espessura de película seca.

O método de inspeção deve ser feito após secagem da tinta, procedendo a medição da película com medidores por indução magnética tipo "arma e desarma" ou medidores digitais. Deve-se escolher uma região isenta de defeitos e medir 12 pontos (40x40 mm) para cada 250 m<sup>2</sup> de estrutura. Em seguida, elimina-se a maior e a menor medida e faz-se uma média aritmética das demais. A medida encontrada não deve ser inferior à especificada em projeto.

As tintas devem ser aplicadas por meio de pistola, trinch, brocha, pincel ou rolo, de tal forma a obter uma película regular e de espessura e tonalidades uniformes, consistente sobre toda a superfície, livre de poros, escorrimentos, gotas ou marcas excessivas de pincel. As tintas devem ser aplicadas com demão extra em todas as junções, cantos, depressões e ao redor de rebites, parafusos e outros, de tal forma a isolar completamente.

#### 2.8.2.1. Aplicação a pistola

Os ingredientes da tinta devem ser mantidos adequadamente misturados, tanto nos tanques como nos recipientes durante a aplicação da pintura, por agitação mecânica contínua ou intermitente. Os equipamentos de pintura devem ser limpos após o uso, de maneira que poeira, tinta seca e outros materiais estranhos não venham a impregnar posteriormente. Quaisquer solventes deixados nos equipamentos devem ser completamente removidos antes da pintura.

#### 2.8.2.2. Aplicações a rolo

A pintura a rolo deve ser aplicada somente em superfícies planas, de grande extensão. A segunda demão de tinta, quando necessária, deve ser aplicada em sentido perpendicular

à primeira. A pintura deverá ser iniciada na parte superior da superfície, procurando cobrir o maior comprimento possível, unindo as faixas paralelas ligeiramente entre si, para se evitar a falta de continuidade.

#### 2.8.2.3. Aplicação a Trincha ou Pincel

As marcas de pincel devem ser evitadas. As soldas, porcas e parafusos devem ser pintados a pincel, mesmo que a área adjacente seja pintada por outro processo.

### 2.9. Resistência ao fogo

De acordo com as considerações previstas na norma NBR 14.432: 2001, edificações cuja área total seja menor ou igual a 750 m<sup>2</sup> estão isentas dos requisitos de resistência ao fogo por se enquadrarem nas Normas Brasileiras específicas como a norma NBR 14323: 1999 e na Instrução Técnica pertinente do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo IT 08: 2002. Desta forma, a estrutura metálica deste projeto não necessita de qualquer proteção contra fogo.

### 2.10. Instalações Elétricas e Hidráulicas

Os projetos de instalações elétricas e hidráulicas seguem rigorosamente os critérios estabelecidos pelas normas técnicas vigentes e devem ser coordenados para evitar o máximo possível de interferência das instalações com a estrutura. Furos nas vigas para passagem de condutores elétricos são de execução possível, porém devem ser evitados para maior agilidade do processo.

### ANEXO III

Neste anexo, apresenta-se o questionário utilizado na entrevista junto aos moradores do Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Pena II.

Nº: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Início da entrevista: \_\_\_\_\_ Final da entrevista: \_\_\_\_\_  
Entrevistado (a): \_\_\_\_\_  
Endereço: \_\_\_\_\_

#### 1 – Dados Cadastrais

? 1.1 - Relação com a unidade

( 1 ) – Proprietário (titular)

( 2 ) – Locatário (titular)

? 1.2 – Quantidade de pessoas residentes na unidade: \_\_\_\_\_

? 1.3 – Idade do entrevistado

( 1 ) – até 20 anos

( 2 ) – entre 21 a 60 anos

( 3 ) – acima de 60 anos

? 1.2 - Nível de escolaridade

( 1 ) – primeiro grau incompleto

( 4 ) – segundo grau completo

( 2 ) – primeiro grau completo

( 5 ) – superior incompleto:

( 3 ) – segundo grau incompleto

( 6 ) – superior completo:

? 1.4 - Tempo residente na unidade

( 1 ) – até um ano

( 2 ) – entre 1 a 4 anos

( 3 ) – acima de 4 anos

? 1.5 – Motivos de escolha da unidade (no caso de proprietário ou locatário titulares)

**Assinale os três mais importantes motivos de sua escolha por esta moradia:**

1– a qualidade do edifício

2 – a rapidez da execução (entrega)

3 – a aparência do edifício

4 – o sistema construtivo adotado

5 – a localização do edifício

6 – o custo financeiro menor

7– o tamanho da unidade

## 2 - Conhecimento do sistema construtivo adotado

? 2.1 - Ao conhecer e morar nesta unidade e o edifício como um todo, você observou que alguns dos componentes construtivos, (pilares, vigas, lajes e fechamentos internos e externos), são diferentes?

