



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ARQUITETURA E URBANISMO
PROJETO E TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**



**ANÁLISE DE DESEMPENHO TÉRMICO, ACÚSTICO E
LUMÍNICO EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL:
Estudos de Caso em Marau–RS**

MARIANE GAMPERT SPANNENBERG

Orientador: Prof. Dr. Wilson Jesus da Cunha Silveira
Linha de Pesquisa: Sistemas e Processos Construtivos

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e urbanismo.

Florianópolis, dezembro de 2006.

“... O arquiteto não justifica seu trabalho pela invenção constante de novos modelos, mas também pelo aprimoramento das soluções já encontradas.” (PAULO BRUNA, 1976)

SPANNENBERG, Mariane Gampert. **Análise de desempenho térmico, acústico e lumínico em habitação de interesse social: Estudos de caso em Marau-RS.** Florianópolis, 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina.
Orientador: Prof. Dr. Wilson Jesus da Cunha Silveira
Defesa: 12/2006.

MARIANE GAMPERT SPANNENBERG

**ANÁLISE DE DESEMPENHO TÉRMICO, ACÚSTICO E LUMÍNICO
EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: Estudos de caso em
Marau–RS**

Esta dissertação foi julgada e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo para obtenção do título de

MESTRE EM ARQUITETURA E URBANISMO.

Florianópolis, Dezembro de 2006.

Prof^a. Dr^a. Alina Gonçalves Santiago
COORDENADORA DO PROGRAMA

Prof. Dr. Wilson Jesus da C. Silveira
UFSC, DEPTO. DE ARQUITETURA E URBANISMO - ORIENTADOR

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dr^a. Carolina Palermo Szücs
UFSC, DEPTO. DE ARQUITETURA E URBANISMO – PÓSARQ

Prof. Dr. Fernando Barth
UFSC, DEPTO. DE ARQUITETURA E URBANISMO – PÓSARQ

Prof^a. Dr^a. Rosa Maria Locatelli Kalil
UPF, CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO - FEAR

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus amados pais Orly Tarcísio e Eroni, aos irmãos Maristâni e Matheus, ao cunhado Luis Eduardo, pelo apoio, carinho e confiança depositados em mim e em especial ao meu pai, pela paciência e “ajuda de custos” fundamental durante todo o período em que me dediquei ao mestrado.

Ao Fernando, que esteve ao meu lado em todos os momentos difíceis, sempre incentivando e dando forças para seguir em frente.

À Vanessa, Thaís e Juliana Oliveira, pela ajuda das mais variadas formas, e também à Sibebe, Juliana Demartini, Aíla, Murad, Sílvia e à todos os colegas do PósArq, pela companhia e pelas amizades formadas nesta importante etapa de nossas vidas.

Ao professor Wilson Jesus da Cunha Silveira, pela orientação e incentivo sempre.

Aos professores Carolina Szücs, Rosa M. Locatelli Kallil e Fernando Barth, pelas valiosas sugestões e contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Zacarias M. Chamberlain Pravia, grande amigo e mestre, pela ajuda e disposição em ensinar em todas as horas.

Aos professores do PósArq, pelas experiências e ensinamentos transmitidos e em especial a Ivonete, pela ajuda sempre dispensada, mesmo à distância.

A todos os amigos da faculdade na UPF, que pacientemente perguntavam sobre a conclusão da dissertação, em especial à Márcia e ao Maurício, que também vivenciaram esta experiência.

Aos representantes da Prefeitura Municipal de Marau-RS, em especial o Sr. Julio Minela, Coordenador da Habitação, por ter nos dado livre acesso a todas as informações de que dispunha.

Aos moradores das edificações estudadas em Marau-RS, cuja colaboração possibilitou a realização deste trabalho.

RESUMO

SPANNENBERG, Mariane Gampert. **Análise de desempenho térmico, acústico e lumínico em habitação de interesse social: Estudos de caso em Marau-RS.** Florianópolis, 2006. 180p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação, UFSC, 2006.

Quando não se levam em conta as características climáticas da região e as necessidades e características culturais dos usuários, criam-se habitações impróprias e precárias, com péssimas condições de conforto ambiental. Geram-se, assim, gastos extras para a correta aclimação ao meio em que estão inseridas, além de elevado desconforto e insatisfação por parte dos usuários. Este trabalho analisa o desempenho de habitações de interesse social, identificando qual se apresenta mais adequada a requisitos de conforto ambiental, por meio de comparações entre análises técnicas e comportamentais. Foram selecionados três sistemas construtivos diferentes implantados pela Prefeitura Municipal na cidade de Marau, localizada no Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Assim, os estudos de caso abrangem os Núcleos Habitacionais São Luis, Morar Bem e Nova Esperança, localizados em um bairro afastado do centro da cidade. Visando conhecer a fundo as condições de conforto destas habitações, foram empregadas técnicas tanto qualitativas como quantitativas. Para as análises técnicas foram utilizadas simulações, medições in loco e observações. Para as análises comportamentais foram realizadas entrevistas estruturadas com todos os moradores dos núcleos, verificando seus níveis de satisfação. Os parâmetros selecionados referentes aos desempenhos térmico, acústico e lumínico foram analisados e comparados com os valores estabelecidos pelo Projeto de Norma Técnica 02:136/2004: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos da ABNT. As análises mostram que somente as habitações do NH São Luis apresentam desempenho térmico regular, para o desempenho acústico nenhum núcleo apresentou desempenho adequado e apenas com relação ao desempenho lumínico os três núcleos resultaram adequados. Os resultados desta análise permitem verificar que estes núcleos estão pouco adequados às condições locais. Pôde-se concluir que o sistema construtivo que apresenta as melhores condições de conforto é o Núcleo Habitacional São Luis.

PALAVRAS CHAVES: habitação de interesse social, análise de desempenho, sistemas construtivos.

ABSTRACT

SPANNENBERG, Mariane Gampert. **Analyses of thermal, acoustic and luminic performance in social housing: Studies of case in Marau-RS.** Florianópolis, 2006. 180p. Dissertation (MA in Architecture and Urbanism) - Programa de Pós-graduação, UFSC, 2006.

When regional climatic characteristics and user cultural features and needs are not taken into account when planning, improper and precarious houses are created, with no environmental comfort conditions. Thus, extra expenses for the correct acclimatization to the region where they are inserted are generated, and discomfort and dissatisfaction on part of the users are raised. This work analyses the performance of social interest houses and identifies which one is more adjusted to environmental comfort, through comparisons between technical and behavior analysis. Three different constructive systems, implanted by the City Hall of Marau, in Medium Plateau of Rio Grande do Sul, Brazil, were selected. Thus, the case studies enclose the Housing Groups São Luis, Morar Bem e Nova Esperança, situated in a far from downtown neighborhood. Qualitative and quantitative data analysis techniques have been used, in order to know deeply these residences comfort condition. Simulation, measurements in loco and observations were used for technical analyses. For behavior analyses, structured interviews were accomplished with all dwellers from houses groups, verifying their satisfaction levels. The selected parameters referring to performances - thermal, acoustic and luminic - were analyzed and compared with the values established by the Project of Technique Norm 02:136 /2004: Performance of housing buildings of up to five floors by ABNT. The analyses show that only the HG São Luis houses present regular thermal performance. No group presented adjusted acoustic performance. Luminic performance has been considered adequate for all the three groups. The results of this analyses allow to verify that these groups are little adapted to the local conditions. It could be concluded that the constructive system that presents the best comfort conditions is the Housing Group São Luis.

Key words: social interest housing, performance analysis, constructive system.

SUMÁRIO

RESUMO	05
ABSTRACT	06
1. INTRODUÇÃO	09
1.1. Justificativa e relevância do tema	09
1.2. Problema e delimitação da pesquisa	12
1.3. Objetivos	13
1.3.1. Objetivo geral	13
1.3.2. Objetivos específicos	13
1.4. Procedimentos metodológicos	14
1.5. Estrutura do trabalho	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1. Habitação de Interesse Social e Tecnologias Adequadas	16
2.1.1. Considerações sobre a questão da Habitação Social no Brasil	16
2.1.2. Déficit habitacional brasileiro	18
2.1.3. Política habitacional brasileira	22
2.1.4. O fator custo e a segregação na Habitação de Interesse Social	27
2.1.5. Técnica, tecnologia e sistemas construtivos	31
2.1.6. O conceito de tecnologias apropriadas e adequadas (TA)	33
2.1.7. Aspectos ambientais das tecnologias adequadas	36
2.1.8. Tecnologias das habitações no Brasil	37
2.2. Desempenho de Sistemas Construtivos	40
2.2.1. Qualidade e normalização na Habitação Social	40
2.2.2. Estudos de análise de desempenho	44
2.2.3. Análise comportamental: a satisfação dos usuários	48
2.2.4. Desempenho de habitabilidade e conforto ambiental	51
2.2.5. Desempenho térmico	55
2.2.6. Desempenho acústico	64
2.2.7. Desempenho lumínico	69
2.2.8. Análise de desempenho de conforto ambiental em habitações sociais	73
3. PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	75
3.1. Combinação de análises quantitativa e qualitativa	75
3.2. Considerações sobre o Método de Estudo de Caso	76
3.3. Procedimentos de Pesquisa	77
3.4. Parâmetros de seleção dos estudos de caso	78
3.5. Técnicas de pesquisa	79
3.5.1. Levantamento bibliográfico e documental	79
3.5.2. Análises de projeto e simulações de desempenho térmico	80
3.5.3. Medições "in loco"	81
3.5.4. Observação sistemática e levantamento fotográfico	83
3.5.5. Entrevista estruturada	84
3.5.6. Sistematização e tratamento dos dados	86
4. ESTUDOS DE CASO	87
4.1. O contexto habitacional de Marau	87
4.1.1. Condições básicas: Localização	87
4.1.2. Histórico da colonização e expansão urbana de Marau	88
4.1.3. Aspectos sócio-econômicos	91
4.1.4. Aspectos climáticos e ambientais	94
4.1.5. Política e necessidades habitacionais de Marau	96
4.1.6. Programas Habitacionais Municipais	102
4.1.7. Legislação Municipal	104
4.2. Caracterização dos Estudos de Caso	105
4.2.1. Infra-estrutura do bairro	106
4.2.2. Perfil sócio-econômico dos Núcleos em estudo	107
4.2.3. Núcleo Habitacional Morar Bem – Sistema Construtivo em madeira	110
4.2.4. Núcleo Habitacional São Luís – Sistema Construtivo misto	113
4.2.5. Núcleo Habitacional Nova Esperança – Sistema Construtivo em alvenaria	116

5. ANÁLISES DOS ESTUDOS DE CASO	119
5.1. Núcleo Habitacional Morar Bem – Sistema Construtivo em madeira	119
5.1.1. Desempenho térmico - Análise técnica	119
5.1.2. Desempenho térmico - Análise comportamental	123
5.1.3. Desempenho acústico - Análise técnica	124
5.1.4. Desempenho acústico - Análise comportamental	125
5.1.5. Desempenho lumínico - Análise técnica	126
5.1.6. Desempenho lumínico - Análise comportamental	128
5.2. Núcleo Habitacional São Luís – Sistema Construtivo misto	129
5.2.1. Desempenho térmico - Análise técnica	129
5.2.2. Desempenho térmico - Análise comportamental	133
5.2.3. Desempenho acústico - Análise técnica	135
5.2.4. Desempenho acústico - Análise comportamental	136
5.2.5. Desempenho lumínico - Análise técnica	137
5.2.6. Desempenho lumínico - Análise comportamental	139
5.3. Núcleo Habitacional Nova Esperança – Sistema Construtivo em alvenaria	140
5.3.1. Desempenho térmico - Análise técnica	140
5.3.2. Desempenho térmico - Análise comportamental	144
5.3.3. Desempenho acústico - Análise técnica	146
5.3.4. Desempenho acústico - Análise comportamental	148
5.3.5. Desempenho lumínico - Análise técnica	149
5.3.6. Desempenho lumínico - Análise comportamental	150
5.4. Análise comparativa dos resultados	151
5.4.1. Desempenho térmico - Análise comparativa	151
5.4.2. Desempenho acústico - Análise comparativa	158
5.4.3. Desempenho lumínico - Análise comparativa	160
5.4.4. Satisfação dos usuários - Análise comparativa	161
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	163
6.1. Considerações quanto aos estudos de caso	163
6.2. Considerações quanto aos procedimentos de pesquisa	164
6.3. Considerações quanto ao desempenho térmico	164
6.4. Considerações quanto ao desempenho acústico	166
6.5. Considerações quanto ao desempenho lumínico	166
6.6. Considerações quanto ao desempenho de conforto ambiental	167
6.7. Recomendações para trabalhos futuros	168
7. REFERÊNCIAS	170
8. APÊNDICES	178
APÊNDICE 01 - Ficha de medições acústicas	178
APÊNDICE 02 - Ficha de medições lumínicas	179
APÊNDICE 03 - Ficha de entrevistas estruturadas	180
APÊNDICE 04 – Tabela geral da satisfação dos usuários	182
APÊNDICE 05 – Dados de cálculo das características termofísicas	184

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

O problema da habitação de interesse social tem merecido, ao longo das últimas décadas, uma crescente preocupação por parte de todos os agentes envolvidos no seu processo de produção. Esta preocupação abrange aspectos como qualidade, quantidade, custos, durabilidade e também o aspecto ambiental que atualmente passou a fazer parte do escopo a ser levado em conta quando se trata de produção de habitações de interesse social.

O trabalho de investigação científica desenvolvido tem seu tema centrado no desempenho de habitações de interesse social e consiste em estudos de caso de sistemas construtivos. A adequação destas tipologias habitacionais a requisitos de desempenho de conforto ambiental é analisada por meio de avaliação técnica e pelas opiniões dos moradores. Assim, através da comparação de tecnologias construtivas de três soluções adotadas para habitações de interesse social na cidade de Marau-RS, foi verificada a adequação destas habitações ao contexto social, econômico, ambiental e cultural da região. As tecnologias construtivas das habitações de interesse social foram escolhidas como objeto de estudo, em função de exercerem fundamental importância na qualidade e conforto ambiental resultante das habitações.

No decorrer deste capítulo serão apresentados, de maneira sucinta, as conceituações da temática abordada e os objetivos do trabalho, bem como a metodologia de pesquisa adotada para sua realização.

1.1. Justificativa e relevância do tema

A padronização excessiva, a desconsideração da cultura e do clima, a baixa qualidade construtiva das edificações e o desconhecimento das necessidades dos futuros moradores, são as principais características da produção em massa que é provida pelo estado para a habitação popular (SZÜCS, 1999). Assim, estes “carimbos” espalhados pelo país apresentam espaços estranhos aos usuários, com condições de conforto inadequadas e resultam em habitações não só dispendiosas, como anti-econômicas, ao contrário das intenções de seus projetistas e financiadores. Pode-se dizer, assim, que os projetos de arquitetura realizados para a habitação de interesse social resultam em omissões, tanto de elementos arquitetônicos, como de qualidade de soluções e materiais. Estes projetos negligenciam a identidade cultural dos futuros moradores, segregando a cidade como um todo, e também desconsideram as condicionantes básicas de qualidade ambiental (LUCINI, 2003).

O Brasil deve suprir suas necessidades de habitação, conforme previsto no Art. 6º da Constituição Federal de 1988, Emenda Constitucional nº 26 de 14/02/2000. Baseadas nesse direito constitucional de todo cidadão à moradia digna, ações governamentais e

não-governamentais e também inúmeras pesquisas acadêmicas procuram alternativas para a redução do déficit habitacional brasileiro que atinge 80% da população, justamente a população de mais baixa renda que é aquela que recebe menos de 3 salários mínimos (Fundação João Pinheiro - FJP, 2005). Pesquisas relatam que a oferta de soluções para a construção de habitações não consegue satisfazer o déficit habitacional brasileiro que é de pouco mais de 7 milhões de domicílios. Acrescenta-se que o déficit habitacional no Estado do Rio Grande do Sul é de pouco mais de 280 mil moradias (FJP, 2005).

As habitações de interesse social (HIS), por razões de economia e simplificação de projeto, normalmente não atendem aos requisitos mínimos de desempenho e qualidade prescritos por leis e normas. Manfredini e Fedrizzi (2002) salientam a dificuldade do processo para a obtenção de recursos para a construção de unidades habitacionais, onde “o objetivo principal é a produção de um número maior de unidades com o menor custo”, resultando na maioria dos casos em conjuntos com lotes reduzidos. Outra consequência é a redução do tamanho e/ou da qualidade quando a habitação é planejada para usuários de baixa renda. “Essa situação chega a ser mais caótica no Brasil, onde as famílias de baixa renda geralmente são as mais numerosas” (KLUWE et al, 2000).

Com relação às questões ambientais, que vêm sendo gradativamente reavaliadas e repensadas com foco no desenvolvimento sustentável, são necessárias abordagens que busquem o atendimento às necessidades populacionais através de tecnologias mais adequadas e também com qualidade ambiental e econômica. Esses aspectos abrangem o conceito de tecnologia adequada, que é utilizado nesta pesquisa para descrever aquela tecnologia que seja ou esteja, em um primeiro momento, adequada às necessidades locais. Deve oferecer atributos adequados àquela situação ou projeto, e que posteriormente, sendo adequada, poderá vir a se tornar uma tecnologia apropriada, ou seja, possuída, conhecida, tornada própria pela população. De acordo com Silveira (2000) adequação tecnológica é a adaptação da edificação às condições naturais, integrando-a e adaptando-a ao ambiente onde está inserida, de modo que sua forma e seu desenho artificiais não agridam por serem artificiais, apesar de dissimuladas na natureza.

Acredita-se que as habitações devam ser tecnologicamente adequadas, pois assim elas se tornarão menos dispendiosas aos moradores, desde o momento da aquisição, e também em toda a sua vida útil com relação ao uso e manutenção, levando-se em conta a dificuldade de se projetar para populações que têm muitas necessidades e baixo poder aquisitivo. “A problemática da habitação exige uma tomada de consciência não somente por parte das autoridades, mas também e, sobretudo, por parte de todos os intervenientes no processo de edificação” (ROSSO, 1980). Assim, é indispensável investigar diversos Conjuntos e Unidades Habitacionais padronizadas, dando maior

atenção às “condições atuais da edificação – espaciais e ambientais – e para a opinião do usuário com relação a estas condições” (SZÜCS, 2000).

Desse modo, justifica-se a pesquisa de sistemas construtivos que atendam as demandas habitacionais considerando as grandes diferenças que existem de Norte a Sul do país, tais como diversidade climática, disponibilidade de material e as condições sócio-econômicas e culturais. Considerando a necessidade de se garantirem níveis mínimos de habitabilidade, na construção de habitações de qualidade, acredita-se que esta pesquisa que traz o primeiro passo, que constitui a análise dos sistemas construtivos existentes para a verificação de sua adequação e possíveis recomendações de adaptação. Também corroboram com este pensamento ROMÉRO E ORNSTEIN (2003):

Há necessidade de se estabelecerem rotinas de avaliação de programas sociais, particularmente no caso de conjuntos habitacionais, que possam gerar diretrizes de projeto, as quais levam em consideração o desempenho físico dos ambientes no decorrer do uso e as necessidades e níveis de satisfação dos moradores. Há necessidade de se reduzirem custos de manutenção, aumentando o controle de qualidade sobre os processos de produção e uso de ambientes construídos, a partir da redução de falhas já na fase de projeto.

Apesar de não ser tema novo, pesquisar sobre desempenho de conforto ambiental de habitações de interesse social traz enorme interesse, principalmente enfocando as novas Normas e Projetos de Norma de Desempenho (aprovadas ou disponíveis para discussão). É exatamente neste sentido de adequação das moradias frente ao contexto em que estão inseridas, que salienta-se a análise dos desempenhos térmico, acústico e lumínico, com o objetivo de verificar qual destas tecnologias empregadas que apresenta as melhores condições. Como o que se pretende é verificar a adequação destes sistemas construtivos às exigências do usuário para a cidade de Marau, a legislação local também foi incorporada no processo de avaliação, contribuindo na definição de requisitos e critérios de avaliação e também como objeto de reflexão enquanto imposição legal no processo de implantação de edificações no município em questão.