( 1 ) – não      ( 2 ) – sim

- O que você observou de diferente? \_\_\_\_\_

Nas quatro próximas questões, se sua resposta for: - **sim**, responda a pergunta: - **“Porque você sabe?”** - usando o número das opções da **legenda** abaixo que mais aproxima do motivo de sua percepção:

### **LEGENDA:**

1. A construtora informou verbalmente.
2. A construtora forneceu o manual de uso e manutenção da edificação, com todas as informações técnico-construtivas da edificação.
3. A imobiliária, que administra a unidade, ou o proprietário informaram verbalmente.
4. A imobiliária, ou o proprietário do imóvel forneceram o manual de uso e manutenção da edificação.
5. O síndico do prédio informou verbalmente.
6. Eu percebi, por mim mesmo, que era diferente.
7. Eu só percebi, quando fizeram reformas na unidade.
8. Eu só percebi, quando deu problema e tiveram de consertar.
9. Um vizinho é que me chamou a atenção para isto.
10. Não lembro, mas, definitivamente, não foi por nenhum motivo destes acima.

? 2.2 – Você sabe qual o tipo de sistema estrutural (pilares e vigas que sustentam o prédio) que foi usado neste edifício?

( 1 ) – não      ( 2 ) – sim      Qual é ? \_\_\_\_\_      Porque você sabe? \_\_\_\_\_

? 2.3 – Você sabe qual o tipo de laje de piso que foi usado neste prédio?

( 1 ) – não      ( 2 ) – sim      Qual é ? \_\_\_\_\_      Porque você sabe? \_\_\_\_\_

? 2.4 – Você sabe qual o tipo de fechamento externo (paredes externas, que dão para as fachadas) foi usado neste prédio?

( 1 ) – não      ( 2 ) – sim      Qual é ? \_\_\_\_\_      Porque você sabe? \_\_\_\_\_

? 2.5 – Você sabe qual o tipo de fechamento interno ( paredes internas) foi usado neste prédio?

( 1 ) – não      ( 2 ) – sim      Qual é ? \_\_\_\_\_      Porque você sabe? \_\_\_\_\_



### 3 – Nível de satisfação do usuário

? 3.1 - Marque com um “x” o número correspondente a “tabela de grau de satisfação” abaixo, para cada item apresentado logo a seguir:

( 1 ) - **freqüente**

( 2 ) - **inexistente**

( 3 ) - **não percebi.**

3.1.1 – A qualidade da construção do edifício.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.2 – A qualidade dos materiais construtivos usados no edifício.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.3 – A qualidade dos materiais de acabamento externo.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.4 – A aparência externa do edifício.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.5 – A junção existente entre as janelas e as paredes externas.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.6 – A transmissão de calor pelas paredes externas.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.7 – O nível de ventilação natural dos ambientes da unidade.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.8 – O nível de iluminação natural dos ambientes da unidade.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.9 – A união entre as paredes externas e a estrutura do edifício.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.10 – A união entre as paredes internas e a estrutura do edifício.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.11 – A junção entre as portas e as paredes internas.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.12 – A vedação dos revestimentos das áreas molháveis em relação a vazamento de água.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.13 – A vedação das lajes de piso ou de cobertura em relação a vazamento de água.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.14 – A facilidade de obtenção de mão de obra capacitada e/ou de peças e equipamentos para modificar ou fazer reparos na unidade.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.15 – A facilidade em usar e manter a unidade.	.( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.16 – O nível de informação sobre a construção para usar e manter a unidade.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.17 – O nível de desgaste da unidade em relação ao tempo de ocupação e uso.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.18 – O nível de desgaste do edifício em relação ao tempo de ocupação e uso.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.19 – A tecnologia construtiva do edifício (estrutura metálica) comparada a construções tradicionais (concreto armado, alvenaria estrutural).	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.20 – A freqüência de problemas relacionados ao sistema construtivo.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.21 – O isolamento das caixilharias de janelas portas (infiltrações de água, correntes de ar...).	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.22 – A privacidade em relação aos vizinhos (vista).	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.23 – A privacidade em relação aos vizinhos (ruídos).	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.24 – A segurança quando vai entrar em sua unidade.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.25 – A segurança oferecida pela porta de entrada da sua unidade.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.26 – A forma como sua unidade está dividida.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
3.1.27 – A facilidade em se distribuir os móveis na unidade.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )

#### 4 – Visão crítica do sistema construtivo adotado

? 4.1 - Marque com um “x”, o número correspondente à ocorrência de patologias neste edifício.

( 1 ) - **satisfeito**                      ( 2 ) - **para mim é indiferente**                      ( 3 ) - **insatisfeito.**

4.1.1 - Desnívelamento da laje de piso.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.1.2 - Vazamento entre ambientes da unidade.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.1.3 - Ocorrência de trincas.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.1.4 – Infiltrações.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.1.5 - Descolamento do revestimento externo.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.1.6 - Descolamento do revestimento das áreas internas molháveis.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.1.7 - Vazamentos nas lajes entre andares.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.1.8 – Corrosão de pilares e vigas, onde eles estão aparentes.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.1.9 - Transmissão de calor pelas paredes externas.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.1.10 – Manchas de umidade em paredes.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )

? 4.2 -Marque com um “x” o número, que na sua opinião, melhor corresponde ao que você pensa.

( 1 ) - **concordo**                      ( 2 ) - **não concordo, nem discordo**                      ( 3 ) - **discordo.**

4.2.1 - “... o construtor não está preocupado em fazer uma obra que vai durar vinte anos, ele quer é redução de custo”.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.2.2 - “Se o produto é industrializado, o resultado deveria ser melhor”.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.2.3 - “Eu não acho uma falha da construtora não ter passado para gente, estes detalhes de como usar. A gente vai, automaticamente, pedindo estas informações”.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.2.4 - “Quem deveria certificar um produto é o usuário, e não a construtora”.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.2.5 - “Este sistema de industrialização da construção, se bem feito e planejado, é rápido, economiza na mão de obra, e vai tirar um bocado de desperdício que se tem na obra tradicional”.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.2.6 - “Este sistema não dá a idéia de uma coisa durável, portanto não compraria”.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.2.7 - “Se esta tecnologia é muito usada nos países mais avançados, deve ser um avanço tecnológico”.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.2.8 - “Num primeiro momento, quando comprei o apartamento, sabendo que era estrutura metálica, eu não prestei muita atenção..., mas, depois me dá sensação de grande fragilidade”.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )

4.2.9 - “... o uso e a conservação deste tipo de construção são diferentes e mais trabalhosos”. - “Se a construção é uma coisa que precisa de manutenção, esta informação deveria ser destacada”.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.2.10 - “..., agora, com a estrutura metálica, como fica esta questão de corrosão”?	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.2.11 - “Como seria no caso de um incêndio?... o colapso seria mais rápido...”.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )
4.2.12 - “Se esta pesquisa fornecesse informação para certificar o prédio para o consumidor, ela seria uma forma de agregar valor ao prédio, seria informação que daria segurança”.	( 1 ) ( 2 ) ( 3 )

## 5 – Percepção do Uso do Espaço

? 5.1 – Qual o significado da palavra casa para você?

---

---

? 5.2 – Quais as atividades principais da rotina da família? (durante a semana e final de semana).

---

---

---

? 5.3 – Você acha que esta unidade atende bem às necessidades de sua família?

---

---

? 5.7 – O que pensa a respeito do número e tamanho dos cômodos?

---

---

---

? 5.4 – Caso você fosse construir uma residência hoje como ela seria?

---

---

---

? 5.5 – Você acha que esta unidade garante a privacidade dos outros moradores?

---

---

? 5.6 – Qual a frequência de manutenção da sua casa? (pintura, reposição de peças...)

---

---

---

? 5.7 – Como você (ou a família) conseguiram ter acesso a esta moradia?

---

---

? 5.7 – Interessa-se em trocar a sua casa por outra? Porque?

---

---

? 5.8 – Você participa de algum movimento para melhoria do bairro? (ex: associação de moradores).