Outro aspecto importante a ser salientado é que este tema é muito pouco prestigiado pelos profissionais de arquitetura e urbanismo, por não dar destaque e/ou reconhecimento aos profissionais envolvidos. Mesmo assim a demanda por profissionais nessa área cresce cada vez mais, motivada pela dificuldade cada vez maior em se construir ou adquirir a casa própria por seus próprios ganhos e conquistas. Procura, também, informar aos agentes envolvidos com a produção habitacional sobre as características e vantagens da adequação tecnológica para as habitações consideradas de baixo custo, tema tratado de forma simplista na maioria das situações; no sentido de difundir conhecimentos sobre qualidade e desempenho, enfocando tanto o ponto de vista técnico como o do usuário final das habitações.

Sendo função social da universidade a produção e a difusão do conhecimento científico, bem como a busca de soluções para problemas que se apresentem na sua comunidade. Cabe-lhe, pois, criar condições para o estudo de alternativas tecnológicas

dirigidas ao segmento da habitação de interesse social, para cuja qualificação e ampliação o mercado e a atuação profissionais formais não têm conseguido contribuir significativamente.

Este trabalho se propõe, dentro dos limites de uma dissertação de mestrado, a abordar o tema desempenho de sistemas construtivos na habitação de interesse social de uma forma expedita, mas direcionando para a realidade do norte do Rio Grande do Sul. Este tema torna-se relevante pela intenção de reconhecer o que vem sendo produzido através da iniciativa pública para atender a população de baixa renda também no interior da região sul do país e também pelo ineditismo como pesquisa na cidade. Espera-se que o resultado final possa ser mais uma contribuição neste sentido, principalmente no enfoque de um tema como este que permanece em aberto, mesmo com todas as iniciativas já empreendidas.

1.2. Problema e delimitação da pesquisa

Considerando-se que as HIS devem ser adequadas às necessidades e possibilidades dos usuários, exigindo moradias com níveis mínimos de conforto ambiental, algumas premissas de pesquisa são levantadas:

- O modelo nacionalizado da HIS desconsidera questões regionais e culturais, resultando em espaços estranhos aos usuários (SZÜCS, 2000);
- A qualidade construtiva é precária e, em geral, não atende a condições de habitabilidade (SZÜCS, 2000);
- É necessário conhecer a composição daquilo que se quer avaliar (MONTEIRO, 2004); a habitação e suas condições de conforto ambiental;

Neste sentido a questão que norteia esta pesquisa é: os sistemas construtivos empregados nas habitações de interesse social pela Prefeitura Municipal de Marau-RS estão adequadas a aspectos de desempenhos térmico, lumínico e acústico?

O presente trabalho restringe-se à aplicação dos conceitos de desempenho de conforto ambiental na análise técnica e comportamental para a comparação do desempenho existente nos sistemas habitacionais estudados. “O dado considerado fundamental é que, não se trata de uma avaliação do material que compõe o sistema construtivo, mas sim da avaliação do próprio sistema construtivo como um todo, como produto final, como habitação, (...) inserida em um contexto determinado” (PICARELLI, 1986).

A pesquisa de campo foi realizada na cidade de Marau-RS (vide figura 1.1), que apresenta elevado crescimento econômico e conseqüente crescimento e migração populacional, impulsionado por grandes indústrias localizadas na cidade. Salienta-se que a população com renda inferior à 3 salários mínimos representa 47,24% da população total, conforme dados do Censo de 2001 do IBGE. Trabalhar-se-á com três diferentes

sistemas construtivos (SC), sendo representativos da cidade de Marau-RS, e sabendo-se que nas habitações de interesse social do município existem apenas estes sistemas. Quanto à delimitação do estudo, serão analisadas três diferentes tipologias habitacionais previamente selecionadas, todas no mesmo bairro e pertencentes a Programas Habitacionais diferentes.



Figura 1.1: Localização de Marau no Rio Grande do Sul.
Fonte: <http://www.pmmarau.com.br/cidade.php>, 2006.

Nesta pesquisa, buscou-se conhecer a situação das habitações de interesse social construídas em Marau com relação ao seu conforto ambiental, através dos parâmetros de análise de desempenho térmico, acústico e lumínico, recomendados no Projeto de Norma Brasileira 02:136 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – PNBR 02:136 (ABNT, 2004). A análise engloba a comparação entre as análises técnicas (baseadas no PNBR 02:136) e as análises de comportamento (baseadas na opinião dos usuários). Os resultados permitem selecionar as tecnologias construtivas mais adequadas ao clima da região e verificar se os níveis de desempenho fixados nas normas e projetos de norma são realmente aqueles exigidos pelos usuários destas habitações.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo geral

Analisar o desempenho térmico, acústico e lumínico em três tipos de habitações de interesse social em Marau-RS, identificando a que se apresenta mais adequada a requisitos e critérios de conforto ambiental, por meio de comparações entre análises técnicas e comportamentais.

1.3.1. Objetivos específicos

- Realizar revisão de literatura sobre habitação de interesse social, tecnologias adequadas e análise de desempenho;
- Identificar na literatura pesquisada, os requisitos e critérios de desempenho de conforto ambiental mais adequados à análise que se pretende realizar;
- Identificar os sistemas construtivos e tipologias habitacionais empregados pelo Poder Público nas habitações de interesse social de Marau-RS;
- Realizar análises técnicas de três sistemas construtivos selecionados, do ponto de vista dos parâmetros de desempenho térmico, lumínico e acústico, através de levantamento expedito;
- Realizar análises comportamentais de três sistemas construtivos selecionados, do ponto de vista dos usuários destas habitações, através de entrevistas nos três Núcleos;
- Comparar os resultados das análises técnicas com as análises comportamentais, buscando entender as diferenças entre o real desempenho de conforto e as sensações dos moradores e, também, identificar o sistema construtivo que apresenta os melhores resultados.

1.4. Procedimentos metodológicos

O trabalho consistiu em uma pesquisa teórico-prática, com a aplicação dos conceitos e dos procedimentos metodológicos do método de estudo de caso, utilizando técnicas empregadas tanto em pesquisas qualitativas como quantitativas. Levou-se em consideração tanto a análise do desempenho técnico das tipologias habitacionais selecionadas como a satisfação dos usuários em relação aos aspectos pesquisados. Dessa forma, foi possível a obtenção de resultados mais confiáveis e abrangentes.

Para desenvolver e concluir esta pesquisa o método de trabalho se dividiu em três etapas:

1) Revisão da Literatura - para conhecimento do estado atual do problema, elaborando um plano geral de pesquisa e determinando os parâmetros a serem analisados e as técnicas de coleta de dados mais adequadas. Antecedendo o trabalho de levantamento de campo dos núcleos habitacionais, fez-se necessário um levantamento de arquivos (documentos e projetos), visando obter dados da contextualização histórica, geográfica, sócio-cultural e sócio-econômica do município, bem como informações sobre todo o processo de provisão habitacional do município de Marau.

2) Estudos de Caso - coleta de dados de campo e investigação da opinião dos usuários de forma a obter informações suficientes a respeito dos parâmetros selecionados, para sustentar e elaborar as conclusões, de acordo com os objetivos pré-estabelecidos e com as técnicas determinadas. São aplicados procedimentos com

abordagem quantitativa para as análises técnicas e procedimentos com abordagem qualitativa para as opiniões dos usuários.

3) Tratamento, análise e cruzamento dos dados com base no referencial teórico extraído da bibliografia disponível sobre o tema e nos dados coletados no estudo de casos, para se chegar a conclusões e resultados que também geram recomendações para futuras pesquisas e projetos de habitações de Interesse Social.

1.5. Estrutura do trabalho

As três etapas da pesquisa criaram todo o embasamento para a execução da pesquisa, mas para expor os resultados de forma clara é necessário dividir o trabalho em 6 capítulos.

O Capítulo 1 – Introdução - apresenta e situa o tema a ser abordado, a justificativa e relevância do trabalho, levanta o problema e delimita a pesquisa, os objetivos gerais e específicos, a metodologia geral da pesquisa e por último, a organização da dissertação.

O Capítulo 2 - Fundamentação Teórica - a primeira parte expõe conceitos e situação da Habitação de Interesse Social e Tecnologias Adequadas, enfocando a questão da habitação social, o problema do déficit habitacional brasileiro, os programas habitacionais no Brasil e o fator custo na habitação. A segunda parte traz a análise de desempenho de sistemas construtivos e seus parâmetros de análise, são apresentados exemplos de estudos e pesquisas de análises e avaliações de desempenho de habitações, exemplificando-as e relacionando-as com os parâmetros de análise selecionados para o trabalho.

O Capítulo 3 – Procedimentos de Pesquisa - expõe o método utilizado na pesquisa, descreve os procedimentos e técnicas utilizadas e como ocorreu a obtenção dos dados no levantamento de campo, realizado a partir de visitas a três conjuntos habitacionais.

O Capítulo 4 – Estudos de Caso - situa o contexto histórico e habitacional de Marau apresentando todos os aspectos relevantes para o entendimento do contexto em questão e caracteriza os três estudos de caso a serem analisados.

O Capítulo 5 - Análises dos Estudos de Caso - apresenta os resultados encontrados nos Estudos de Caso, a partir da análise dos requisitos e critérios de desempenho verificados nas habitações em estudo.

O Capítulo 6 - Considerações e Recomendações Finais - trata das conclusões do trabalho relacionando a fundamentação teórica e os estudos de caso para responder aos objetivos geral e específicos apresentados no início. Constam ainda neste capítulo, as recomendações para futuras pesquisas relacionadas com o tema.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo apresenta a revisão bibliográfica realizada com o objetivo de buscar referenciais teóricos para o embasamento da pesquisa. Para se entender a questão da habitação de interesse social e das análises de desempenho no contexto atual da sociedade é necessário abordar alguns assuntos principais, enfocando tanto aspectos quantitativos como qualitativos, como os desdobramentos do conceito de habitação, o déficit e a política habitacional brasileira, os custos e suas influência na segregação das cidades, o conceito de tecnologias apropriadas e adequadas, estudos sobre qualidade e desempenho das edificações e especificamente das habitações, abordando não só avaliações técnicas, mas também análises de comportamento e satisfação dos usuários. Através desse contexto geral será possível perceber o desenvolvimento tecnológico produtivo no tratamento do problema habitacional brasileiro.

2.1. Habitação de Interesse Social e Tecnologias Adequadas

2.1.1. Considerações sobre a questão da Habitação Social no Brasil

O tema habitação é bastante abrangente e envolve inúmeros conceitos e definições, além de uma diversidade de termos quase sempre usados com um mesmo sentido, como casa, moradia e produto-habitação. Para Andrade e Duarte (1995), a *casa* tem uma relação com a existência da vida humana. Nesse 'lugar de moradia' é vivenciada a intimidade, construída a identidade, e criados a história e a relação do morador com o mundo. Lemos (1996) lembra que a função básica da casa é o abrigo, como invólucro que oferece proteção às manifestações climáticas e como palco às atividades pertencentes à cultura de seus usuários, onde o desempenho estaria atrelado às condições oferecidas pela construção.

De acordo com Rosso (1980), a utilidade da casa ou habitação, reside na satisfação da necessidade do homem por abrigo, configurando esta como bem ou propriedade. Morar é sinônimo de habitar e esta seria uma "relação experiencial entre o homem e a sua casa" (MALARD, 2002), onde além de abrigado ele pertence a um lugar seguro onde está enraizado. Apesar das características da habitação mudarem ao longo do tempo, com alterações qualitativas de funções e de necessidades de espaço (SZÜCS, 2004), "não é possível viver sem ocupar espaço" (RODRIGUES, 2001), pois algumas atividades do grupo doméstico não mudam, como dormir, fazer refeições, realizar higiene pessoal. E além destes há que se trabalhar, em atividades como cozinhar, lavar ou até mesmo para geração de renda ou subsistência. Esta autora ainda identifica um outro aspecto do morar, que é a infracionabilidade da casa, onde a capacidade de pagamento por uma mercadoria que abrange a edificação e a terra, condiciona não somente o preço, mas também a localização e o acesso à infra-estrutura.

Szücs (2004) menciona também a interferência e transformação do ambiente pelo homem, onde não somente a cultura como também as necessidades específicas de cada família refletem na *casa*. Como o homem é um ser que vive em sociedade, sua necessidade habitacional deve ser tratada também em termos de assentamento humano. Assim os impactos da habitação irradiam nas vizinhanças e na cidade, onde os conjuntos habitacionais precisam oferecer condições ambientais de qualidade, cultivando e melhorando hábitos culturais, “exercendo seus direitos e respeitando os do próximo” (ROMÉRO e ORNSTEIN, 2003).

O conceito de produto-habitação é elaborado por Martucci (FOLZ e MARTUCCI, 2002) quando este define os conceitos de casa, moradia e habitação. A casa é a casca protetora ou invólucro que divide os espaços internos dos externos, sendo o ente físico ou material. A moradia é a casa transformada pelos “hábitos de uso” ou “modo de vida” dos moradores, esta apropriação cultural transforma casas iguais em moradias diferentes. A habitação então é casa e moradia inseridas no espaço urbano, quando esta se integra social e economicamente ao seu entorno. O produto-habitação pode ser assim explicado: “O Setor Construção Civil produz a Casa, baseado nos parâmetros e requisitos de uma Moradia, mas ao colocá-la no mercado para a venda, o faz como Habitação” (MARTUCCI, 1990 apud LUCINI, 2003).

Vista como produto pela sociedade capitalista, a habitação possui atributos de custo, função, vida útil, qualidade, eficiência e desempenho (MONTEIRO, 2004). Este produto habitacional deve justificar o investimento através de sua utilidade e duração (SILVA, 1982). Monteiro (2004) afirma que o produto habitação depende da disponibilidade (ou precariedade) de 3 tipos de recursos: naturais (utilizados conforme preceitos de sustentabilidade), financeiros (disponibilidade de capital, para produção e manutenção do produto) e humanos (definidos a partir da organização social e das técnicas disponíveis). Se a habitação é uma mercadoria, quem manda é o consumidor. Mas quando o interessado é a população de renda baixa ou incerta, relegada à pobreza pelo mercado de trabalho, o mercado imobiliário lhe nega o acesso ao mesmo espaço habitacional onde moram os que podem pagar. “Surge uma demanda economicamente inviável, mas socialmente inegável” (BONDUKI, 1998). É neste contracenso que surge a “habitação social”.

O Projeto de Lei Complementar do Senado nº. 447/2003 entende que *habitação social* é a habitação urbana ou rural, nova ou usada, com o respectivo terreno, destinada à população de baixa renda, que tenha: preço igual ou inferior a trinta e seis mil reais e “habite-se” concedido pelo órgão municipal competente. Também define como população de baixa renda as “famílias com renda mensal inferior a cinco salários mínimos, considerada insuficiente para suprir as necessidades básicas de habitação” (DIÁRIO DO SENADO FEDERAL, 2003).

KRÜGER (2000c) cita algumas características da produção da habitação social brasileira:

[...] o setor da construção civil é responsável pela geração de empregos para grande parte da reserva de desempregados; há limitações financeiras para projetos habitacionais; há uma demanda por um grande número de unidades; há emprego de um excessivo percentual de mão-de-obra não qualificada; uma industrialização maciça na área da habitação social, em um país de diversidades climáticas, culturais e socioeconômicas tão acentuadas como o Brasil, além de limitações financeiras, encontraria diversas dificuldades de aplicação, principalmente quanto ao atendimento das especificidades de cada região; há necessidade de prover a população com moradias dignas.

Uma moradia digna pode ser urbana ou rural, ocupada por uma única família. Mas deve necessariamente respeitar a diversidade regional, cultural e física do país, estar ligada às redes de infra-estrutura (transporte coletivo, água, esgoto, luz, coleta de lixo, telefone, pavimentação), com instalações sanitárias adequadas e com garantia de "condições mínimas de conforto ambiental e habitabilidade, de acordo com padrões técnicos". Deve ser servida por equipamentos sociais básicos de educação, saúde, segurança, cultura e lazer (Instituto Moradia, 2000). Para Bonduki (1998) a conquista da cidadania é a moradia e a cidade como um direito dos proprietários. Apesar da precariedade dos meios de viabilização da casa própria, é através deles que o trabalhador se torna proprietário, e sendo proprietário ele ganha o direito à cidade, com acesso à terra e à infra-estrutura, mesmo que os benefícios urbanos levem anos para ser implantados.

2.1.2. Déficit habitacional brasileiro

Durante muitos anos a questão do déficit habitacional foi tratada como um problema sem solução. Por razões diversas, como diferentes métodos adotados na determinação do número real de moradias e interesses políticos, os dados anteriores apresentavam números de 12 a 15 milhões de unidades (KRÜGER, 2003). Esse número atualmente é contabilizado em pouco mais de 7 milhões de domicílios (FJP, 2005).

Acreditando na importância não só de quantificar, mas também de qualificar, é que são inseridos alguns dados da publicação da Fundação João Pinheiro (FJP, 2005) - Déficit Habitacional no Brasil - Municípios Seleccionados e Microrregiões Geográficas. Este trabalho apresenta uma metodologia que diferencia o déficit habitacional da necessidade que foi denominada inadequação de domicílios, desenvolvida com a intenção de se calcular as necessidades habitacionais brasileiras. Foram incluídos nos cálculos 673 municípios com mais de 20 mil habitantes nas sedes em 2000 - sempre designados aqui como "Municípios Seleccionados" -, 23 regiões metropolitanas com 308 municípios (desses, 108 com população inferior a 20 mil habitantes) e 558 microrregiões geográficas, segundo definição do IBGE. Os números apresentados a seguir procuram enfatizar a situação da região sul do país, sempre comparando sua situação à do total do Brasil.

Do total de mais de 44 milhões de domicílios particulares permanentes, mais de 80% está em áreas urbanas. Na região sul verifica-se uma situação mais avançada em relação às outras regiões, dado que ela possui cerca de 16% (7.201.185) dos domicílios nacionais. Dentre estes, 2.417.759 domicílios pertencem aos Municípios Selecionados com população urbana maior a 20 mil habitantes. Os domicílios vagos representam um total de 6 milhões (4,6 milhões urbanos e 1,4 milhões rurais), tendo um aumento crescente de 55% em 9 anos. As regiões sul e sudeste, por possuírem índices de qualidade de vida mais altos e maior desenvolvimento econômico, respectivamente, concentram grande parcela da população. Contata-se que os domicílios vagos estão concentrados na região sudeste (46,35%), ficando o sul com apenas 12,2% desta fatia. Os "Municípios Selecionados" na região sul apresentam 85,2% dos domicílios vagos na área urbana, proporção que se repete para o total das regiões sul, sudeste e centro-oeste (FJP, 2005).

Tendo sempre em mente a profunda desigualdade social dos vários extratos de renda e as fortes interfaces com outras questões, o déficit habitacional foi definido pela FJP (2005) como sendo "a necessidade de construção de novas moradias, tanto em função da reposição como do incremento do estoque". O "déficit por reposição do estoque" refere-se aos domicílios rústicos e aqueles depreciados ao longo de sua vida útil. Já o "déficit por incremento de estoque" engloba os domicílios improvisados e a coabitação familiar.

O déficit habitacional total, em 2000, era de mais de 7 milhões de domicílios, concentrados principalmente nas regiões sudeste e nordeste com 71,9% do total do país, o sudeste com maioria urbana e o nordeste com maioria rural. Apenas 9,4% (678.879) do déficit é correspondente à região sul, com participação relevante das áreas urbanas 83,26%. O Rio Grande do Sul apresenta um déficit habitacional de 281.800 domicílios, com proporção semelhante de déficit na área urbana, 82,4%. Estimativas indicam que 82,5% do déficit habitacional urbano está concentrado em famílias com renda mensal de até 3 salários mínimos. Situação oposta a faixa superior a 5 salários mínimos que apresenta sempre números reduzidos, variando entre 3,2% (NE) e 11,4% (SE) (vide tabela 2.1).