---

---

## **ANEXO IV**

Neste anexo, apresentam-se as questões utilizadas na entrevista junto aos projetistas da COHAB– MG.

### **1. Ficha técnica da obra**

- Nome do edifício:
- Projeto arquitetônico:
- Construtora:
- Endereço da obra:

### **2. Caracterização do processo construtivo**

#### **2.1. Mão de obra**

- Qual a forma de contratação da mão-de-obra?
- Qual o tipo de treinamento de pessoal?

#### **2.2. Introdução de novas tecnologias**

- Qual o veículo de contato mais comum com as novas tecnologias na área da construção? Através de que meios se toma conhecimento das inovações que chegam ao mercado da indústria da construção?

#### **2.3. Justificativa para introdução de novas tecnologias**

- Qual é a motivação para a busca de novas tecnologias no canteiro de obras? Qual o porque da introdução de sistemas inovadores no processo da construção?
- O projeto foi desenvolvido pensando-se na estrutura metálica? Se não, como surgiu a idéia de concebê-lo em estrutura metálica? Porque? Houve alterações para que o projeto se adequasse a estrutura?

#### **2.4. Metodologia para a introdução de novas tecnologias**

- Há ou houve um processo de adaptação e preparo, dentro da Cohab, para a introdução dos novos sistemas na construção?

## **2.5. Dificuldades**

- Quais as maiores dificuldades enfrentadas durante o processo de execução da obra?

## **2.6. Resultados alcançados**

- Houve ganhos com a introdução da nova tecnologia na obra?
- A obra acabada, do ponto de vista da Cohab, atingiu o mesmo nível de desempenho de uma obra convencional?
- Qual a aceitação por parte dos futuros usuários?
- Pretende-se repetir o processo utilizado em outros projetos?

## **3. Caracterização do processo de projeto**

### **3.1. Características do projetista**

- Profissão:
- Há quanto tempo trabalha na área de projeto?
- Qual o seu interesse por novos processos e componentes construtivos? Onde você procura por esse tipo de informação?

### **3.2. Características do projeto**

- Em que momento do processo de projeto foram definidas a estrutura e os sistemas de fechamento?

### **3.3. Resultados obtidos**

- A opção pelo uso desses novos sistemas na edificação resultou em ganhos para o projeto? Quais?
- O resultado final da obra foi satisfatório? Houve necessidade de adaptações de projeto durante a obra?
- Como foi a aceitação dos usuários, diante da sugestão da utilização de sistemas construtivos inovadores?
- Você acredita no sucesso da utilização da estrutura metálica associada ao sistema de mutirão?

#### **4. Características técnicas do projeto**

##### 4.1. Fundação

- Qual o tipo de fundação? Qual o tamanho do bloco de fundação?
- Qual a dimensão dos baldrame? Há diferenciação entre externos e internos?
- Os baldrame foram devidamente impermeabilizados?

##### 4.2. Telhado

- Qual a madeira utilizada no telhado?
- Qual o tipo de telha utilizado?

##### 4.3. Sistema elétrico e hidráulico

- Qual o sistema elétrico e hidráulico? São os usuais (PVC)?
- Sempre se usa PVC marrom para água fria e PVC branco para esgoto? Existem cotovelos azuis com roscas metálicas?

##### 4.4. Terreno

- O que levou a Cohab a escolher o terreno?

## ANEXO V

## Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Belo Horizonte,                    de                    de 2004.

Prezado(a) Sr()a,

Sou aluna do curso de Mestrado em engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e, como requisito para obter o título de mestre, estou desenvolvendo uma pesquisa, com o objetivo de **“compreender e mapear o desempenho de edificações estruturadas em aço, priorizando os aspectos de uso, operação e manutenção a partir do ponto de vista dos usuários”**.

Gostaria de deixar claro que as informações obtidas nas entrevistas serão mantidas em sigilo, e não haverá identificação por nome. Todas as informações ficarão sob responsabilidade da pesquisadora e serão utilizadas apenas para fins científicos.

É bom lembrar que a sua participação é estritamente voluntária e que a qualquer momento você poderá desistir de participar. O participante terá todo o direito de esclarecer qualquer dúvida a respeito da pesquisa, sempre que julgar necessário. Neste sentido solicito autorização para entrevistá-lo(a) e, se necessário, gravar a entrevista e fazer registro fotográfico.