Tabela 2.1: Estimativas da distribuição percentual do déficit habitacional urbano (1), por faixas de renda média familiar mensal – Grandes Regiões e Brasil – 2000.

Regiões	Déficit Hab Urbano	Até 3 SM	De 3 a 5 SM	De 5 a 10 SM	Acima de 10 SM
Norte	506.671	82,9%	9,5%	5,6%	1,9%
Nordeste	1.811.553	91,3%	5,5%	2,3%	0,9%
Sudeste	2.162.187	77,1%	11,5%	8,2%	3,2%
Sul	565.217	78,3%	11,5%	7,4%	2,8%
Centro-Oeste	424.223	81,9%	9,3%	6,1%	2,7%
Brasil	5.469.851	82,5%	9,4%	5,8%	2,3%

Fonte: FJP, 2005. (1) Exclusive déficit por depreciação.

O déficit habitacional brasileiro básico foi estimado em 5.890 mil domicílios e apesar de apresenta grandes diferenças entre as regiões do país, está concentrado nas áreas urbanas (mais de 70%) e também na região nordeste com 42,7%. À região sul cabem apenas 8,8% (516 mil domicílios) do total do déficit habitacional básico, 78% deste na zona urbana; sendo 34,7% nas regiões metropolitanas, 33% nos Municípios Seleccionados e os restantes 32,3% nos demais municípios. De acordo com a FJP (2005) os componentes do déficit habitacional básico são os domicílios improvisados, a coabitação familiar, os cômodos e os domicílios rústicos.

O número de famílias conviventes se sobressai em todas as regiões e revela a importância da coabitação familiar, constatado como fenômeno tipicamente urbano. No Brasil, das 3.239.441 famílias conviventes, 2.752.644 (85%) estão nas áreas urbanas; também na Região Sul, das 403.418 (12,45%) famílias conviventes, 80,9% (326.386) estão nas áreas urbanas, onde nos "Municípios Seleccionados" apenas 30,8% (124.360) são urbanas. Os domicílios improvisados têm participação um tanto pequena em termos de habitação precária. De um total de 246.783 no país, 145.674 (59%) estão nas áreas urbanas; 34.272 (13,9%) encontram-se na região sul, destes 16.989 (49,6%) estão nas áreas urbanas e 6.036 (17,6%) estão nas áreas urbanas dos "Municípios Seleccionados". Se somados os números referentes aos domicílios improvisados e à coabitação familiar, chegamos à quantia de 3,4 milhões de moradias. Deste, uma parcela de 2,6 milhões se encontra na faixa até 3 salários mínimos de renda familiar mensal, ou seja, soma 76,1% do total (FJP, 2005).

Dos 524.900 cômodos no país, 491.199 (93,6%) estão nas áreas urbanas; 26.799 (5,1%) encontram-se na região sul, destes 24.471 (91,3%) estão nas áreas urbanas e 8.600 (32%) estão nas áreas urbanas dos "Municípios Seleccionados". Percebe-se que a relevância do número de cômodos aumenta conforme seja maior o tamanho das áreas urbanas. Com presença marcante nas áreas rurais dos municípios com sedes de pequeno porte, os domicílios rústicos somam 1.879.015, 750.551 (40%) estão nas áreas urbanas, dos 52.114 (2,8%) pertencentes à região sul, 35.079 (67,3%) estão nas áreas urbanas e 11.065 (21,2%) estão nas áreas urbanas dos "Municípios Seleccionados".

No grupo da inadequação de moradias são considerados todos os domicílios com carência de infra-estrutura, com adensamento excessivo de moradores, com problemas de natureza fundiária, em alto grau de depreciação ou sem unidade sanitária domiciliar exclusiva. Serão apresentados os dados somente para as zonas urbanas, pois quando aplicadas às áreas rurais algumas das variáveis analisadas perdem seu significado (FJP, 2005). De um total de 2.173.068 domicílios com inadequação fundiária no país, 449.138 (20,7%) encontram-se na região sul, a percentagem com relação ao total de domicílios permanentes urbanos é de 6,2%. Dentre os domicílios de famílias que possuem moradia própria em terrenos pertencentes a outrem: 211.582 (47,1%) estão nas regiões

metropolitanas, 164.459 (36,6%) estão nos Municípios Seleccionados e 73.097 (16,3%) estão nos demais Municípios;

Dos 2.839.170 domicílios com adensamento excessivo¹ no Brasil, 244.971 (8,6%) pertencem à região sul, destes 104.326 (42,6%) estão nas regiões metropolitanas, 93.271 (38,1%) estão nos Municípios Seleccionados e 47.374 (19,3%) estão nos demais Municípios. Esta variável praticamente independente do tamanho da sede do município em todas as regiões. De um total de 3.215.997 domicílios sem banheiro² no país, 261.978 (8,1%) encontram-se na região sul, destes 76.171 (29,1%) estão nas regiões metropolitanas, 105.583 (40,3%) estão nos Municípios Seleccionados e 80.224 (30,6%) estão nos demais Municípios. Esse tipo de inadequação é pouco significativo para as regiões sul e sudeste, com proporções em geral inferiores a 5% do total de domicílios permanentes.

Dos 11.992.537 domicílios com carência de infra-estrutura (total³) no Brasil, 1.852.689 (15,4%) pertencem à região sul, destes 445.056 (24%) estão nas regiões metropolitanas, 690.437 (37,3%) estão nos Municípios Seleccionados e 717.196 (38,7%) estão nos demais Municípios. "A carência de infra-estrutura nas cidades reflete, em geral, a situação de domicílios localizados em áreas precárias em termos urbanísticos, onde redes de água e esgoto, sistemas de coleta de lixo e iluminação pública não se encontram implantados" (FJP,2005). O menor número de domicílios inadequados segundo esse critério encontra-se no sul do país. Esses dados dão idéia do atraso a ser recuperado, além do déficit habitacional propriamente dito, quando se procura dar condições de vida dignas às famílias.

De acordo com o Ministério das Cidades (BRASIL, 2004b), 18% do déficit habitacional brasileiro é composto pelo ônus excessivo com aluguel, sendo que as relações de locação para a população de baixa renda se dão fora do mercado formal, onde o aluguel de cômodos nas áreas periféricas vem crescendo como solução cada vez mais permanente. A obsolescência das edificações, a deficiência de infra-estrutura e a insuficiência da oferta de terra urbanizada a preços acessíveis são alguns dos problemas apontados e que necessitam de enfrentamento de uma forma articulada através de políticas urbanas, fundiária e de saneamento (BRASIL, 2004b).

Esta demanda sempre crescente por habitações é resultado de vários fatores, dentre eles: "o crescimento vegetativo, a migração rural, os mercados de trabalho, a distribuição de renda, o desenvolvimento industrial, a importação de tecnologias e outros" (ABNT, 2004). Carneiro e Valpassos (2003) citam outras causas para o déficit habitacional como: a ausência de crédito, a incapacidade da classe média de obter

¹ Situação onde um cômodo é utilizado como dormitório por três ou mais pessoas, por maior que seja o espaço disponível.

² Banheiro é o cômodo que dispõe de chuveiro ou banheira e aparelho sanitário.

³ Domicílios urbanos que não possuem um ou mais dos seguintes serviços de infra-estrutura: iluminação elétrica, rede geral de abastecimento de água, rede geral de esgotamento sanitário ou fossa séptica e coleta de lixo.

financiamento suficiente para a aquisição da casa própria e os baixos níveis de renda de grande parte da população. Segundo os autores os componentes do déficit habitacional resultam da “soma da necessidade de crescimento com a de reposição do estoque de moradias em uso”, não podendo assim, ser descaracterizados mesmo com as inúmeras diferenças regionais do país.

2.1.3. Política habitacional brasileira

O estado começou a interferir na questão da habitação nos anos 1930. Dentro de um estado autoritário, seus objetivos eram: o controle dos trabalhadores e a garantia da saúde pública. O problema da habitação só foi assumido de forma completa, como uma questão social quando esta assumiu proporções significativas (SILVA e SILVA, 1989). Em meio ao Golpe Militar de 1964 foi instituído o Sistema Financeiro da Habitação (SFH), com o objetivo de “facilitar e promover a construção e a aquisição da casa própria” pelas faixas de menor renda (CARNEIRO e VALPASSOS, 2003). Este era composto pelo Banco Nacional de Habitação (BNH) – constituído com a finalidade de orientar, disciplinar e controlar o SFH e pela Sociedade de Crédito Imobiliário.

Segundo Bonduki (1998), “mais importante que a produção estatal de moradias foi a difusão e a aceitação da idéia de que o Estado deveria se responsabilizar por garantir um padrão habitacional mínimo para os trabalhadores urbanos, a custos compatíveis com seus salários”. Para ele esta intervenção do estado era fundamental para assegurar condições mínimas de habitabilidade e assim proteger os inquilinos de locadores “inescrupulosos”.

Em 1985 quando a “Nova” República foi inaugurada o Sistema Financeiro estava falido, inúmeros conjuntos apresentavam problemas, havia um grande número de imóveis financiados sem comercialização e a inadimplência era generalizada. Em meio a essa situação, a grande pressão popular impôs a divulgação de muitas reivindicações:

[...] reconhecimento da necessidade de que a habitação popular seja subsidiada; prioridade de atendimento às famílias com renda mensal de até três salários mínimos; participação popular nos programas habitacionais; reconhecimento de entidades populares como promotoras de projetos habitacionais; descentralização da política habitacional, situando a habitação no contexto da cidadania e percebendo a problemática habitacional como intrinsecamente vinculada à questão urbana, revelando sua natureza de caráter estrutural. (SILVA e SILVA, 1989)

Entre 1964 e 1986, ano da extinção do BNH, foram financiadas 4,8 milhões de moradias, mas apenas 20% destes financiamentos eram destinados a famílias de baixa renda (CHAFFUN, 1997). Entretanto, após o fechamento do BNH, na falta de um projeto consistente de política habitacional e em meio à especulação fundiária dos recursos designados ao financiamento habitacional, principalmente para classe média, a população mais pobre viu seu acesso à moradia ficar ainda mais difícil (MARICATO, 2001).

Dentre as várias críticas feitas ao BNH e ao SFH estão: o favorecimento de bancos e companhias de crédito, com financiamentos cedidos à grandes empreiteiras e construtoras em detrimento principalmente do usuário de baixa renda (ROLNIK, 1997; BONDUKI, 1997); a incapacidade em atender à esta população, resultando em sua exclusão como demanda; o parco atendimento aos grupos organizados que necessitavam de financiamento para produzirem suas moradias a custos mais baixos (BONDUKI, 1997); forte centralização e uniformização das soluções no território nacional; desarticulação entre as ações dos órgãos responsáveis pela construção das casas populares e os encarregados dos serviços urbanos; a construção de grandes conjuntos como forma de baratear o custo das moradias, geralmente feitos em locais distantes e sem infra-estrutura e finalmente o modelo financeiro inadequado frente a uma economia inflacionária (BRASIL, 2004a).

Com o intuito de atender à imensa demanda de famílias que não têm condições de adquirir pelo menos uma habitação de padrão mínimo, Prado e Pelin (1993) afirmam que a solução seria uma política social de bem-estar combinada com financiamento, ou seja, a adoção de subsídios, não admitindo, em nenhum caso, a gratuidade ou doação de moradias. São também citadas algumas alternativas como: a alteração do processo de gestão e produção que encarece o produto final (BONDUKI, 1997), a redução dos desperdícios, o impulso à cadeia produtiva para tecnologias mais adequadas, a criação de políticas urbanas mais racionais, a priorização da maioria da população (MARICATO, 2001) e a participação do governo no setor de financiamento imobiliário (CARNEIRO e VALPASSOS, 2003). Picarelli (1986) ainda cita, o uso do solo, a disponibilidade e acesso à materiais de construção, o poder aquisitivo da população, as necessidades dos usuários, os projetos oficiais, a fiscalização das obras, dentre algumas das variáveis a serem enfrentadas pelos profissionais envolvidos com essa questão.

Com a estabilidade monetária trazida pelo Plano Real em 1994, houve um reaquecimento do setor imobiliário, mas mesmo com a "elevação do número médio de unidades financiadas pelo SFH, para 175 mil entre 1997 e 2000, não foi verificada redução no déficit habitacional" (CARNEIRO e VALPASSOS, 2003).

Segundo Lucini (2003), atualmente as Prefeituras mantêm o mesmo processo de produção de décadas passadas, repetindo as mesmas tipologias ao longo do país, ignorando opções utilizadas por vários países da América Latina de concursos de projeto e/ou construção para habitação social a preço máximo. Maricato (2001) aponta para as iniciativas de alguns municípios, que mesmo quando intensivas e abrangentes, pouco aliviam "a pressão sobre o uso inadequado do solo e as necessidades sociais". Mesmo sem uma política nacional, os esforços de prefeituras e governos estaduais tornaram um pouco menos dramática a situação da habitação nas cidades, onde "programas de moradia para a baixa renda são inviáveis quando a classe média não tem acesso ao mercado formal" (MARICATO, 2001, PINHEIRO, 2004).

De acordo com Oliveira e Melhado (2002) existem algumas particularidades que diferenciam os empreendimentos públicos dos privados e que devem ser levadas em consideração tanto na etapa de idealização como de execução das obras. Dentre elas estão: aspecto social (como empreendedor o estado deve atender à uma demanda social); visão em prol do coletivo com base nas reais necessidades dos usuários; necessidade de racionalização do dinheiro público aplicado na execução (cumprir os objetivos traçados sem comprometer as relações custo x benefício); sistema de contratação de obra estabelecido através da Lei Federal Nº 8.666-93 (garantir licitude e padronização nos processos); maior responsabilidade dos idealizadores (transparência pública) e a existência do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do habitat (PBQP-H - Sistema de Gestão da Qualidade em empresas construtoras, através de um grande acordo setorial).

A partir de 1988 o Estado do Rio Grande do Sul começa a investir com recursos do orçamento estadual na área habitacional, com dois programas novos: o Programa de Habitação, Segurança e Saúde - PHAS e o Programa de Lotes Urbanizados - PROLURB, totalizando uma produção de mais de 9 mil unidades até 1996. O Fundo de Desenvolvimento Social - FDS, foi criado em 1993, quando somente para aquele ano houve alteração da alíquota do ICMS para aplicação em Habitação (SEHAB-RS, 1999 apud PINHEIRO, 2004). A COHAB-RS foi liquidada em 1995, quando os governos estadual e federal reduziram a máquina pública com privatizações, ficando o Estado sem instrumentos de realização de política habitacional de interesse social. A Lei Estadual 10.529 de julho de 1995, "instituiu o Sistema Estadual de Habitação de Interesse Social, destinado a formular a política estadual de habitação para a população de baixa renda", que integrava o Conselho Estadual de Habitação, a Secretaria de Obras e o Fundo de Desenvolvimento Social - FDS (PINHEIRO, 2004).

Com o objetivo de ser o órgão formulador, gestor e executor das políticas públicas estaduais para a área da habitação, foi criada em 1999, a Secretaria Especial de Habitação - SEHAB-RS, realizando naquele ano a 1ª Conferência Estadual de Habitação. De acordo com Pinheiro (2004), "a política habitacional desenvolvida pelo governo do Estado e Cohab-RS, além de não atenderem a demanda existente, encontra-se em total estagnação desde 1987, não apresentando nenhuma produção habitacional nova".

Werna (2001) afirma que o fim de órgãos como o BNH e suas macro-políticas deixou um vazio com relação a possíveis direcionamentos para a provisão e a produção habitacional que ainda não foi preenchido adequadamente. Aponta também uma tendência de retração do papel do estado que vem ocorrendo no Brasil e no mundo, nas últimas décadas onde a oferta da habitação e também de bens e serviços em geral, sofreu profundas alterações, caracterizadas pela redução da intervenção direta de agentes públicos no processo de provisão e por outro lado estímulo à participação do setor privado, ONG's e das próprias comunidades (WERNA, 2001).

Aqui, acredita-se ser importante citar algumas conceituações sobre provisão, produção e produto. Werna (2001) define provisão como um “conjunto de ações necessárias para que a produção propriamente dita aconteça”, nesse entendimento a produção direta é considerada uma etapa ou elemento da provisão, juntamente com outras etapas como decisões sobre políticas e serviços, arranjos organizacionais, financiamento e outros. Rosso (1980) define produção como criação ou aumento da utilidade de bens para a satisfação das necessidades humanas, nessa definição produto seria “o que se consegue do ato de produção”, um benefício obtido modificando a substância e transformando a natureza dos insumos. “Produto é portanto o objeto da produção, o resultado do processo, o instrumento de satisfação das necessidades humanas. Edificação é ação ou efeito de construir. Edificação/produto é o efeito da ação de construir” (ROSSO, 1980).

Para Rodrigues (2001) a atuação do Estado só atende às conseqüências e não às causas da questão habitacional. Enquanto tenta-se diminuir o déficit sempre crescente, aumentam as favelas, ocupações e autoconstruções e também os aluguéis nas periferias. Citando Engels, a autora descreve a crise habitacional não como um acaso, mas como uma instituição necessária. Werna (2001) relaciona os diversos elementos que participam do mecanismo de oferta de habitações como sendo: planejamento, financiamento, gestão, produção propriamente dita, monitoramento e fiscalização. Descreve dois modos principais de provisão de habitação para países em desenvolvimento, subdividindo-os em diversos sub-modos secundários. Incluídos no modo convencional ou formal estão as subestruturas pública, privada e cooperativa, enquanto na estrutura não-convencional ou informal entram as ocupações, parcelamentos ilegais e a habitação de aluguel para baixa renda.

Na provisão de habitação gerada por programa governamental os programas são na maioria das vezes “financiados diretamente pelo governo central ou por instituições financeiras paraestatais” (WERNA, 2001); com pouco planejamento de características físicas e adequação às necessidades da população alvo; adotam arquitetura, dimensões e tecnologias construtivas influenciadas por interesses de empreiteiros privados. Assim muitos destes projetos resultaram inadequados às condições da população de baixa renda, com baixa significativa na qualidade das obras e com difícil acesso aos empregos (WERNA, 2001; BONDUKI, 1997). Conforme Werna (2001):

Esse fracasso ocorre praticamente em todos os aspectos de provisão de habitação, incluindo a inadequação do projeto às condições geográficas e culturais, sua má localização, a construção de baixa qualidade, a incapacidade para o cumprimento de metas, e os altos custos. Uma combinação desses fatores tornou esse tipo de habitação inacessível aos grupos de baixa renda, ou capturou-os na armadilha da habitação inadequada.

As ações da Caixa Econômica Federal (CEF) refletem os objetivos centrais do Habitat II: “moradia adequada para todos” e “desenvolvimento sustentado dos assentamentos humanos” como proposta de atuação no âmbito federal. Podemos

ressaltar algumas características gerais dos atuais programas habitacionais federais, como condições gerais para financiamentos e certa delegação de poderes às instâncias locais e também “o caráter descentralizador e de estímulo à adoção de tecnologias e sistemas de gestão apropriados a cada contexto” (WERNA, 2001).

Dentre os programas habitacionais em atuação ou em planejamento, Werna (2001) cita: o Programa Habitar-Brasil, o Programa Pró-Moradia, as Cartas de Crédito Individual e Associativo – sindicatos e cooperativas ou COHABs, o Programa de Apoio à Produção de Habitações, o Programa de Crédito Direto ao Cidadão – Cred-Mac e Cred-Casa, o Programa de Financiamento à Produção, o Programa de Conclusão de Empreendimentos Habitacionais, o Programa de Desenvolvimento de Alternativas e Difusão Tecnológica – PROTECH, o Programa de Modernização do Setor Habitacional e a Locação Social. Cita-se o Programa Pró-Moradia por ter sido usado nos Núcleos que analisaremos neste trabalho. Com recursos oriundos do FGTS e contra-partida dos mutuários, este programa atende às famílias com renda de até três salários mínimos, principalmente de áreas de risco, insalubres e impróprias para moradia. O Poder Público, local ou estadual é o agente promotor e também o mutuário. (WERNA, 2001)

Recentemente o Ministério das Cidades anunciou a proposta da Nova Política Nacional de Habitação no Caderno MCidades Habitação (Brasil, 2004a), que pretende atuar num contexto de “desenvolvimento urbano integrado, no qual a habitação não se restringe a casa, incorpora o direito à infra-estrutura, saneamento ambiental, mobilidade e transporte coletivo, equipamentos e serviços urbanos e sociais, buscando garantir direito à cidade”. A Nova PNH tem como princípios básicos:

[...] a moradia digna como direito e vetor de inclusão social, garantindo padrão mínimo de qualidade, infra-estrutura básica, transporte coletivo e serviços sociais; a função social da propriedade urbana buscando implementar instrumentos de reforma urbana para combater a especulação e garantir acesso a terra urbanizada; a questão Habitacional como uma Política de Estado, onde o poder público é agente indispensável na regulação urbana e do mercado imobiliário, na provisão da moradia e na regularização de assentamentos precários; a gestão democrática com participação dos diferentes segmentos da sociedade possibilitando controle social e transparência nas decisões e procedimentos e a articulação das ações de habitação à política urbana (BRASIL, 2004b).

Os principais componentes da Política Nacional de Habitação são: o Sistema Nacional de Habitação (SNH), o Plano Nacional de Habitação, o Plano de desenvolvimento institucional e capacitação, o Sistema de informação, monitoramento e avaliação e a Política fundiária para a habitação, além da Modernização da produção habitacional, da Política de locação de imóveis (BRASIL, 2004b).

De acordo com o Ministro das Cidades, Olívio Dutra (2004) “o Sistema Nacional da Habitação será descentralizado, buscando aproveitar as iniciativas de governos estaduais e municipais e de investidores privados”. A União se incumbiria de elaborar políticas e garantias aos projetos que se mostrem adequados e regular a HIS através de um fundo. O SNH está dividido em dois subsistemas: Habitação de Interesse Social (SHIS) e

Habitação de Mercado (SHM). O SHIS pretende atender à fatia da população que tem baixa capacidade de pagamento, com presença intensa de recursos públicos. Já no SHM "a iniciativa privada atuaria intensamente em famílias com renda a partir de cinco salários mínimos, inclusive com parcerias público-privadas e incentivo à produção" (DUTRA, 2004). O que o Ministério das Cidades espera é que à "medida em que o mercado formal se aquecer e der conta do financiamento à classe média e alta, gradualmente os recursos do FGTS serão focados para o atendimento das necessidades de população de renda mais baixa." (DUTRA, 2004).

2.1.4. O fator custo e a segregação na HIS

O principal componente da questão da habitação para usuários de baixa renda é o fator econômico. Desde o início dos anos 30, um dos grandes objetivos de engenheiros e arquitetos, era a redução de custos de produção com a intenção de criar facilidades para os trabalhadores construírem suas próprias moradias. Diferentes enfoques foram debatidos nessa época, como: "racionalização e simplificação dos sistemas construtivos, redução do padrão dos acabamentos e dos pés direitos, mudança do código de obras, estandarização das unidades, normatização dos materiais, combate à especulação imobiliária e viabilização do acesso à periferia" (BONDUKI, 1998).

Segundo Silva (1982), não se pode conter os custos através da redução do tamanho nem da qualidade das habitações, ou seja, o rebaixamento do padrão de acabamento e conforto e a diminuição pura e simples do tamanho da moradia conjunta e comumente utilizadas devem ser substituídos pela "busca de materiais e processos construtivos que barateiem o custo unitário da obra". A discordância entre o preço das habitações e a renda das classes mais baixas, como demonstra Silva (1982), só tende a aumentar. Os condicionantes econômicos são os mais decisivos, prevalecendo sobre os técnicos tanto na escala das habitações como dos conjuntos habitacionais e do desenho urbano, quando se trata de HIS. Ainda segundo o autor "a complexidade do problema reside na dificuldade de compatibilizar a qualidade do produto com a escassez de meios e recursos". Com relação à renda mínima das famílias, Silveira (2000) é mais enfático:

Construir habitações para a população sem renda é realmente uma tarefa difícil. Nenhum órgão financeiro irá apostar em rendimento futuro de população considerada improdutivo. Com renda mínima também é impossível, uma vez que nada se pode retirar do salário mínimo, já insuficiente para o sustento e manutenção de uma família.

Apesar de ter sofrido uma enorme defasagem ao longo de duas décadas, a partir da implantação do Plano Real em 1994, a correspondência entre o Salário Mínimo (SM) e o CUB/RS apresentou uma queda de 28,64%⁴ na última década. Em 1970, um metro quadrado correspondia a 1,87 SM, em 1990, a 5,37 SM e em 2005, a 2,81 SM. Assim,

⁴ Números calculados pela autora a partir de dados retirados de: <http://www.portalbrasil.net/salariominimo.htm>, www.sinduscom-rs.org.br, acesso em novembro de 2005.

não se justifica mais a continuidade do processo de miniaturização dos projetos nem a contínua redução da qualidade das habitações (SILVA, 1982), pois se percebe que o poder de compra das camadas de baixa renda está sendo retomado. Confirma-se assim o raciocínio exposto por Silva em 1982, de que este fenômeno não poderia persistir por muito tempo. Mas o autor alerta que “devemos nos habituar a conviver com a idéia de que o alojamento compacto é uma imposição lógica e de certo modo inevitável do contexto econômico das nações subdesenvolvidas” (SILVA, 1982).

Uma parceria IBGE-CAIXA, pesquisa sistematicamente a construção civil, publicando o que chama de Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI, com estimativas regulares do custo médio por metro quadrado de construção nas grandes regiões do país (IBGE, 2005). O SINAPI foi adotado desde 2002 pelo Congresso Nacional, através da Lei de Diretrizes Orçamentárias - LDO, como referência para delimitação dos custos de execução de obras públicas. Em dezembro de 2005, “o custo nacional por metro quadrado passou para R\$543,13, dos quais R\$317,30 relativos aos materiais e R\$225,83 à mão-de-obra” (IBGE, 2005).

A solução deste problema “custos” é de ordem política e não técnica, ficando, assim, fora do alcance dos projetistas. O que cabe então aos técnicos é minimizar os efeitos negativos do fator econômico sobre o processo de produção das moradias. Utilizando da melhor forma possível os recursos insuficientes ou otimizando o emprego de técnicas e recursos colocados à sua disposição (SILVA, 1982). Segundo Monteiro (2004), são as decisões de tipologia habitacional, implantação urbana, técnica construtiva e materiais a serem empregados na construção, ou seja, aquelas tomadas na fase de projeto que determinam a maioria dos custos designados ao morador. Assim o projeto influencia, direta e indiretamente, os gastos com transportes, manutenção, possíveis ampliações e adequações da moradia, energia elétrica, abastecimento de água, tratamento de efluentes, taxas e demais impostos urbanos.

Szücs (2000) afirma que a causa principal do conflito entre morador e moradia é a priorização do fator custo em prejuízo de requisitos de qualidade: construtivos, funcionais, de conforto e estéticos. A economia deve ser encarada a longo prazo, com um projeto adequado e flexível, dispensando gastos de apropriação dos usuários às necessidades que surgem ao longo do tempo, dotando as habitações de longa vida útil (ROSSO, 1980). Quando isto não acontece, as famílias arcam com grandes gastos em reformas ao longo do tempo, que muitas vezes não resolvem verdadeiramente os problemas das habitações. Também os hábitos e costumes dos futuros moradores são muitas vezes desconsiderados em projetos que impõem modos de vida distorcidos de seus contextos culturais (SZÜCS, 2000).

A limitação e economia, em todos os itens, resulta em diminuição da relação qualidade-custo. Mascaró (2004) afirma que isso ocorre em conseqüência do desconhecimento da influência relativa de cada variável no custo total da obra. Rosso

(1980) acredita ser essencial o total domínio de custos, através de avaliação do desempenho dos materiais e dos componentes assim como o ônus da conservação, da manutenção e da operação de uma edificação durante a vida útil. Essa vida útil é muitas vezes prolongada, devido à produção insuficiente. Apesar de deficientes e obsoletas, de estarem no limite das condições mínimas de segurança e habitabilidade, essas sub-habitações continuam a ser utilizadas como a única alternativa de moradia para a maioria da população (LUCINI, 2003). Diante dessa situação Rosso (1980) considera como alternativa obrigatória “dar algo a todos em lugar de tudo a alguém”.

Silva e Silva (1989) relaciona, ainda, outros fatores que interferem nos custos das habitações, como a inadimplência que condiciona os financiamentos à presumível capacidade de pagamento das famílias; a tentativa de diminuição de custos com a utilização de terrenos distantes e precários; a opção por casas-embrião para abrigar famílias numerosas; a utilização de material de construção de terceira categoria e também a péssima qualidade dos serviços.

Abiko (1998) destaca os três principais fatores que interferem nos custos da habitação: a mão-de-obra, os materiais de construção e a “terra urbana⁵”. Afirmando que esta última foi a que mais pesou nos últimos anos. Há também o consenso entre estudiosos da provisão de habitação de interesse social de que a “terra urbana” é a principal razão da inacessibilidade da população de baixa renda à moradia digna, onde a unidade em si teria uma evolução progressiva ao longo do tempo, à medida da obtenção de novos recursos (WERNA, 2001). Assim, o terreno estaria configurado como viabilizador da habitação (SILVEIRA, 2000). Sem condição de pagar o preço do espaço dotado de infra-estrutura, equipamentos e serviços, à população de baixa renda só resta ocupar áreas carentes e sem saneamento básico. Esta alternativa tem caracterizado cada vez mais a paisagem urbana (PICARELLI, 1986).

O preço da “terra urbana” implica na localização das moradias de grande parte da população de mais baixa renda. O fenômeno de retenção de terras e imóveis urbanos vazios que acontece no interior de Santa Catarina, no Norte do Paraná e do Rio Grande do Sul, entre outros, é um dos motivos dos preços inacessíveis e da carência habitacional. Por meio da valorização do terreno, esta especulação beneficia apenas o proprietário, já que “parte desses vazios ociosos está servida por infra-estrutura que é paga por toda a comunidade (via poder público)” (MARICATO, 2001).

Rodrigues (2001) demonstra um estranho ciclo de produção social da cidade, onde aqueles que têm baixos salários lutam para adquirir lotes, constroem suas casas, organizam-se para obter serviços públicos e melhorias. Mas muitas vezes a “valorização” do lugar faz aumentar demais o preço da terra e os impostos, empurrando parte dos que

⁵“Terra servida por infra-estrutura e serviços (rede de água, rede de esgotos, rede de drenagem, transporte, coleta de lixo, iluminação pública, além dos equipamentos de educação, saúde etc.)” (Maricato, 2001)

lutaram para mais longe, recomeçando a produção social da cidade em outro lugar e beneficiando mais uma vez somente aos proprietários de terras.

Para que a terra nua ofereça condições viáveis de moradia e se torne um pedaço de cidade, são necessários muitos investimentos. "Como esses investimentos conferem rendas aos proprietários fundiários e imobiliários, a disputa pelas localidades e pelos investimentos públicos nas cidades é crucial". Maricato (2001) afirma que a exclusão territorial deve ser enfrentada com a ampliação do acesso ao mercado legal e a recuperação das áreas degradadas ocupadas irregularmente.

A localização da família na cidade implica no seu acesso ou não aos benefícios oferecidos no espaço urbano, influenciando também na possibilidade de usufruir das vantagens e das desvantagens que ela oferece. Essa inserção ou exclusão social é determinada pela localização da família, pois é a partir dela que acontecerá ou não o acesso a uma série de benefícios urbanos, tais como água, luz, esgoto, serviço de saúde, educação, cultura, recreação e outros. Silva e Silva (1989) afirma que a segregação social é funcional ao sistema, garantindo "a reprodução da força de trabalho a baixo custo e os padrões de expansão urbana". Por representar esta porta de entrada aos serviços urbanos, a habitação não pode ser vista como mero abrigo. Entende também que "a escassez de moradia expressa o nível de desigualdade e a concentração de renda implantados pelo capitalismo enquanto sistema de produção" (SILVA e SILVA, 1989).

Rodrigues (2001) afirma que a segregação espacial pode ser percebida na diversidade não apenas de tamanhos e características das casas e terrenos, mas na diferença de infra-estrutura de equipamentos e serviços coletivos, já que estas casas e terrenos não foram ocupados em tempos diferentes e não o serão 'com o passar do tempo'. Esta produção diferenciada das cidades "refere-se à capacidade diferente de pagar dos possíveis compradores, tanto pela casa/terreno, quanto pelos equipamentos e serviços coletivos" (RODRIGUES, 2001). Lucini (2003) aponta ainda outros fatores que reforçam a segregação espacial das cidades e a expansão periférica descontrolada, como as características das tipologias habitadas, a distância do trabalho, a segurança, além do forte déficit estrutural de moradias e o reduzido mercado de aluguel, diferenciando assim o nível econômico do usuário.

A questão habitacional não é somente um aspecto técnico, uma carência de pesquisas de tecnologias apropriadas a cada caso particular que se estude. Ela também engloba estratégias políticas que proporcionem distribuição de renda, gerando consumidores, desenvolvimento econômico e por conseqüência uma melhor distribuição espacial da população (PELLI, 1989; SILVEIRA, 2000). Podemos confirmar este pensamento em outro texto:

Seria ingênuo acreditar que o simples fornecimento de moradia digna dispense a adoção, simultânea e com igual ênfase, de programas de eliminação da pobreza e da miséria, como ações do tipo "renda mínima" e de geração de emprego e renda (Instituto Moradia, 2000).

Assim como afirma o Instituto Moradia (2000), "é preciso registrar que o custo decorrente de não fazer é muito mais alto do que o de fazer o necessário para garantir moradia e vida dignas". As faixas da população de melhor nível de renda devem ser alertadas sobre a reversão no processo de degradação das cidades brasileiras e suas conseqüências sociais (violência, horas perdidas no trânsito) e ambientais (poluição e inundações) que afetam a todos. Onde a verdadeira e previsível transformação é a melhora na sua própria qualidade de vida.

2.1.5. Técnica, tecnologia e sistemas construtivos

Para que se possa estabelecer uma relação entre técnica e tecnologia, produção e produto e também sistemas construtivos, apresentam-se as definições, extraídas de alguns autores e que procuram, cada uma delas, esclarecer ou dar ênfase a determinados aspectos. A técnica surgiu quando o homem produziu o fogo e fabricou suas primeiras armas e ferramentas. Sendo aperfeiçoadas e transmitidas de geração em geração como conhecimento prático e de capacidade de indivíduos ou grupos sociais. Assim, manusear uma colher de pedreiro ou assentar um tijolo é a utilização de uma técnica que envolve conhecimento básico, mas não uma tecnologia (ABIKO, 2003). Katinsky (1989) define a técnica "como conjunto de procedimentos para produzir bens, alterando a natureza", e tende sempre à estabilidade de procedimentos. Segundo Abiko (2003), a "técnica é um saber fazer que caracteriza a presença de uma cultura humana".

Quando os gregos e romanos uniram o conhecimento científico à atividade prática da construção de objetos, a tecnologia 'nasceu'. Tendo como caráter fundamental a transformação permanente, "a tecnologia é o estudo sistemático da técnica e a aplicação técnica das descobertas científicas" (KATINSKY, 1989). Abiko (2003) argumenta que a tecnologia é "solução de problemas técnicos por meio de teorias, métodos e processos científicos", ou seja, é um estudo científico dos materiais e dos processos utilizados pela técnica. Configurando-se, então, como o resultado do somatório de técnica e ciência, através da incorporação do domínio das técnicas ao conhecimento científico.

Segundo Viana (1989), a tecnologia não é nada mais que um conjunto de conhecimentos aplicados à produção de bens, incluindo as técnicas que permitem a organização e a eficiência do processo produtivo. Rosso (1980) chama de tecnologia aos meios que permitem transformar insumos em produtos, ou seja, a matéria-prima (técnicos, instalações e equipamentos) de que resultam as edificações. E lembra do papel social do arquiteto, onde através do domínio da tecnologia alcança a eficiência máxima do processo de construção e a satisfação da necessidade humana de abrigo.

Ainda Krüger (KRÜGER, 2000b) afirma que quando utilizada, a tecnologia deve atender critérios de segurança, eficiência e eficácia⁶. Também sempre que possível deverá buscar a “redução da complexidade, sendo que este fato não deve ser confundido com redução de qualidade ou de transformação em tecnologia pouco eficaz”. Para Mascaró (1991) “a tecnologia é o conhecimento dos princípios da ciência aplicados à construção, o que permite realizar a equação necessidades-disponibilidades, com criatividade, dando às populações o melhor possível, com os menores custos operacionais”. O autor apresenta uma maneira alternativa e de enfoque parcial, para a escolha de técnicas de produção e tecnologias a serem usadas em países de capital escasso, avaliando se são produtivas, não perigosas e principalmente se acrescentam menores custos no emprego.

Para Picarelli (1986), a construção de habitações é essencialmente uma opção tecnológica, mas esta opção não se restringe ao caráter técnico-profissional. Nela implicam opções políticas, sociais, culturais e econômicas. Segundo a autora o problema crucial a enfrentar é a seleção tecnológica, principalmente num país de grandes dimensões como o nosso, onde geralmente os mesmos sistemas construtivos são adotados em regiões com características sociais, econômicas, políticas e ambientais bem diferentes, podendo resultar ou não em tecnologias adequadas ao contexto em questão.

Ao conjunto de elementos de construção que mantém determinadas relações entre si, Picarelli (1986) denomina sistema construtivo (SC). Sendo assim, um conjunto de partes que se completam e interagem, da produção à montagem, utilizando materiais, mão-de-obra e equipamentos, diferentes qualitativa e quantitativamente, conforme o SC. (PICARELLI, 1986). Sintetiza:

O sistema habitação é composto de elementos que mantêm entre si determinadas relações para atingir e dar como resultado um produto, que responda às necessidades de uma determinada população e que possua características próprias, sociais, culturais e políticas. Deverá ainda responder as exigências relacionadas a produção.

Um sistema construtivo seria composto de vários subsistemas e estes formados por materiais componentes e elementos. “Os *materiais* sofrem transformações para construir os *componentes* que, a partir de uma regra de combinação dão origem aos *elementos*. Estes adicionados a outros elementos constituem o *subsistema* que somados entre si configuram o *sistema construtivo*” (PICARELLI, 1986).

Para a implantação de novos sistemas construtivos são necessárias maior habilitação profissional e aprimoramento técnico do que nos tradicionais. Assim, os grupos interessados em evitar ou atrasar as mudanças tecnológicas, por medo de prejudicarem seus interesses econômicos, justificam este posicionamento com a função social da construção como empregadora de mão-de-obra não qualificada, dificultando o processo de mudança (MASCARÓ, 1989b). Para o autor, a tecnologia adotada em cada

⁶“Se por um lado eficácia é a ‘capacidade de fazer’, de cumprir um objetivo, por outro lado a eficiência é a ‘capacidade de fazer bem-feito’” (WERNA, 2001).

situação é determinada por interesses de classe e valores sociais e econômicos dos que fazem a opção e lembra dos problemas de natureza política nas mudanças tecnológicas. Podemos acrescentar que geralmente são adotados sistemas construtivos tradicionais, desconsiderando outras possibilidades construtivas que possam estar presentes na região de implantação.