Atenciosamente,

Mariana Martins de Carvalho Hermsdorff.

## Termo de Consentimento Informativo

Diante dos esclarecimentos acima, eu, \_\_\_\_\_, aceito participar da pesquisa “Avaliação de desempenho de habitação de interesse social estruturada em aço: o Conjunto Habitacional Oswaldo Barbosa Penna II, Nova Lima – MG”. Aceito ser entrevistado(a) pela pesquisadora bem como autorizo a gravação da entrevista, levantamento fotográfico e a utilização das informações para fins científicos.

Belo Horizonte, / / 2004.

Assinatura do(a) participante:

Nome da pesquisadora: Mariana Martins de Carvalho Hermsdorff.

Telefones: (31) 3891-2040 / (31) 9965-2624.



## ANEXO VI

Neste anexo, apresenta-se o sistema de aquisição de dados utilizado na medição *in loco*.

### 6. O SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

O sistema de aquisição de dados usado foi o ALMEMO (AHLBORN, 2003), que possui um *data logger* e sensores para medição de umidade, velocidade e temperatura do ar, sendo que, para a obtenção dos dados, utilizou-se o *software AMR WinControl* (AKROBIT, 2002). Primeiramente, o *data logger* faz a aquisição dos dados que, posteriormente, são transferidos para o computador, permitindo assim o tratamento dos dados via *software*. Pelo *software* podem-se configurar todas as características dos sensores e o procedimento pelo qual se deseja realizar as medições.

#### **6.1. Os sensores de umidade do ar**

As variáveis mais importantes para medição da umidade do ar ambiente (temperatura, umidade relativa, ponto de orvalho, taxa de mistura, pressão parcial de vapor ou entalpia) são automaticamente ativadas nos equipamentos quando se usam os sensores ALMEMO, sendo que podem ser programadas nos canais de entrada do equipamento para cada sensor correspondente.

Para se medir a umidade do ar podem ser usados diferentes métodos, sendo que nas Tabelas 6.1 e 6.2 apresentam-se as vantagens e as desvantagens de cada tipo de sensor.

Tabela 6.1 – Vantagens e desvantagens dos sensores de umidade

Umidade do ar	Vantagens	Desvantagens
<b>Sensor capacitivo</b>	O sensor pode ser usado por longos períodos, mesmo em temperaturas abaixo de zero sem requerer manutenção. Independente da pressão atmosférica, também opera em baixa pressão.	Sensível em relação à condensação da umidade. Limitada estabilidade em longo prazo.
<b>Psicrômetro</b>	Não envelhecimento do sensor exceto a contaminação da mecha. Alta precisão e qualidade das medidas.	Medidas em longo prazo são limitadas pelo fornecimento de água e manutenção da mecha. Difícil utilização em temperaturas abaixo de zero e baixo nível de umidade. É dependente da pressão atmosférica.
<b>Higrômetro</b>	Fácil e mais barato método de medição. Também adequado para ambiente contaminado, fácil de limpar.	Precisão limitada. Limitado alcance de medição. Medição lenta.
<b>Ponto de Orvalho</b>	Alta precisão, confiabilidade e reprodutibilidade. Larga escala de medida. Independência da pressão atmosférica. Pode ser usado em temperaturas abaixo de zero.	Alto consumo e perigo de contaminação. Medição lenta.

Fonte: AHLBORN, 2003.

Tabela 6.2 – Vantagens e desvantagens dos sensores de umidade

Conteúdo de umidade	Vantagens	Desvantagens
<b>Sonda de umidade para material dielétrico</b>	Simples e rápida técnica de medição. Medição sem contato. Possível ser usado em longo prazo.	Precisão limitada.
<b>Sonda de umidade para material usando o princípio da condutividade</b>	Simples e rápida técnica de medição.	Precisão limitada.

Fonte: AHLBORN, 2003.

### **6.1.1. O sensor de umidade capacitivo**

Para este trabalho optou-se pela utilização do sensor de umidade capacitivo devido a sua facilidade de operação, baixa necessidade de manutenção e por sua faixa de operação atender as necessidades desta pesquisa (Figura 6.1).