Dentre os aspectos e conceitos referentes à técnica e à tecnologia apresentados aqui, serão adotados para constituir este trabalho os mesmos enunciados por Abiko (2003), pois estes diferenciam de maneira satisfatória estes termos. Também é adotado o conceito apresentado por Picarelli (1986) para sistema construtivo, pois este direciona a um entendimento claro de como o desempenho de sistemas construtivos pode ser melhor estudado, avaliado e empregado com eficiência.

Dentro do conceito geral de técnica e tecnologia, há autores que defendem uma tecnologia que venha a satisfazer os anseios dos indivíduos de uma maneira simples, sem grandes processos ou instrumentos sofisticados. A esta tecnologia alguns autores dão o nome de apropriada ou adequada, porque lidam diretamente com a cultura local.

2.1.6. O conceito de Tecnologias Apropriadas e Adequadas (TA)

As críticas e contestações aos valores sociais e éticos da sociedade, sentidas cada vez mais nos anos 60, resultaram no surgimento de inúmeras terminologias no âmbito da tecnologia, adjetivando-a como intermediária, alternativa, correta, apropriada, adequada entre tantas outras. Todas com pequenas diferenças, mas apresentando a mesma postura em relação às tecnologias modernas com seus prós e contras (ABIKO, 2003).

O termo tecnologia apropriada (TA) foi utilizado primeiramente por Ernest Schumacher, atribuindo-lhe quatro critérios: pequeno, simples, barato e pacífico (SCHUMACHER, 1973 apud ABIKO, 2003). Assim, ela pode ser posicionada "entre a mais primitiva técnica da idade da pedra e a mais sofisticada tecnologia informática", ou então, sendo mais simples, barata e livre do que a tecnologia dos países desenvolvidos, mas ao mesmo tempo amplamente superior à tecnologia primitiva (KRÜGER, 2000b).

Esta tecnologia relaciona conhecimento 'técnico' e conhecimento local, agregando o poder humano sobre técnicas, objetos materiais e conhecimentos à satisfação das necessidades, sobretudo da maioria pobre, onde estes participam e controlam a produção e o uso, frente às condições locais (DUMKE, 2002). Krüger (2003) cita alguns aspectos básicos das tecnologias apropriadas: baixo custo; uso de materiais locais; uso intensivo de mão de obra; ocorrência em pequena escala de produção; a possibilidade de ser entendidas, controladas e conduzidas autonomamente pela comunidade; execução simples; implementação em comunidade; utilização de recursos descentralizados; flexibilidade para adaptações e outros. Em seus trabalhos, Krüger (1998, 2003) afirma

que do ponto de vista da aplicação de Tecnologias Apropriadas, cinco aspectos fundamentais devem ser considerados quando da avaliação de Sistemas Construtivos: Adequação da construção ao clima; Adequação ao uso de materiais locais e ao uso de recursos naturais; Medidas para racionalização da construção; Medidas para auto-ajuda; Medidas para redução do custo final da habitação.

A participação da população na definição do projeto e na construção das moradias, além de evitar futuras reformas, conduz a um efeito multiplicador da tecnologia. Essa participação de todos os reais interessados na solução do problema, se interagindo e decidindo sobre a escolha é que concretizará a tecnologia como adequada (PICARELLI, 1986). As características locais devem ser consideradas integralmente para que haja a adequação tecnológica, ressaltando dois aspectos fundamentais: recursos humanos e recursos naturais. A aplicabilidade das TAs é relacionada à localidades pobres onde há desemprego e escassez de recursos de capital. Possui aplicação "na micro-escala da construção de moradias para a população de baixa renda", onde pode ser altamente favorável (KRÜGER, 2000c).

Abiko (2003) salienta a idéia errada de que a tecnologia apropriada é mais simples que a tecnologia convencional e que qualquer indivíduo é capaz de utilizá-la. Além disso, aponta a desconfiança em relação ao comportamento dos novos materiais, como os painéis pré-fabricados em contraposição às casas construídas com alvenaria de tijolos maciços, material este convencional e tradicional com desempenho reconhecido ao longo dos anos. Cita como exemplos de materiais de construção promissores estudados não só o solo-cimento, mas também cimento com fibras; blocos de solo estabilizado; pozolanas; cimento produzido em fábricas de pequeno porte, resíduos industriais e agroindustriais. A tabela 2.2 apresenta uma comparação entre as diversas características das tecnologias tradicionais, modernas e adequadas.

Tabela 2.2: Características das técnicas tradicionais e da tecnologia moderna e apropriada.

	Tradicional	Moderno	Apropriado / Adequado
Materiais	Simples Matérias primas locais Retirados ou produzidos no local Utilização de poucos componentes	Sofisticados Matérias primas de diversos locais Produzidos fora do canteiro Frequente a pré-fabricação de componentes	Simples ou sofisticados Matérias primas locais Produzido de forma racionalizada no canteiro Pré-fabricados que não necessitam de equipamento pesado
Produção	Escala muito pequena Entendida, controlada e mantida pelo usuário Decisões individuais	Grande escala Estendida e controlada por especialista Decisões centralizadas	Escala pequena Entendida, controlada e mantida pelo usuário Decisões individuais ou coletivas
Mão-de-obra	Intensiva Usuário ou pequenos construtores	Parcialmente substituída por Empregada e terceirizada	Intensiva Usuário ou pequenos construtores
Energia	Pouca Não comercializada e local	Muita Comercializada	Pouca Comercializada e local
Equipamentos	Ferramentas simples	Equipamentos especializados	Ferramentas simples
Capital	Pouco ou nenhum	intensivo	pouco
Organização	Simples	Complexa, só parcialmente no canteiro	Complexa, na maioria no canteiro
Transportes	Homem e animais	Máquinas especializadas	Máquinas leves

Fonte: (ABIKO, 2003).

Para Abiko (2003) a tecnologia contém grande carga ideológica, estando 'presa' ao modelo de desenvolvimento desejado, e que este está 'preso' ao modelo de desenvolvimento político e econômico vigente. Para Moreira (1997) a escolha por uma tecnologia não é um ato neutro, puramente técnico ou racional. A seleção de tecnologias modernas ou adequadas não acontece pela análise de qualidades ou atributos da própria tecnologia, mas depende dos homens e das circunstâncias, bem como da história e das culturas locais.

Picarelli (1986) aponta quatro questões básicas a serem contempladas no processo de decisão tecnológica:

O que produzir é uma questão que envolve a natureza, a qualidade e a quantidade de produtos requeridos pela sociedade, em geral, e por cada comunidade, em particular. **Como produzir** implica disponibilidade de formas alternativas de produção, com relação às quais pode estabelecer vantagens e restrições. **Com que produzir** é uma questão econômica que requer a avaliação dos recursos necessários, sua disponibilidade na comunidade ou a viabilidade de seu fornecimento externo. **Para quem produzir** e, por sua vez, uma questão diretamente vinculada aos mecanismos de distribuição. A coerência entre a primeira e a última destas questões, o que produzir e para quem produzir, vai refletir a eficiência social dos sistemas de suprimento de produtos habitacionais.

Por ser etapa relativamente menos custosa e também a possibilidade de verificação de sua adequação frente à realidade, a etapa de seleção e avaliação da tecnologia tem mais importância que a etapa de geração. Assim, quando aplicada à habitação deve procurar atender a uma série de critérios ligados às condições determinadas pelo local: adaptação geográfica; conforto térmico; emprego de materiais locais; efeitos sobre o ecossistema local, a água e a atmosfera; aproveitamentos de capacidades locais; efeito sobre as culturas locais; participação da comunidade; possibilidade de ampliação e melhoria; custos; viabilidade financeira (MOREIRA, 1997).

Lúcia Mascaró (1989) identifica a necessidade de mudança social e política para se pensar em mudança tecnológica. Onde a crítica e rejeição às alternativas tecnológicas existentes dependentes e secundárias, deva ser substituída pela "elaboração teórica e execução prática de tecnologias adequadas às nossas características regionais". É preciso conhecer todas as alternativas tecnológicas para se escolher a mais adequada ao caso em questão. A combinação de restrições e disponibilidades e a análise criteriosa das características e técnicas de uso de cada material, resultará na "criação de "ferramentas alternativas", que refletirão a capacidade, os costumes, a cultura local e, até o tamanho das pessoas [...]", nascendo assim a chamada Tecnologia Adequada (MASCARÓ, 1991).

Para Mascaró (1991) "[...] a tecnologia adequada é aquela que permite realizar uma obra com qualidade aceitável, ao menor custo possível." E acrescenta:

[...] não há dúvidas que, para produzir ou escolher uma tecnologia adequada, é necessário ter o domínio da tecnologia convencional, na sua versão mais avançada, se possível, pois será a partir desse conhecimento que a escolha far-se-á criteriosamente. A consciência de que a adequação da tecnologia muda com o espaço-tempo, e o usuário ao qual está destinada, também é de fundamental importância, assim como a consciência da sua validade temporal e de seu caráter emergencial.

Apesar de muitos autores se referirem a estas tecnologias anteriormente mencionadas como “apropriadas”, para este trabalho preferiu-se utilizar a expressão “Tecnologias Adequadas” apresentada por Picarelli (1986):

[...] por se entender que num primeiro nível é necessário a adequação como resposta a um projeto habitacional: a apropriação deverá se dar em um segundo nível. Assim um SC deverá ser primeiramente adequado a uma determinada situação para então ser apropriado. Pode-se supor que nem toda a tecnologia apropriada, ou seja, conhecida, possuída, tomada como propriedade, seja adequada a resolver uma situação problema. Porém toda tecnologia adequada deverá ser apropriada.

No ponto de vista desta dissertação, as análises decorrentes dessa pesquisa, buscarão identificar como as tipologias estudadas se relacionam aos vários aspectos das tecnologias adequadas, principalmente no que diz respeito ao conforto ambiental.

2.1.7. Aspectos ambientais das Tecnologias Adequadas

Atualmente, as tecnologias são consideradas adequadas quando focalizam especialmente critérios relativos ao meio-ambiente e à sustentabilidade (ABIKO, 2003). Assim, acredita-se que os aspectos ambientais de uma construção devem ser tão relevantes quanto os aspectos técnicos e econômicos.

Considerando-se que o ato de construir é fundamentalmente uma intervenção no ambiente, onde além do local construído ser irremediavelmente modificado, são gastas grandes quantidades de recursos naturais. É imprescindível que se atente para os aspectos ambientais no desenvolvimento de sistemas construtivos, na tentativa de minimizar os prejuízos ao ambiente natural, não somente pensando no bem estar das sociedades atuais, mas relacionando-o também com o das gerações futuras (Protocolo de Kioto). Configura-se assim a função social do “construir ecológico”. Já os aspectos sócio-econômicos devem ambicionar a entrega de habitações que ofereçam não somente um abrigo às intempéries, mas também, acesso à infra-estrutura básica e possibilidades de crescimento econômico e social. Esses aspectos ambientais e sociais, além dos técnicos e econômicos, que devem ser analisados quando se trata da construção de moradias para a população de baixa renda, são os que apontam para o conceito de TA como o mais acertado (KRÜGER, 2000c).

Krüger (2000a) questiona a maneira como os avanços tecnológicos vêm ocorrendo, quando identifica a “forte correlação entre estilo de desenvolvimento e degradação do meio ambiente” e reconhece que é necessário conter os efeitos causados por esta forma impactante de desenvolvimento. Quando se busca “melhor desempenho com menor custo, melhor investimento e maior integração do homem com o meio”, não se podem copiar sempre materiais e técnicas de países onde as condições naturais são totalmente diferentes, sobretudo clima, paisagem e cultura. O caminho a seguir deve ser a pesquisa de todas as condicionantes locais, no sentido de adequar a tecnologia às condições impostas pela natureza (SILVEIRA, 2000).

Os princípios das TAs têm interferência também sobre o planejamento das cidades, onde “o respeito à topografia, a previsão de lagoas de oscilação e infiltração, o direcionamento das ruas conforme a orientação solar e dos ventos, o dimensionamento diferenciado das ruas conforme suas funções”, apontam para a otimização de recursos naturais, a adequação às questões energéticas e de conforto ambiental (DUMKE e KRÜGER, 2000). A altura dos edifícios também deve ser coerente com a escala humana, respeitando questões históricas e culturais locais e também de suprimento de recursos.

Para que aconteça uma adequação tecnológica, um dos principais aspectos a ser considerado é o clima, assim quando se aborda a questão climática e sua relação com o uso de recursos energéticos, é preciso lembrar que prover abrigo ao homem é uma das principais funções da arquitetura. Neste sentido é essencial considerar as “condições de habitabilidade ou de conforto de uma edificação, expressas como um conjunto de fatores que conduzem ao bem-estar físico e mental de uma pessoa em determinado ambiente” (KRÜGER, 2000a). Neste sentido a Arquitetura Bioclimática se relaciona com o conceito de TA onde as “técnicas passivas de condicionamento propiciam adequação ao clima e eficiência energética na obtenção do conforto térmico na arquitetura”, de maneira a se obter habitabilidade com baixos custos (DUMKE e KRÜGER, 2000).

2.1.8. Tecnologias das habitações no Brasil

O ponto em comum que se observa, quando o foco é a produção de conjuntos habitacionais de pequeno, médio e grande porte é a tendência à padronização dos projetos, de edificações e urbanísticos, que são reproduzidos em todo o país, desprezando aspectos extremamente relevantes quanto à adequação às realidades sócio-econômicas, culturais e principalmente climáticas onde se implantam. O resultado são as patologias construtivas comuns, o consumo excessivo de energia elétrica, em alguns casos o comprometimento da saúde física e psicológica dos moradores, mas principalmente o não atendimento de suas exigências humanas básicas (ALUCCI et al, 1986).

A qualidade necessária, tanto das edificações como da vida dos ocupantes é ignorada quando o que se busca é a redução de custos. As paredes têm suas espessuras reduzidas acompanhando a evolução do concreto, negligenciando o isolamento e as condições de conforto térmico e acústico e, também, permitindo, por sua mínima espessura e revestimentos, que a umidade se infiltre pelas fissuras. As coberturas, em geral, são de telhas de cimento-amianto, sem bom desempenho térmico, uma vez que foram concebidas para armazenar calor. Estas coberturas têm melhor conforto térmico se forem executadas com telhas cerâmicas comuns apesar de apresentarem um custo mais elevado (SILVEIRA, 2000).

Neste sentido pode-se citar a tecnologia das casas de madeira que já faz parte da cultura popular da Região Sul, tendo execução fácil e rápida por um pequeno grupo de pessoas (SILVEIRA, 2000). Mas este tipo de construções para a população de baixa renda teve seu número reduzido pela falta de financiamento e também por haver uma série de preconceitos quanto ao seu conforto, durabilidade e custos por uma parcela da população que acredita na alvenaria como sistema construtivo de qualidade (BOGO e BARTH, 2003). Mesmo assim, a madeira aparelhada e a alvenaria aparecem na maioria das habitações da Região Sul.

Lemos (1996) acredita que a alvenaria de tijolos foi primeiramente adotada pelos milhares de imigrantes que vieram criar nova força de trabalho na produção do café e povoar as terras ociosas da Região Sul, trazendo seus hábitos e costumes e também sistemas construtivos que foram condicionados aos trópicos com interessantes adaptações, dentre elas o puxado da cozinha em detrimento ao fogão central. Apesar dos alemães serem os primeiros pedreiros em São Paulo, "foram os operários italianos realmente que popularizaram a alvenaria de tijolos em construções urbanas, fazendo as suas próprias moradias". Foi a partir de obras do proletariado e das obras suntuosas dos fazendeiros abastados que o tijolo se consolidou. A classe média que ainda acreditava na segurança e eficácia da taipa adotou a nova técnica construtiva "copiando e ampliando o partido da pequena casa do operário imigrante de corredor descoberto, a primeira a ter janelas laterais, além daquelas abrindo para a rua". Independente da diferença extrema no tamanho e no número de cômodos, as casas antigamente eram construídas com as mesmas pedras e taipas, cobertas com as mesmas telhas e se pareciam muito (LEMOS, 1996).

Contrariamente, nos dias atuais, onde a tecnologia formal busca determinados padrões de conforto, qualidade e segurança, a tecnologia da marginalidade se desenvolve conforme as necessidades básicas e o mercado de produção de bens e serviços do grupo social que se insere. Esta nova tecnologia da marginalidade manipula com flexibilidade "todo tipo de materiais e elementos novos, usados ou semidestruídos [sic], produtos industriais especificamente destinados à construção e também os destinados a qualquer outro fim, e materiais de origem natural". Pelli (1989) acrescenta:

Nenhuma especulação pode ocultar que seu produto é miserável, que o preço pago, em termos de segurança e de nível de vida, é alto e que por outro lado, seu resultado físico, tanto no caráter daquilo que foi construído como no modo de ocupação territorial, é a expressão irritante de uma situação social de grave conflito não resolvido. Mas essa "tecnologia", se conseguirmos examiná-la prescindindo da valorização de seus resultados segundo padrões "convencionais", exhibe aspectos que não são desprezíveis em um inventário realista das disponibilidades de recursos para a resolução integral dos problemas do habitat em nosso subcontinente.

Turner (1989) afirma que é preciso aprender com a população mais pobre, que fez muito mais por si mesma que os mais ricos. Estes milhões de "pessoas comuns" demonstram sua capacidade fazendo suas próprias casas, nas periferias das cidades de

países de rápida urbanização, apesar de todas as restrições impostas, com grande economia no uso de recursos. Segundo o autor a grande lição tirada é que estas são “ações locais” e que somente as organizações locais têm capacidade de realizá-las de forma econômica. Para Krüger (2000c) essas construções por auto-ajuda traduzem a verdadeira tradição da arquitetura, de tentativa e erro, apesar de reconhecer que a maioria das soluções não oferece condições mínimas de habitabilidade. Dumke (2002) corrobora com esta idéia:

A tipologia construtiva e o uso de materiais construtivos encontram-se definidos [ao redor do globo] mais por zonas climáticas que por fronteiras territoriais, o que evidencia a constante busca de melhores condições de conforto térmico. Assim, as expressões construtivas de forte caráter regional são as que possuem estreita relação com a natureza de seu entorno, resultado de uma urgente necessidade biológica.

Lucini (2003) identifica não só a dêseconomia das autoconstruções, mas também problemas de ordem climática com grandes áreas de fachadas contendo volumes construídos mínimos, resultando em grande exposição aos fatores climáticos para construções situadas em climas adversos. “Ora, a imensa maioria da população não pode imaginar formas de habitação muito diferentes das que conhece” (BONDUKI, 1998). Lucini (2003) também aponta para uma defasagem tipológica do produto-habitação, onde a relação custos de exigências técnicas x validade funcional e qualitativa mínima acaba por excluir este produto do mercado e gerar a necessidade de alternativas. Segundo ele: “[...] a resposta a exigências qualitativas ambientais e construtivas e à possibilidade de adaptação no tempo deveria estar garantida em todas as opções espaciais e construtivas”. O mesmo autor afirma da necessidade de “incorporação de um conjunto de exigências de desempenho”, sem aumentos de custos, de modo a ampliar a vida útil das edificações, mas sem dúvida com mudanças nos sistemas de produção de edificações.

Também a “padronização” implantada pela própria política habitacional do BNH (anos 1970 e 1980) na produção da habitação pública nas periferias urbanas incontestavelmente criou uma homogeneização tipológico-produtiva. Justificada como essencial para o controle de custos, ela ignora o perfil demográfico e cultural da população, a complexidade dos processos produtivos e as condições climáticas e topográficas e estereotipa o usuário ou morador (LUCINI, 2003).

A imensa variedade de situações inerentes ou não às dimensões continentais do Brasil, como por exemplo, clima, cultura, população, capacitação de mão-de-obra, disponibilidade de matérias-primas, materiais e equipamentos, conhecimento de técnicas construtivas e tantos outros fatores devem ser corretamente pesquisados. Para que se possa estabelecer uma unificação de linguagem, qualificando e atualizando a mão-de-obra, mas lembrando sempre que as técnicas construtivas não podem ser generalizadas de norte a sul do país, elas devem ser adequadas a cada caso e local (PICARELLI, 1986; SILVEIRA, 2000).

Apesar de importantes e necessários no tratamento dos problemas construtivos e da demanda crescente por habitações, os novos materiais e processos construtivos não podem substituir vastamente ou relegar ao esquecimento as técnicas construtivas tradicionais. Conectar os avanços da tecnologia com as experiências comprovadas no passado pelo senso comum da população torna-se muito importante no sentido de melhorar e modernizar técnicas construtivas seculares com a inserção de tecnologias adquiridas pelo conhecimento científico (LOPES e INO, 2000).

A cultura popular é o grande obstáculo que tem muitas vezes retardado as inovações tanto de produtos como de técnicas (SILVEIRA, 2000). Estas tecnologias superadoras, independente de sua qualidade, autenticidade ou perspectivas de sucesso, “nunca serão adotadas de forma direta, textual e imediata pela estrutura social atual” (PELLI, 1989). Para a introdução de novas tecnologias terá que existir um processo de evolução, adaptado às condições atuais, com a inclusão inicial de elementos que não correspondam às metas finais. Por exemplo, inicialmente com a utilização de “materiais que no futuro terão de ser substituídos porque são originários ou produzidos em outras regiões, ou aos que requerem excessivo dispêndio de energia em sua fabricação, ou de capitais, o que implicaria em dependência indesejável de fontes externas de financiamento” (PELLI, 1989).

A construção de edificações duráveis, de bom padrão e desempenho técnico, mais econômicas em termos de custos de execução e manutenção se torna possível com projetos racionais e materiais de construção alternativos. Também a legislação pode dar abertura a novos materiais locais e mais adequados, se for discriminado o desempenho do elemento construtivo ao invés do material com que se executa (SILVEIRA, 2000).

2.2. Desempenho de Tipologias Construtivas

2.2.1. Qualidade e normalização na Habitação Social

Na década de 1970, a preocupação com a qualidade surgiu da grande pressão em acelerar a produção dos conjuntos habitacionais, buscando também a economia de tempo, materiais, mão-de-obra e custos. Conjuntamente com as numerosas discussões e experiências de base tecnológica em processos construtivos surgiram os questionamentos pela ausência de normalização e controle de qualidade na indústria da construção (BARON e MARTUCCI, 1995).

Para uma maior percepção do assunto, convém conhecer alguns conceitos que envolvem a qualidade. Segundo Coelho e Magalhães (2001) a abordagem da qualidade utilizada pela empresas evoluiu de um conceito restrito que era “conformidade com requisitos” ou “atendimento às normas” para níveis mais amplos e complexos, dependendo cada vez mais da resposta ou percepção dos usuários. Além desse, outros

critérios devem ser obedecidos atualmente como preocupação social, econômica e melhor relação custo-benefício do produto. Entendendo custo e qualidade como dimensões críticas de um produto, Rosso (1980) define qualidade como "a propriedade do produto [em] obedecer a todos os requisitos que lhe permitem um certo desempenho no uso, ou seja, o atendimento das exigências dos usuários, a um nível compatível com seus recursos". Para ele o produto deve sempre perseguir estes objetivos conflitantes: "minimizar os custos e maximizar a qualidade". E continua:

O grande desafio em termos de qualidade e quantidade que devem ser consideradas em conjunto, consiste portanto em *produzir em massa habitações de qualidade satisfatória*. Se a *continuidade* é fruto do *planejamento*, da *programação*, do *controle* e da *normalização*, a *otimização* é fruto da *pesquisa operacional* e da *investigação tecnológica* e da retro-ação. Otimizar a produção significa *otimizar o custo a paridade de qualidade*. O ambiente é algo mais que a soma de suas partes, assim exige mais ênfase para o fim do que para o meio. [...] o uso de materiais, componentes e as configurações que os mesmos podem assumir, devem ser considerados mais em relação aos resultados que podem ou devem propiciar em conjunto do que individualmente. Com baixas rendas per capita, um esforço muito grande deve ser feito para conseguir atender às exigências atuais e a escolha de níveis corretos de qualidade é essencial para obter algo para todos em lugar de tudo para alguns privilegiados (ROSSO, 1980).

Oliveira e Heineck (1998) afirmam que a qualidade não deve ficar restrita à análise e satisfação de exigências técnicas, mas deve englobar a perfeita identificação e satisfação das necessidades do cliente. Para Roméro e Ornstein (2003), o conceito de qualidade está nitidamente associado "ao desempenho satisfatório dos ambientes e das relações ambiente e comportamento - RAC", assim os aspectos do produto devem satisfazer às necessidades do usuário. Werna (2001) aponta ainda a grande influência que a qualidade dos projetos tem sobre as outras etapas, como por exemplo, o tempo e o custo na construção das unidades. Afirmando que "um projeto ruim pode comprometer o bom desempenho das moradias". Roméro e Ornstein (2003) indicam a etapa de projeto como a de menor custo e como portadora de fatia significativa de falhas. Picarelli (1986) afirma que muitas vezes apesar do projeto ser bem desenvolvido e a escolha de solução técnica estar teoricamente aprovada, há outros fatores que devem ser levados em conta, como a inadequação do sistema ao tipo de mão-de-obra disponível e o desconhecimento por parte do usuário da tecnologia adotada, impedindo sua posterior utilização nas ampliações desejadas.

De acordo com Souza et al (1995), a qualidade de edificações envolve a adequação ao uso e a satisfação total do cliente. Já Braga (1998) afirma que o uso inadequado pode comprometer a qualidade de um sistema construtivo e enfatiza:

A sua adequação está diretamente ligada à qualidade do desempenho da edificação na qual for utilizado, cujo desempenho, por sua vez, está relacionado às condições específicas do contexto, também específico, do local onde se destina a ser construída. Por estas razões, a certificação e homologação da qualidade de um sistema construtivo, através de testes laboratoriais e da avaliação da qualidade de seus subsistemas e componentes construtivos, não se esgota neste processo de avaliação e não garante a qualidade de todas as edificações nas quais se destina a ser aplicado. A garantia da qualidade de um sistema construtivo deve passar, portanto, pela

avaliação da qualidade de seus projetos, enquanto consistência técnica do produto, do processo construtivo e incluindo a concepção dos espaços que podem configurar nas edificações.

Oliveira e Melhado (2002) citam ainda diversas dificuldades para obtenção da qualidade no processo do projeto em empreendimentos públicos, dentre elas: rigidez da Lei de Licitações e Contratos (Lei 8.666-93), falta de comunicação projeto x obra, ausência de acompanhamento da obra pelos projetistas, fiscalização deficiente, contratação de projeto pelo menor valor, dificuldade e morosidade das licitações, despreparo das equipes técnicas, dificuldades em relação a desembolso financeiro, empreendimentos podem iniciar e terminar em gestões distintas e favorecimento no serviço Público.

Algumas peculiaridades do complexo processo de construção, no qual intervêm muitos fatores, são citadas por Souza *et al* (1995): indústria de caráter nômade, criação de produtos únicos e não seriados, produção centralizada (com operários móveis em torno de um produto fixo), grande inércia às alterações, mão-de-obra intensiva e não qualificada com baixa motivação no trabalho, trabalhos à mercê de intempéries e produto geralmente único na vida do usuário. Afirmam também que a grande diversidade de agentes intervenientes e de produtos parciais gerados ao longo do processo de produção afeta a qualidade do produto final, já que estes produtos incorporam diferentes níveis de qualidade (SOUZA *et al*, 1995).

Romero e Ornstein (2003) também apontam diversos fatores e elementos que são responsáveis pela baixa qualidade do ambiente construído, como: seleção de material de baixo custo que resulta em rápida deterioração de obras, ausência de manutenção da qualidade, as políticas públicas de apoio financeiro aos usuários, fiscalização rigorosa das construções para que materiais não sejam alterados, baixa qualidade da mão-de-obra que implica percentuais elevados de falhas na etapa de execução.

Procurando solucionar este problema o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) foi criado em 1998, pelo Ministério do Planejamento e Orçamento, com o objetivo de elevar os patamares da qualidade e produtividade da construção civil. Prevendo a implantação de Sistema de Gestão da Qualidade em empresas construtoras, através de um grande acordo setorial e visando à criação e implantação de mecanismos de modernização tecnológica e gerencial. Ele tem começado a ser adotado como critério pré-selecionador por entidades públicas contratantes de serviços de construção civil e, até mesmo, pela iniciativa privada (OLIVEIRA e MELHADO, 2002). Atualmente o programa conta com estrutura gerencial e orçamento específicos, onde se busca proporcionar ganhos de eficiência ao longo de toda a cadeia produtiva. "Por meio de projetos específicos para a qualificação de empresas projetistas e construtoras, produção de materiais e componentes em conformidade com as normas técnicas, formação e requalificação de recursos humanos, aperfeiçoamento da normalização técnica e melhoria da qualidade de laboratórios" (BNDES, 2001).

Romero e Ornstein (2003) afirmam que os programas de qualidade no Brasil estão mais preocupados com execução e fabricação de materiais e componentes, buscando aumento de produtividade da mão-de-obra e redução de desperdícios. Deixando de lado, assim, pontos importantes como manutenção e defesa do consumidor, em virtude do desconhecimento do que ocorre no ambiente construído ao longo do uso no que se refere ao atendimento das necessidades dos usuários.

Para que o padrão da qualidade seja garantido e aceito pelos diversos setores da sociedade as normas técnicas são elaboradas por entidades organizadas. Ao longo do processo produtivo, essas normas são de fundamental importância e devem ser obedecidas para a proteção e segurança do consumidor e a garantia da qualidade de serviços e produtos. No Brasil, a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas procura desenvolver estas normas através dos seus diversos comitês, nas diversas áreas. Mas infelizmente, apesar das normas serem regulamentadas pelo artigo 39 do Código do Consumidor (Lei 8078/90), elas tem seu acesso pouco facilitado e são muitas vezes desconhecidas pelos profissionais (MENEZES, 2006).

Maricato (2001) aponta dois caminhos: de um lado, a legislação detalhista, que ajudou a inviabilizar um mercado de moradias populares e legais, deve ser reformulada adequadamente por técnicos, excluindo exigências supérfluas e padrões exagerados que fazem aumentar o custo das edificações. De outro, deve-se garantir padrões mínimos de qualidade e habitabilidade respeitando aspectos ambientais, culturais e sociais em detrimento de inúmeras experiências desastrosas baseadas na diminuição de padrões. "A regulamentação deve ser adaptada as tradições locais e as tecnologias de construção nativas, deve respeitar fatores climáticos, culturais, tradições construtivas e estágio de desenvolvimento industrial" (Cib-agenda 21, 2000). Os documentos e normas técnicos que padronizam o desempenho deveriam servir de base para os documentos oficiais como códigos de obras (Cib-agenda 21, 2000; Borges, 2006). Souza *et al* (1995) concluem que "a normalização, a padronização e o controle da qualidade de produtos e processos são condições necessárias, mas não suficientes para se obter a qualidade". Quando implementadas, essas medidas são eficazes, embora quase sempre signifiquem o consenso sobre um mínimo de melhoria necessária ao desempenho. (Cib-agenda 21, 2000).

Segundo Romero e Ornstein (2003) as normas descritivas são muito mais conhecidas do que as *normas de desempenho* relacionadas ao comportamento das edificações durante o uso. O termo avaliação por desempenho é entendido como a avaliação que é feita verificando-se o cumprimento de limites estabelecidos para as características do ambiente. Os critérios de desempenho são usados quando muitas inovações de projeto ou flexibilidade são desejadas, e os critérios prescritivos são usados quando uma quantidade mínima de esforço para a determinação da conformidade é desejada. Turik (1991) reconhece, "a especificação por desempenho é hoje uma barreira

a ser vencida para o avanço das tecnologias inovadoras.” Assim, o termo avaliação por prescrição é entendido como a avaliação que é feita verificando-se o cumprimento de limites estabelecidos para as características dos elementos ou da edificação.

De acordo com Borges (2006) a abordagem de desempenho é pensada em termos de fins e não de meios, tendo o foco nas exigências do produto ou no seu comportamento em uso e não na prescrição de como ele é construído. Como exemplo histórico cita-se o Código de Hammurabi, artigo 229, que não define nenhuma obrigação de como construir, mas claramente define o resultado esperado: a casa não pode ruir nem matar ninguém. A abordagem prescritiva define soluções com desempenho implícito e a abordagem de desempenho especifica requisitos em função de exigências dos usuários mais as condições de exposição, permitindo assim várias soluções possíveis. O desafio inicial a ser vencido consiste em definir as exigências mínimas a serem atendidas de modo a gerar-se uma satisfação adequada nos usuários das habitações, principalmente as populações de menor renda (TURIK, 1991).

2.2.2. Estudos de análise de desempenho

As discussões acerca do desempenho do ambiente construído, seu conceito e suas análises iniciaram na metade da década de 70 em seminários realizados pela comissão W60 do CIB (Conselho Internacional para Estudos e Documentação da Pesquisa em Edificação), consolidadas na publicação do CIB Report Publication 64, referência ainda atual. No Brasil, os primeiros trabalhos acerca deste tema foram publicados por Souza e Mitidieri Filho a partir de 1984, produzidos pelo IPT (BONIN, 1998). Nos últimos anos, no campo nacional, identificam-se inúmeros estudos de técnicos de várias instituições voltados aos procedimentos metodológicos para a avaliação de desempenho em habitação de interesse social. A seguir, apresentam-se alguns conceitos definidores de desempenho.

Para Ornstein (1992), a propriedade que caracteriza quantitativamente o comportamento de um produto em uso, associada aos conceitos de idade-limite e necessidades dos usuários é o desempenho. Assim, o objetivo da avaliação de desempenho do ambiente construído e de seus componentes é garantir a satisfação das necessidades dos seus usuários e afins. Pandolfo (2001) entende que o desempenho consiste na maneira como se comporta determinado material ou sistema durante a sua utilização. Para Souza *et al* (1995), a palavra desempenho caracteriza o fato de que a habitação, quando sujeita à determinadas ações, deve apresentar certas propriedades que a tornem capaz de cumprir suas funções. Segundo Freire e Pizzolato (1999), a avaliação de desempenho “consiste em prever o comportamento potencial do edifício, seus elementos e instalações, quando submetidos a condições normais de exposição, e avaliar se tal comportamento satisfaz as exigências do usuário”.

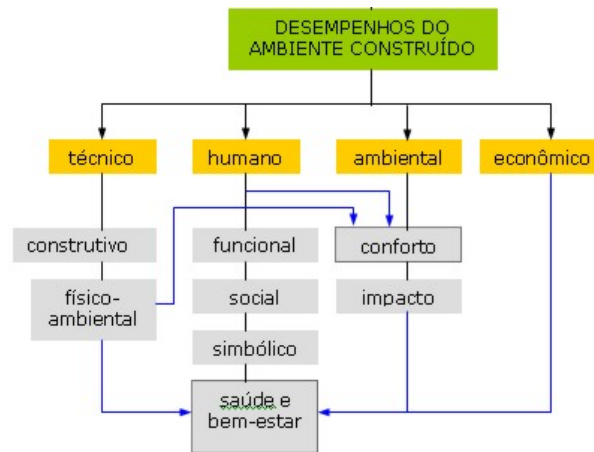


Figura 2.1: Desempenhos do ambiente construído classificados por Handler.
Fonte: Monteiro, 2004.

De acordo com Handler (1970, apud Pandolfo, 2001), para que uma habitação satisfaça as necessidades dos usuários com um determinado grau de eficiência e eficácia é necessário o atendimento aos atributos identificados e classificados em desempenhos técnico-ambiental, econômico, simbólico e humano. Estes desempenhos estão esquematizados na figura 2.1. O desempenho técnico-ambiental corresponde ao grau de eficiência da estrutura física (parte estrutural, materiais e componentes) e também como esta se relaciona com o meio ambiente. O desempenho econômico relaciona-se com a disponibilidade de recursos, humanos e materiais, objetivando maximizar sua utilização. A maneira como o usuário percebe o ambiente construído e o seu valor simbólico consistem no desempenho simbólico. Considerando que a estrutura física deve proporcionar condições de saúde, bem-estar, concentração e eficiência das atividades, o desempenho humano se torna a razão principal dos outros desempenhos (PANDOLFO, 2001).

O conceito de desempenho foi basicamente desenvolvido no sentido de atender às necessidades surgidas de avaliações restritas a centros tecnológicos, estando pouco difundido entre o meio profissionais, pois sua aplicação pede uma mudança cultural para a utilização do método científico no estudo do funcionamento da edificação e de suas partes. "O conceito de desempenho pode ser utilizado, inclusive, para se avaliar o comportamento em uso das técnicas construtivas tradicionais, criando uma referência inicial necessária para a otimização do processo de produção das edificações" (BONIN, 1998). Assim, seriam evitadas inúmeras discussões acerca do nível de exigências aplicadas a novas tecnologias construtivas, que seria idêntico ao comportamento de técnicas construtivas tradicionais. A sistematização reduz o volume de estudos de definição dos valores quantitativos para os diversos padrões de desempenho a ser considerado, quando utilizada a norma internacional existente que define o conjunto de requisitos de desempenho das edificações.

Esta norma, a ISO 6241 - *Performance standards in buildings*, surgiu de um consenso internacional sobre as exigências dos usuários e aborda necessidades de segurança, habitabilidade, adequação ao uso, durabilidade e economia. Essas exigências

estão apresentadas na Tabela 2.3, que constitui uma lista com 14 requisitos que podem ser usados em todo o processo de projeto, desde a concepção e execução, até a sua pós-ocupação. Esta lista pretendeu ser ampla, mas necessita de atualização, pois omitiu aspectos importantes como a percepção sensorial e simbólica da edificação e de suas partes. Fato possivelmente ocorrido em função da objetividade pretendida, que seria prejudicada por julgamentos subjetivos da percepção da edificação por seus usuários. Restrição enfrentada por requisitos de conforto, onde a sensação de conforto, em última análise, também é um julgamento subjetivo (BONIN, 1998).

Bonin (1998) aponta a necessidade de se renovar a abordagem de desempenho aplicada à produção de edificações para mantê-la como um instrumento útil para a modernização tecnológica da construção de edificações. Já Lucini (2003) afirma que as exigências de desempenho específicas devem ser evolutivas, para que a habitabilidade e a durabilidade sejam garantidas em meio ao conflito - custo *versus* qualidade - sempre definindo “níveis qualitativos mínimos, espaciais e construtivos, para garantir o esforço econômico realizado e as condições de habitabilidade básicas atuais e futuras para esse morador”.

Tabela 2.3: Exigências do usuário com relação à moradia.

Tipo	Descrição
Segurança estrutural	Estabilidade e resistência mecânica
Segurança contra o fogo	Limitação do risco de início e propagação do fogo, segurança em caso de incêndio
Segurança na utilização	Segurança no uso e operação e segurança a intrusões
Estanqueidade	Estanqueidade aos gases, líquidos e sólidos
Conforto higrotérmico	Temperatura e umidade do ar e das paredes
Pureza do ar	Pureza do ar e limitação de odores
Conforto visual	Iluminação, aspecto dos espaços e das paredes, vista para o exterior
Conforto acústico	Isolação acústica e níveis de ruído
Conforto tátil	Eletricidade estática, rugosidade, umidade, temperatura da superfície
Conforto antropodinâmico	Acelerações, vibrações e esforços de manobra, ergonomia
Higiene	Cuidados corporais, abastecimento de água, remoção de resíduos
Adaptação à utilização	Quantidade, dimensões, geometria e relações de espaços e de equipamentos necessários
Durabilidade	Conservação do desempenho ao longo da vida útil
Economia	Custo inicial, custos de operação, manutenção e reposição durante o uso

Fonte: Souza et al. (1995)

A partir do conhecimento do meio-ambiente físico e sócio-econômico e dos condicionantes são definidas as exigências de desempenho das quais derivam os requisitos mínimos para o projeto e os critérios de avaliação para a edificação. Assim, as exigências humanas deverão ser cumpridas pela edificação, seja por seu todo, seja por subsistemas e componentes (KALIL, 1983). Desse modo devem ser definidas condições qualitativas e quantitativas a serem atendidas, pois enquanto produto a edificação está sujeita a “grande variedade de ações devido a fenômenos de origem natural, à utilização do próprio edifício e mesmo decorrentes de sua concepção” (SOUZA et al, 1995). Segundo Kalil (1983) os requisitos de desempenho são as exigências expressas de forma qualitativa para cada componente ou subsistema e os critérios de desempenho formulam quantitativamente essas exigências, de forma operacional e mensurável. De acordo com

o PNBR 02:136 (ABNT, 2004), os requisitos de desempenho devem ser cumpridos pela habitação para que sejam satisfeitas as exigências do usuário. E os critérios de desempenho "são o conjunto de especificações e procedimentos que visam representar tecnicamente as exigências do usuário segundo as normas técnicas vigentes, expressos de forma a possibilitar a análise objetiva do atendimento ou não às exigências estabelecidas".