Os Sensores capacitivos possuem um substrato de vidro junto a uma camada de polímero sensível à umidade entre dois eletrodos de metal. Pela absorção de água, correspondente a umidade relativa, a constante dielétrica, e em consequência, a capacidade da camada fina do capacitor tendem a variar. O sinal medido é diretamente proporcional à umidade relativa e não é dependente da pressão atmosférica.



### **6.1.2. Sensores de temperatura do ar**

A correta escolha do tipo de sensor de temperatura a ser utilizado depende da faixa de temperatura que se irá medir. Podem ser utilizados termopares, sensores de resistência elétrica (Pt100 e NTC) e pirômetros (sensores infravermelhos). Na Figura 6.2 pode-se observar as faixas de operação de cada tipo de sensor de temperatura.

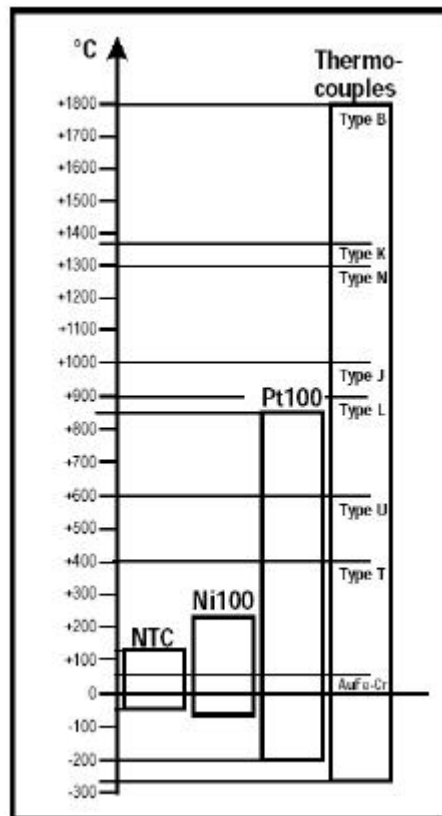


Figura 6.2 – Faixa de operação dos sensores de temperatura.  
Fonte: AHLBORN, 2003.

Os termopares são muito rápidos e se consegue medir uma grande faixa de temperatura. Os sensores de resistência elétrica são mais precisos, entretanto, mais lentos. Os sensores tipo NTC são muito rápidos, precisos, mas tem faixa de trabalho limitada. Os sensores infravermelhos são equipamentos sem contato direto, tem constante de tempo muito pequena, mas são dependentes do coeficiente de emissividade das superfícies do ambiente.

Os termopares são constituídos por dois fios de metais diferentes, ligados um ao outro em uma de suas extremidades. O efeito termoelétrico na superfície de contato é usado para medir a temperatura. Isto provoca uma pequena tensão termoelétrica que depende da diferença de temperatura entre o ponto de medição e o terminal de conexão. Possui uma junção fria e a determinação da temperatura absoluta só é conhecida quando a

temperatura desses terminais de conexão é mantida a uma temperatura estabelecida (normalmente no gelo) ou quando esta temperatura é medida continuamente.

Os sensores de resistência elétrica utilizam o princípio de que a variação da temperatura provoca uma variação também da sua resistência. O aumento da resistência com o aumento da temperatura são o princípio de funcionamento dos sensores Pt100. O resistor de medição é excitado com uma corrente constante e a queda de tensão no resistor é medida como uma função da temperatura. Em contrapartida os NTC (termistores) têm uma resistência mais alta e um coeficiente negativo de temperatura, logo a resistência diminui quando há um aumento da temperatura.

Nos equipamentos utilizados nesta pesquisa os sensores de temperatura estão integrados aos sensores de velocidade e umidade. O termômetro e os sensores de umidade capacitivos têm neles embutidos os sensores NTC's utilizados para se medir a temperatura.

### 6.1.3. Os sensores de velocidade do ar

A velocidade do ar pode ser medida utilizando-se termômetros, rotores de palhetas e tubos de pitot. O critério de seleção dos sensores depende das faixas de operação (faixa de velocidades que se irá medir) e das temperaturas de operação conforme apresentados na Tabela 6.3.

Tabela 6.3 – Faixas de operação e temperatura de operação dos sensores

Sensor	Velocidade do ar	Temperatura de Operação
Termoanemometro	0,1 até 50 m/s	60°C
Rotores de Palhetas	0,1 até 40 m/s	140°C
Tubos de Pitot	7 até 100 m/s	600°C

Fonte: AHLBORN, 2003.