Souza *et al* (1995) afirmam que na aplicação do conceito de desempenho é necessário definir os métodos de avaliação, que são as técnicas uniformizadas as quais permitem verificar se um determinado edifício, elemento, instalação ou componente atende aos requisitos e critérios de desempenho para ele fixados. Assim os métodos de verificação "podem ser científicos ou empíricos e baseados na aplicação rigorosa das leis que regulam os fenômenos ou na aplicação de interpretações de observações experimentais" (ROSSO, 1980). Este autor define três condições de verificação do desempenho: a ideal - por meio de cálculo numérico; a razoável - através de resultados de ensaios padronizados que determinam parâmetros físicos ou simulam certas condições de desempenho real e a tolerável que recorre necessariamente ao julgamento individual e subjetivo de dados colhidos de forma sistemática. Assim, uma avaliação de desempenho pode envolver, conforme o caso, diferentes níveis e enfoques de análise.

Investigações visando conhecer o desempenho de conforto ambiental e suas relações com o comportamento humano em HIS foram desenvolvidas pelo IPT em 1998, quando foi publicado o manual "Critérios Mínimos de Desempenho para Habitações Terreas de Interesse Social", com a análise de desempenho estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade à água, conforto térmico e acústico e durabilidade. Os critérios são estipulados a partir de diversas normas brasileiras e estrangeiras. O processo de avaliação desses critérios pode ser por análise de projeto, das propriedades dos materiais e climáticas; ensaios em protótipos e componentes; provas de carga, entre outros. Assim, é feita "uma análise de desempenho 'puro', isto é, sem que o desempenho seja medido preponderantemente pela 'resposta' do usuário", exigindo a utilização de um aparato técnico complexo que envolve alto custo de análise, além de ter aplicação, muitas vezes, extremamente pontual (COELHO e MAGALHÃES, 2001).

A base conceitual verificada para exigências do usuário no PNBR 02:136 - Projeto de Norma 02:136.01: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos (ABNT, 2004) foi estabelecida a partir da Norma ISO 6241 e do manual do IPT (1998) pelo CB 02 (Comitê Brasileiro de Construção Civil) da ABNT, que vem elaborando a primeira norma brasileira de desempenho aplicada a edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Este projeto de norma tem por objetivo "definir os requisitos e critérios de desempenho que se aplicam ao edifício habitacional como um todo, e que não podem ser avaliados de forma isolada para um ou mais elementos específicos" (ABNT, 2004). Ou

seja, independente do método ou sistema construtivo adotado, a edificação terá que atender às condições pré-determinadas no sentido da sua adequação ao uso.

A análise da adequação ao uso ocorre através da avaliação sistemática baseada em métodos consistentes e com interpretação objetiva do comportamento esperado do produto. É inovadora em sua abordagem de desempenho (e não prescritiva), pois deixa de focar processos, componentes e materiais para estabelecer um desempenho global mínimo que independe dos sistemas construtivos a ser utilizados (MENEZES, 2006). Este documento favorece assim, o ingresso e as avaliações de novas tecnologias construtivas, estimulando toda a cadeia produtiva a se desenvolver tecnologicamente e a atender a um desempenho mínimo (BORGES, 2006). Abrange requisitos e critérios de desempenho que consideram as exigências dos usuários nos tópicos segurança, habitabilidade e sustentabilidade, que podem ser aplicados à edificação como um todo ou relativos aos elementos construtivos e partes do edifício, como estrutura, fachadas, pisos, paredes internas, cobertura e instalações hidráulico-sanitárias (MITIDERI FILHO *et al*, 2002).

O próprio PNBR 02:136 (ABNT, 2004) admite que a lista de requisitos pode resultar muito extensa e orienta a utilização de um limitado número de requisitos dentro do contexto de uso considerado, e também à utilização de requisitos para os quais existam métodos de ensaio e critérios de avaliação com resultados de eficácia reconhecida. A partir das necessidades básicas (segurança, saúde, higiene e economia) dos usuários, são estabelecidos três diferentes níveis de desempenho: mínimo (M – que deve ser obrigatoriamente atendido), intermediário (I) e superior (S), onde para cada um desses níveis, a edificação terá um prazo de garantia e vida útil diferente. Cabe, assim, aos agentes públicos financiadores e promotores de habitação, e aos incorporadores em geral, a definição do nível de desempenho pretendido. No âmbito desta dissertação adotar-se-á o conceito apresentado pelo PNBR 02:136 (ABNT, 2004) que define o desempenho como o comportamento em uso de um produto.

2.2.3. Análise comportamental: a satisfação dos usuários

Em relação ao contexto brasileiro, os problemas em conjuntos habitacionais geralmente ocorrem por desconhecimento ou negligência por parte dos agentes do processo habitacional em relação aos usuários das residências. É a percepção dos usuários que afeta o nível de satisfação manifestada pelo comportamento e atitudes em relação ao ambiente construído (REIS e LAY, 1995). Em razão do visível desconhecimento das necessidades, expectativas e características particulares dos usuários, bem como das fontes de desconforto existentes, torna-se necessário, permitir ao usuário manifestar o seu nível de satisfação. Só ele tem a capacidade de distinguir entre aspectos abstratos e concretos do ambiente em que vive, habilidade complexa e que envolve inúmeras variáveis e fatores de difícil escolha (JOBIM *et al*, 2005).

De acordo com Kotler (2002, apud COSTA *et al*, 2004), "satisfação é a sensação de prazer ou desapontamento resultante da comparação do desempenho, ou resultado, percebido de um produto em relação às expectativas do comprador". Assim, o desempenho do produto avaliado é contrastado por expectativas criadas pelo usuário e que servem assim de padrões sobre determinado produto. Fatores como a natureza do produto, características físicas, promocionais e de preço, experiências anteriores com produtos similares e características do próprio usuário influem diretamente nessas expectativas sobre o desempenho. Sobre a avaliação empírica da satisfação dos usuários em ambientes construídos, Rocha e De Oliveira (1998) ilustram um exemplo:

Não poderia ser diferente em ambientes construídos, onde os usuários ao entrarem normalmente os avaliam, as vezes intuitivamente. Como exemplo tem-se o caso em que uma pessoa ao chegar num determinado ambiente identifica certo desconforto térmico, podendo ser manifestado de três formas: pelo uso freqüente de aparelhos de refrigeração, pela pouca freqüência de uso deste ambiente; expressando verbalmente sua insatisfação. Este caso caracteriza uma avaliação do local, ocorrendo inconscientemente nos dois primeiros momentos, ou de maneira consciente, como no último.

Como componente emocional, a satisfação implica numa grande lacuna entre o desempenho percebido e esses padrões de comparação. E mesmo a falta de experiência prévia de consumo do produto prejudica a avaliação pela incerteza, por isso a experiência do usuário deve sempre ser levada em conta (JOBIM *et al*, 2005). Segundo Lay e Reis (1993) "as pessoas baseiam sua opinião em parâmetros de comparação entre seu ambiente atual e suas aspirações". Assim a classe social e a faixa etária também são fatores influentes na satisfação. Quando o produto é uma edificação, as expectativas são formadas a partir do sacrifício que representa sua aquisição em função do seu alto valor, baseando o julgamento na relação custo-benefício. A medida da satisfação, na perspectiva experiencial, é influenciada pelo sentimento afetivo do usuário, tanto positivo como negativo, justificado pelo envolvimento financeiro e período de consumo. Assim a separação do que é necessidade, aspiração, gosto, preferência, exigências, possibilidades e expectativas devem ser levadas em conta numa avaliação de satisfação (JOBIM *et al*, 2005).

A necessidade seria traduzida por tudo que é absolutamente indispensável ou imprescindível e a aspiração como um desejo intenso. Assim, "se as necessidades de determinado usuário são do tipo fisiológicas, há o desejo dele em satisfazê-las e buscar segurança, sendo isso uma aspiração. No entanto, se o usuário já satisfizes suas necessidades fisiológicas, de segurança, amor e envolvimento, sua aspiração está no alcance da estima". Se o gosto for identificado como um critério ou uma opinião, a preferência será uma predileção. Por exemplo, um usuário pode gostar de varanda e churrasqueira, mas precisando optar por uma delas, preferir a varanda. Na maioria das vezes o único aspecto mencionado é a necessidade, talvez pelo fato de ser considerada prioritária entre os demais, sem desprezá-los (ROCHA e DE OLIVEIRA, 1998). As exigências, necessidades e expectativas dos usuários são formalizadas num conjunto de

atributos de desempenho, e representariam os aspectos importantes da avaliação do usuário sobre determinado produto (ORNSTEIN, 1992).

As pesquisas geralmente revelam, além do grau de satisfação dos usuários, também as suas causas, com relação ao atendimento ou não às exigências e expectativas (ROCHA e DE OLIVEIRA, 1998). Essa inclusão dos usuários na avaliação da produção habitacional “pode auxiliar os profissionais envolvidos e possibilitar o melhor atendimento das expectativas e necessidade dos usuários, concorrendo para uma maior satisfação dos moradores com seus espaços de morar” (BENEVENTE, 2002). Entretanto, ainda pouco se sabe em relação aos usuários de edificações e seu nível de satisfação, pois as pesquisas de âmbito nacional ainda são poucas (JOBIM *et al*, 2005).

Ressalta-se aqui a importância da Avaliação Pós-Ocupação (APO), pelo fato de disponibilizar informação baseada na evidencia produzida por aqueles que usam os espaços edificados. Fazendo análises a partir de objetos em uso - em seu local, escala e tempo reais - seus diagnósticos realimentam posteriores projetos, reduzindo ao mínimo falhas recorrentes e difundindo soluções positivas atuando preferencialmente na fase de projeto que é a de menor custo, o que a torna “ainda mais relevante no caso de programas de interesse social, como os conjunto habitacionais”. (ROMÉRO e ORNSTEIN, 2003)

De acordo com Ornstein e Roméro (1992), a APO é uma metodologia que pretende, a partir da avaliação de fatores técnicos, funcionais, econômicos, estéticos e comportamentais do ambiente em uso, considerando a opinião dos técnicos, projetistas, clientes e usuários, diagnosticar aspectos positivos e negativos do ambiente construído. Para definir recomendações que promovam uma melhoria da qualidade de vida daqueles que usam o ambiente e gerar conhecimentos sistematizados sobre este e as relações ambiente-comportamento. É uma metodologia de avaliação de desempenho de ambientes construídos que prioriza aspectos de uso, operação e manutenção, considerando o ponto de vista dos usuários - *in loco* -, mas, em se tratando de parâmetros ambientais, é importante a metrologia dos parâmetros ambientais para confrontar com a avaliação subjetiva.

A APO se utiliza de uma série de métodos e técnicas para o diagnóstico de fatores positivos e negativos enquanto da utilização da edificação, analisando “fatores socioeconômicos, de infra-estrutura e superestrutura urbanas dos sistemas construtivos, conforto ambiental, conservação de energia, fatores estéticos, funcionais e comportamentais” (ROMÉRO, 1989). Diferencia-se das avaliações de desempenho físicas ou “clássicas” por considerar fundamental a avaliação do nível de satisfação ou o atendimento às necessidades dos usuários, sem minimizá-lo. Assim, ela mede o desempenho de uma edificação através de dois tipos de avaliações distintas: a avaliação técnica (normalmente executada por medições, ensaios em laboratórios ou levantamentos físicos) e a avaliação comportamental (baseada no grau de satisfação ou

insatisfação dos usuários e em observações do modo de vida dos usuários). A separação desses dois tipos de avaliação incorre em trabalhos de caráter restrito, conforme argumentam Rocha e De Oliveira (1998):

A avaliação que não considera o parecer dos usuários consiste numa mera avaliação de desempenho tradicional. Da mesma forma uma avaliação pautada apenas na visão dos usuários pode até comprometer aspectos técnicos da edificação. Portanto, deve prevalecer a harmonia entre os estudos técnicos e comportamentais.

Uma APO pode ser organizada em seis itens: técnico-constructiva e conforto ambiental, técnico-funcional, técnico-econômica, técnico-estética, avaliação comportamental e estrutura organizacional (ORNSTEIN e ROMÉRO, 1992). As variáveis a ser consideradas podem ser complementadas, reduzidas e/ou alteradas em função da tipologia das edificações, características e objetivos da pesquisa, dependendo também do nível que se queira atingir. É importante lembrar das dificuldades que podem ser encontradas na análise da pesquisa com usuários, pois de um modo geral, na aplicação de questionários "as pessoas têm dificuldades em expressar a sua opinião, e isso limita o contato entre o pesquisador e o público, por melhor que seja o questionário" (TAMANINI, 2002).

Os diagnósticos podem ser feitos por áreas do conhecimento que sejam objeto de avaliação: sistema construtivo, instalações e patologias; funcionalidade; conforto ambiental (térmico, iluminação, acústica e ventilação); conservação de energia; segurança contra incêndio; ambiente construído x comportamento humano e economia do edifício (custos x benefícios). Outros aspectos resultantes são: a caracterização sócio-econômica do conjunto e do bairro e sua inserção no contexto urbano (ROMÉRO e ORNSTEIN, 2003). Geralmente a análise do produto habitacional baseada na APO contempla a maioria das exigências de desempenho constantes da ISO 6241.

Os estudos de APO iniciaram-se nos anos sessenta com pesquisas sobre desempenho físico dos ambientes voltadas para a sua qualidade, ou seja, para o atendimento das necessidades dos usuários. Apesar de no campo internacional haver inúmeros estudos que tratam sobre os procedimentos metodológicos para a avaliação pós-ocupação (ou de desempenho) em habitações de interesse social, no Brasil estes estudos são basicamente mais reduzidos, e concentram-se, basicamente, nos estudos realizados pela FAUUSP, desde 1984, e também pelo IPT Instituto de Pesquisa e Tecnologia, desde 1975. Estes estudos foram intensificados nas duas últimas décadas, onde pesquisas vêm sendo desenvolvidas em cursos de pós-graduação de várias Universidades. (ROMÉRO E ORNSTEIN, 2003).

Se a relação ambiente-usuário não estiver em harmonia, como tendência natural o usuário modifica o ambiente, adaptando-o a sua proposta. Isso nem sempre é possível, geralmente por questões de ordem técnica, econômica e outras, o que acarreta prejuízos ao usuário e à edificação em diversos níveis (MEIRA e SANTOS, 1998). Quando se pensa nos aspectos relativos ao conforto ambiental, percebe-se com nitidez o comportamento

alterando o ambiente e o ambiente, em contrapartida, interagindo com o comportamento. Assim, devem ser analisadas as condições internas e externas de conforto ambiental nos aspectos relativos ao conforto higro-térmico, acústico, lumínico, de ventilação e ergonômico e que afetam o comportamento. Agindo em conjunto ou isoladas, essas variáveis provocam nos usuários sensações e conseqüentes atitudes positivas e negativas (TAMANINI, 2002).

Propõe-se análises baseadas não apenas nos aspectos técnicos, mas principalmente, no conhecimento da percepção do morador. Acredita-se no importante papel da verificação técnica das análises realizadas pelos usuários e observações qualitativas do espaço, e vice-versa, já que os aspectos subjetivos do conforto ambiental estão fora do alcance de medições e simulações.

2.2.4. Desempenho de habitabilidade e conforto ambiental

A maneira como o morador se relaciona com os espaços que constrói para habitar é uma busca pela ambiência, revelada no processo de apropriação dos espaços (MALARD, 1993). O homem se relaciona com os espaços que constrói para habitar em função de suas necessidades. De acordo com Malard *et al* (2002), definida pela fenomenologia, a ambiência é uma das necessidades humanas que a habitação deve atender. Estas características fundamentais são: territorialidade, privacidade, identidade e ambiência. Quando se averigua a realização dessas necessidades humanas, tanto psíquicas como fisiológicas, estão sendo avaliados os critérios de habitabilidade.

A Habitabilidade deve ser o objetivo maior de todos os edifícios, pois define a sua qualidade. Simbolicamente, o edifício é definido como um objeto utilitário, cuja "equipamentabilidade" (qualidade ergonômica principal de um equipamento) significa a sua "habitabilidade". Szücs (1999) apresenta outro conceito, para ela habitabilidade é a qualidade essencial composta por diversas características do objeto arquitetônico e do seu entorno próximo, e compreende três grupos de qualidades: as relativas à dimensão prática (proteger o homem dos intemperismos), as relativas à dimensão cultural (lugar agradável, confortável e seguro para morar) e as associadas aos aspectos funcionais (o uso dos espaços nas atividades do cotidiano, tais como circulação, leiaute, facilidade de limpeza, manutenção e outros) (MALARD *et al*, 2002).

Segundo Blachère (1978, apud Martucci e Basso, 2002), o conceito de habitabilidade expressa o conjunto de necessidades do homem como ser vivo, inteligente e social. Englobando assim necessidades fisiológicas, psicológicas e sociológicas em relação à habitação. Assim, os parâmetros ou condições que definem a habitabilidade são: segurança do usuário, higiene, estanqueidade, durabilidade e conforto (MARTUCCI e BASSO, 2002). Já o PNBR 02:136 (ABNT, 2004) define como parâmetros de desempenho ou exigências de habitabilidade dos usuários os seguintes requisitos: estanqueidade;

conforto higrotérmico; conforto acústico; conforto lumínico; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade; conforto tátil e antropodinâmico; delimitando em campos separados e de mesmo nível que a habitabilidade os parâmetros para segurança e sustentabilidade.

O conforto ambiental está, assim, intimamente relacionado à satisfação das exigências de habitabilidade existentes nos ambientes. Para Rosso (1980) conforto é a satisfação das expectativas, anseios e tendências dos usuários. "A sensação de conforto decorre, portanto, do atendimento a necessidades de caráter psicológico principalmente, mas também criadas pela integração na vida comunitária, isto é, necessidades sociológicas". Segundo Martucci e Basso (2002) o conforto ambiental pode ser entendido como o estudo de conforto térmico, conforto luminoso e conforto acústico, sendo definido como o atendimento das necessidades para uma adequada condição de iluminação, de trocas térmicas e de ambiente com isolamento acústico adequado.

Para Alva (1997), condições ambientais como o conforto ambiental, dependem tanto de recursos materiais – incluindo o clima e a morfologia do lugar – quanto da capacidade do homem para criar condições artificiais que melhorem o que oferece a natureza. Conforto ambiental: o grau de bem-estar oferecido pela organização e forma física do espaço construído. "Mas o conforto ambiental depende também, até certo ponto, de fatores ergonômicos. As mesmas condições ambientais de temperatura/umidade terão efeitos diferentes em função de costumes locais, de resistências adquiridas e do tipo de atividade das pessoas" (ALVA, 1997). Segundo Krüger (2000d) a relação entre conforto ambiental e tecnologias adequadas ocorre a partir do conhecimento das condições climáticas que definam a região e das condições de conforto a ser atendidas no interior da habitação, quando são adotadas medidas passivas para obtenção de conforto no ambiente construído, ou seja, "procura-se adotar soluções locais para problemas locais, específicos das condições climáticas existentes".