As vantagens e desvantagens de cada tipo de sensor de velocidade estão apresentadas na Tabela A.4.

Tabela 6.4 – Vantagens e desvantagens dos sensores de velocidade

Sensor:	Vantagens	Desvantagens
<b>Termoanemômetro</b>	Permite medir pequenas velocidades e também medições não direcionais	Sensores eletrônicos sensíveis ao <i>stress</i> mecânico e a contaminação, a relação de ventos turbulentos, ao alto consumo de corrente e a limitada faixa de temperatura de trabalho.
<b>Rotor de Palhetas</b>	Grande precisão em velocidades médias e temperatura ambiente média, não são sensíveis a ventos turbulentos.	Sensores eletrônicos sensíveis ao <i>stress</i> mecânico e é dependente da direção.
<b>Tubo de Pitot</b>	Mede grandes velocidades de ventos e opera em condições pesadas, pode-se trabalhar com altas temperaturas de operação, fácil de limpar.	Muito dependente da direção, não consegue medir pequenas velocidades, é dependente da temperatura, precisão limitada, sensível a ventos turbulentos.

Fonte: AHLBORN, 2003.

O termoanemômetro possui um semicondutor dependente da temperatura (NTC), integrado ao instrumento de medida e é aquecido por uma corrente. O aquecimento do semicondutor cai tão logo ele é exposto a um fluxo de ar. A quantidade de calor perdida é a medida da velocidade do ar. Um circuito de controle torna a temperatura do elemento, que é resfriada pelo fluxo de ar, em um valor constante. A corrente de controle é proporcional à velocidade do vento.

O sensor usado nesse estudo consiste em um tubo de metal, que contém um sensor de temperatura Ni10 para as medições de temperatura e um termistor miniatura para medição de velocidade (Figura 6.3).



Figura 6.3 – Termoanemômetro ALMENO.  
Fonte: AHLBORN, 2003.

No rotor de palhetas as medidas da velocidade do vento são obtidas pela frequência de medição, determinadas pelo movimento dos rotores de paletas, sendo que um vento médio é capaz de iniciar o movimento das palhetas (Figura 6.4). Por um pulso indutivo que é gerado utilizando um microcontrolador integrado ao instrumento, as revoluções das palhetas são medidas e apresentadas como a velocidade do ar.

É necessário que o sensor esteja alinhado paralelamente à direção do vento para que se possa garantir uma medição correta. O sensor estará corretamente instalado quando o valor de velocidade indicado for o máximo.

Este instrumento também possibilita medir o volume de ar. Para isto é necessário apenas que se multiplique a velocidade média do ar pela área da seção transversal, sendo que este cálculo pode ser feito automaticamente e apresentado no segundo canal do sensor.



Figura 6.4 – Rotor de paletas ALMENO.  
Fonte: AHLBORN, 2003.

#### 6.1.4. O data logger

O *data logger* ALMEMO 3290-8 (AHLBORN, 2003) possui oito entradas individuais para sensores, que podem ser duplicadas quando um sensor faz mais de um tipo de medição, por exemplo, os sensores de umidade capacitivos possuem NTC's para medições de temperatura. Este *data logger* possui também duas saídas, a primeira é para interface RS232 que faz a comunicação com o computador, e a segunda é a saída analógica do equipamento.

O equipamento tem a capacidade de realizar medições agendadas, ou seja, programando data e hora que se deseja começar e terminar uma série de medições, o equipamento as realiza de forma automática. Sua memória tem a capacidade de cerca 20.000 medições sem a necessidade de transferência de dados para um computador. A frequência com que as tomadas de valores são realizadas também pode ser programada (Figura 6.5).



Figura 6.5 – Data logger ALMEMO 3290-8.  
Fonte: AHLBORN, 2003.



#### **6.1.5. O software**

O software *AMR WInControl* (AKROBIT, 2002) completa o sistema de aquisição de dados. Ele permite uma interface completa com o *data logger* e com os sensores e com sua ajuda é possível programar todas as funções necessárias para se realizar as medições *in loco*. Além disso, este programa permite fazer todo o tipo de análise dos dados colhidos, pois possui diversas ferramentas de tabelas e gráficos. Quando o computador é usado junto ao sistema de aquisição de dados, é possível também acompanhar as medições, com ferramentas gráficas em tempo real.