A extrema precariedade e a inadequação aos requisitos de habitabilidade e conforto ambiental da produção de habitação dita social, impelem inúmeras famílias a realizarem reformas já nos primeiros anos de residência, de modo a adequarem as casas às suas necessidades e exigências (SZÜCS, 2000). As soluções de tipologias habitacionais adotadas nas últimas décadas reduzem as unidades a um máximo de 45 m², desconsiderando a composição das famílias, e "leva implícita a migração do usuário, a adaptação pesada das unidades originais ou sua demolição-reconstrução por inadequação" (LUCINI, 2003). De acordo com este pensamento está Silva (1982): "Não se pode, indefinidamente, reduzir as áreas do alojamento para reduzir custos, pois, a partir de certo ponto, o produto será imprestável, pois o valor de compra não corresponderá ao valor de uso". E também Silveira (2000) conclui: "Faz-se a casa possível de pagar, mas não a necessária para abrigar o proprietário e sua família, com as funções mínimas indispensáveis à sua vida doméstica, cultural e social".

Apesar de inúmeras pesquisas acadêmicas sobre conforto ambiental para habitações sociais em climas tropicais e subtropicais, com temas relacionados às orientações e distâncias das edificações, visando boas insolações, ventilações cruzadas em ambientes internos, bem como isolamento térmico de vedações; na produção habitacional efetivamente implantada verifica-se justamente o oposto: atendimento ao mínimo exigido nos códigos de obras com implantações geralmente densas, ignorando distâncias e orientações; inexistência de isolamento térmico nos fechamentos; eliminação de ventilação cruzada por exigüidade de aberturas e fechamento de divisórias; inexistência de verificações de conforto ambiental ou desempenho termo-hidrófugo por simulações na prática de projeto e outros (LUCINI, 2003). Em relação às habitações atuais Silveira (1994) salienta:

A casa moderna tem muito pouca vantagem se for comparada com uma simples caverna. Tem menor isolamento térmico, menor isolamento acústico, pode ter ambiente menos salubre e nem sempre oferece melhor proteção dos predadores. Para ter-se uma casa realmente confortável, é necessário recolocar muitas funções que foram eliminadas da casa convencional para redução dos custos como se fossem funções supérfluas, mas que reduziram as condições necessárias de habitabilidade.

Pode-se salientar a importante função das coberturas nas edificações, preservando não só a saúde dos usuários como a própria construção e sua durabilidade, uma vez que impede a infiltração de umidade e a degradação dos materiais (ABNT, 2004). Infelizmente, ao se evitar um custo extra, muitas vezes as coberturas projetadas e construídas resultam inadequadas às condições climáticas (MASCARÓ, 2004). Com relação às paredes, além da estanqueidade à água, isolamento térmico e acústico, suporte às instalações e coberturas, pode-se destacar a importância de funções como volumetria e compartimentação de espaços e influência no desempenho de caixilhos (ABNT, 2004). Reconhecendo a grande influência da forma arquitetônica no conforto ambiental das edificações, Lamberts *et al* (2004), aponta sua interferência não só nos fluxos de ar, mas também na quantidade de luz e calor solar recebidos pelo edifício. Outra característica importante é o material dos fechamentos externos, onde além da inércia térmica pode definir a qualidade da iluminação natural da habitação.

No presente trabalho serão estudadas as condições de conforto ambiental. Trata-se de um termo de significado variado em função do contexto em que esteja inserido, porém aqui ele será entendido segundo aponta Martucci e Basso (2002). Um ponto fundamental desta análise é a correlação entre os diversos parâmetros do conforto ambiental. Nenhuma sub-área deve ser analisada separadamente sem que se façam correlações com as demais. Moreira *et al* (1998) salienta que algumas necessidades dos usuários podem ser conflitantes entre si, como exemplo do conflito térmico-acústico que pode surgir com a abertura ou fechamento de janelas: "ao mesmo tempo em que minimizaria o calor no interior da edificação propiciando ventilação adequada, contribuiria para o agravamento do problema acústico aumentando o volume de ruído no interior".

Esta interdependência entre Conforto Térmico, Acústico e Lumínico se expressa mais claramente no diagnóstico final do trabalho.

Pode-se dizer que conforto térmico avalia o atendimento às exigências dos usuários no tocante à situação em que o usuário está em equilíbrio térmico com o ambiente, ou seja, onde ele troca calor com o meio ambiente sem haver estresse orgânico. Além do homem, em todas as outras matérias ocorrem os ganhos ou perdas de calor. Estes comportamentos térmicos do ambiente construído, o clima do local e as atividades desenvolvidas pelos usuários são variáveis a ser levadas em conta (MARTUCCI e BASSO, 2002). Assim o "edifício deve apresentar controle de temperatura do ar, radiação térmica, velocidade do ar, umidade relativa, e controle de condensação, nas diferentes estações do ano" (MAIA e SALGADO, 2005).

Para que o conforto acústico seja efetivado dentro das edificações, deve existir o controle de ruídos externos e internos em níveis adequados (contínuo e intermitente), bem como a inteligibilidade do som e o tempo de reverberação (MAIA e SALGADO, 2005). Também deve haver a garantia de repouso dentro de condições ideais, a capacidade de se identificar sinais sonoros de alerta ou perigo (segurança) e a integridade do sistema auditivo (exposições ao ruído sem perda de audição) (MARTUCCI e BASSO, 2002).

O conforto luminoso em uma habitação pode ser definido, de uma forma geral, como a situação em que o usuário pode desenvolver suas atividades sem depender de um esforço visual excessivo e livre de obscurecimento. A quantidade de luz necessária para o desempenho dessas atividades, pode ser fornecida por uma fonte natural ou artificial (MARTUCCI e BASSO, 2002). Além disso, o contato visual (interno e externo) e aspectos relacionados ao espaço e às superfícies como cor, textura, regularidade, entre outros também influem no conforto lumínico (MAIA e SALGADO, 2005).

A partir da definição do desempenho de conforto ambiental de habitações de interesse social como foco da pesquisa, buscou-se definir o conjunto de requisitos e critérios de desempenho que serviriam de referencial nas análises técnicas e comportamentais e na comparação entre ambas. Estes requisitos e critérios foram extraídos em sua maioria do Projeto de Norma Brasileira de Desempenho - PNBR 02:136.01 (ABNT, 2004). A análise dos requisitos e critérios de conforto ambiental do PNBR pertinentes à análise executada no presente trabalho é apresentada a seguir.

2.2.5. Desempenho térmico

Akutsu e Lopes (1988) descrevem o desempenho térmico como resultado da interação "entre a edificação e o ambiente térmico a que a mesma está submetida" ou suas condições de exposição. Estas condições de exposição são divididas em condições climáticas (temperatura e umidade do ar exterior, velocidade e direção dos ventos e

radiação solar direta e difusa); condições de implantação (latitude e longitude, orientação solar) e condições de uso da edificação (número de ocupantes e atividades-padrão, quantidade de calor e vapor de água produzidos no interior da edificação, número de renovações de ar proporcionados pelo controle da ventilação do ambiente). Os mesmos autores ainda citam outras grandezas como: forma e dimensões geométricas da edificação; transmitância, absortância e refletância à radiação solar; emissividades das superfícies; condutibilidade térmica, calor específico e massa específica dos materiais; que são grandezas que caracterizam o comportamento térmico da edificação, seus elementos, componentes e materiais. (AKUTSU e LOPES, 1988)

Da mesma forma que o desempenho térmico de uma edificação resulta do desempenho térmico de cada parte das vedações, o isolamento térmico resulta da média ponderada das resistências térmicas das superfícies que compõem a edificação: paredes, coberturas, pisos e aberturas. "O desempenho térmico de uma vedação é função da transferência de calor entre os ambientes interno e externo" (VEFAGO, 2006). Alucci et al (1988) salienta que "um mesmo sistema construtivo utilizado em diferentes condições climáticas apresenta desempenho térmico diferenciado". A escolha do sistema construtivo e das alternativas de projeto depende da identificação anterior das condições de exposição típicas da região. Assim, segundo Akutsu (1988) "A avaliação do desempenho térmico de uma edificação consiste basicamente em verificar se o ambiente interno atende ou não a um conjunto de requisitos prefixados em função das exigências do usuário quanto ao seu conforto térmico".

Para a Região Sul, uma das áreas mais conflitantes envolvida na avaliação de desempenho de habitações é a obtenção de conforto térmico unicamente por meios naturais, devido à formação climática da mesma, diferente do resto do território nacional, com situações críticas de inverno e verão. Porém a principal dificuldade reside na condição subjetiva da percepção do conforto, especialmente em relação aos mínimos exigíveis para sua satisfação (TURIK, 1991). O conforto térmico é definido pela NBR 15220 (ABNT, 2005) como a satisfação psico-fisiológica de um indivíduo frente às condições térmicas do ambiente. Essa definição indica que a sensação de conforto depende tanto de aspectos físicos do ambiente (o ambiente térmico) como também de aspectos subjetivos (o estado de espírito).

Deve-se ter em mente que a face componente de uma edificação responsável pela maior transmissão de calor ao interior da mesma é a cobertura, por ser mais exposta à radiação direta do sol. Apesar dos demais componentes externos, as fachadas, não receberem tantas horas de sol, em virtude de sua orientação em relação ao norte e plano vertical, também são grandes agentes deste desempenho. É possível piorar ou melhorar este desempenho de acordo com os materiais usados, sua disposição, quantidades e espessuras empregadas. A quantidade de calor recebido pela cobertura de edificações térreas chega a 70% do total, restando apenas 30% para as fachadas, sendo

fundamental assim o isolamento térmico da cobertura. Os isolantes térmicos em coberturas custam 10% ou menos do telhado completo, e o isolamento das paredes é atingido normalmente por uma espessura adequada. Pensando na habitabilidade das habitações a melhor forma é a que apresenta o mínimo aumento de calor no verão e a mínima perda térmica no inverno. “Na região fria, a temperatura baixa de inverno predomina sobre a carga térmica do verão, fazendo mais adequadas as formas próximas do quadrado, que se caracteriza por ter um alto índice de compactidade e ser indiferentes à orientação solar e aos ventos” (MASCARÓ, 2004). Já os tons claros e refletantes apesar de reduzirem o ganho térmico em períodos quentes, são difíceis de manter em climas úmidos, pois a umidade favorece fungos.

De acordo com Alucci (1988) existem diversas funções para se obter uma ventilação satisfatória, onde as exigências dos usuários podem ser agrupadas sob diferentes pontos de vista: higiene dos usuários (quantidade de oxigênio, taxa de gás carbônico, odores desagradáveis e contaminação de gases tóxicos); conforto higrotérmico dos usuários (remover o excesso de calor do interior da habitação, facilitar as trocas térmicas do corpo com o meio ambiente e resfriar ou aquecer os elementos do edifício) e durabilidade dos materiais e componentes (remoção do vapor do interior dos ambientes para que não ocorra condensação e assim a deposição e o desenvolvimento de fungos). Com relação ao conforto térmico, a ventilação de conforto (quando estão presentes as pessoas) deve ser utilizada mesmo que a temperatura externa seja maior que a interna, e a ventilação noturna deve ser usada fundamentalmente para resfriar as massas e a estrutura do edifício (MARQUES e CORBELLA, 2000). Cada metro cúbico de ar renovado pela ventilação corresponde a um ganho térmico durante o verão na região sul, transformando-se em perdas durante o inverno (MASCARÓ, 2004).

Quanto ao dimensionamento das aberturas de ventilação natural, o critério utilizado pelos Códigos de Obras e Edificações brasileiros geralmente baseia-se na fração de área do piso dos ambientes e está associado ao estabelecido para a iluminação natural, estando possivelmente baseados em preceitos higienistas estabelecidos pelos Códigos anteriores à década de 1970. A ventilação natural permanece nos Códigos como premissa para garantir a renovação do ar e assegurar a qualidade do ar respirável (TOLEDO, 2001). A quantidade de calor que entra ou sai do ambiente é decorrente do tamanho da abertura. Assim, o calor e a luz natural devem ser pensados de forma integrada, pois o tamanho e a orientação das aberturas determinam sua exposição ao sol. Tornando muito importante o uso de protetores solares nas aberturas como recursos para reduzir os ganhos térmicos. A opção por uma proteção externa pode ser a mais adequada se houver um dimensionamento que garanta a redução da incidência da radiação solar, quando necessária, sem interferir na luz natural (LAMBERTS et al, 2004).

Na busca por soluções eficientes para se resolver a questão do déficit e melhorar a qualidade das habitações de interesse social, diversos pesquisadores tem elaborado e

testado métodos de avaliação do desempenho térmico de HIS, com maior intensidade nos últimos 30 anos. Pode-se citar, dentre outras pesquisas: as metodologias propostas pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo S. A., 1998); a metodologia formulada por Lamberts e Barbosa (1997); o Projeto de Norma Técnica sobre Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco Pavimentos (ABNT, 2004) e a NBR 15220 (ABNT, 2005) para o desempenho térmico de habitações populares.

A pesquisa conduzida por Akutsu (1998), com o nome de Critérios mínimos de desempenho de habitações térreas de interesse social foi proposta pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. A metodologia apresenta uma forma expedita de avaliar o desempenho térmico através de tabelas de referência, onde são descritos tipos de paredes, de coberturas e forros. Apresenta dificuldade de aplicação das tabelas de referência em razão da diversidade de sistemas construtivos existentes no país. Por isso traz também um processo de avaliação com critérios de desempenho para as tipologias que não se enquadram nas tabelas, classificando as habitações, no verão, como A se a temperatura do ar interior for menor ou igual a 29°C, B quando for menor ou igual à temperatura máxima exterior e C se a temperatura do ar interior for maior que a máxima exterior. Para a situação de inverno, serão classificadas como A se temperatura do ar interior for maior ou igual a 17°C, B quando a temperatura do ar interior for menor que 17°C e maior ou igual a 12°C, e C se a temperatura do ar interior for menor que 12°C. Se as habitações forem classificadas como nível C, tanto para verão como para inverno não devem ser aceitas.

A metodologia desenvolvida por Barbosa (1997) para especificar e avaliar o desempenho de edificações residenciais foi aplicada primeiramente em Londrina-PR, em sua tese de doutorado. Neste estudo o desempenho térmico é avaliado através de limites de conforto térmico ajustados para uma população local. Estes limites são baseados na zona de conforto térmico de Givoni (1992) para países de clima quente e em desenvolvimento, que recomenda para o interior temperaturas variando de 18°C a 29°C. O parâmetro adotado como critério de avaliação é o total de horas por ano em que as temperaturas internas obtidas na simulação apresentam-se fora dos limites de temperatura da zona de conforto de Givoni. Assim, através da abordagem de desempenho é realizada a simulação com qualquer sistema construtivo, comparando-se as horas de desconforto anual, quantificadas após a simulação, com o limite aceitável de 30% de horas de desconforto anual estabelecido. Neste trabalho, foi utilizado o *software* de simulação COMFIE, como ferramenta nos estudos.

BARBOSA e LEMOS (1999) avaliam comparativamente o desempenho térmico entre cinco sistemas construtivos de habitação popular na cidade de Londrina, utilizando a metodologia proposta por Barbosa (1997). O objetivo consiste em verificar qual sistema apresenta o melhor desempenho térmico e quais as características térmicas que mais influenciam o resultado. Conclui-se a impossibilidade de observar de forma

expressiva nenhuma correlação entre o desempenho térmico e as características térmicas da edificação. A característica térmica que apresenta uma correlação com desempenho térmico é a taxa de ventilação, ou seja, quanto maior é a taxa de ventilação, o sistema apresenta menos horas de desconforto e, conseqüentemente, melhor é o desempenho térmico do sistema construtivo.

Na investigação realizada no trabalho de Dumke (2002), intitulado "Avaliação do desempenho térmico em sistemas construtivos da Vila Tecnológica de Curitiba como subsídio para a escolha de tecnologias apropriadas em habitação de interesse social" foram analisados 18 sistemas construtivos diferenciados em moradias habitadas. Foram realizadas medições no próprio ambiente, observando-se os padrões de uso das moradias, em períodos de inverno e verão. Os dados coletados foram analisados com o *software* ANALYSIS na carta psicrométrica de Givoni, tendo como resultado a quantificação da porcentagem do tempo de medição em que as condições do ambiente se situam dentro ou fora da zona de conforto. Dentre as tecnologias estudadas a mais adequada ao clima de Curitiba foi a de tijolos de solo-cimento, que teve melhor desempenho no inverno e segundo melhor desempenho no verão. Concluiu-se que no verão as características termofísicas da envoltória parecem ser fatores determinantes do desempenho térmico das moradias, mas no inverno, outros fatores interferem de forma mais decisiva. Verificando que a Norma 15220 (ABNT, 2005) se aplica melhor para climas quentes, predominantes no território nacional. Para a Cidade e região de Curitiba, foi sugerida a introdução de parâmetros específicos para a condição de inverno, além de estudos mais aprofundados quanto aos limites fixados para o atraso térmico das vedações (DUMKE, 2002).

O **Projeto de Norma Brasileira de Desempenho - PNBR 02:136.01** (COBRACON/ABNT, 2004) permite avaliar o desempenho térmico das edificações, considerando as oito zonas Bioclimáticas apresentadas na Norma 15220 – parte 3, verificando a adequação de habitações e o atendimento aos requisitos e critérios por um dos três tipos de procedimentos descritos: simplificado (cálculos simplificados estabelecidos para fachadas e coberturas); simulação (simulação computacional do desempenho térmico do edifício) e medição (realização de medições em edificações ou protótipos construídos). O desempenho térmico da edificação resulta do comportamento interativo de suas vedações, assim quando não atender aos requisitos do procedimento 1 pode ser avaliado por outro.

A metodologia proposta pela **Norma 15220/05: Desempenho térmico de edificações** (ABNT, 2005) foi desenvolvida pelo Comitê Brasileiro de Construção Civil, liderado pela Universidade Federal de Santa Catarina, como "procedimentos para avaliação de habitações de interesse social". Esta Norma tem a intenção de estabelecer uma forma simplificada para avaliar o desempenho térmico de habitações, garantindo limites mínimos de conforto térmico através da definição de um zoneamento bioclimático

para servir de base à caracterização do desempenho térmico destas edificações. Visando a otimização de seu desempenho por meio da adequação das edificações ao clima, a Norma 15220 divide o território brasileiro em oito zonas climáticas através de uma adaptação da Carta Bioclimática de Givoni, definindo assim o Zoneamento Bioclimático Brasileiro. Assim, para cada zona, oferece recomendações técnico-construtivas a ser consideradas durante o projeto. "Estas recomendações conjugam as estratégias de condicionamento térmico passivo indicadas por Givoni com limites aceitáveis de indicadores do desempenho térmico adaptados do Método de Mahoney" (RORIZ et al, 1999).

As recomendações estabelecem requisitos mínimos de projeto, considerando os seguintes parâmetros: tamanho das aberturas para ventilação; proteção das aberturas; vedações externas (tipo de parede externa e cobertura considerando-se transmitância térmica, atraso térmico e absorvância à radiação solar); estratégias de condicionamento térmico passivo. Na Norma são classificados os climas de 330 cidades, indicando-se a Zona Bioclimática na qual a cidade está inserida e as estratégias recomendadas, assim, após a identificação da Zona Bioclimática de acordo com o local da construção, são fornecidas as diretrizes construtivas para a zona em questão. A Norma também estabelece valores admissíveis para as características termofísicas de elementos construtivos para cada Zona Bioclimática: transmitância (U), atraso térmico (Φ) e fator solar (FS)

Segundo Lamberts et al (2004), o inverso da Resistência Térmica Total (R_t) de um elemento construtivo (parede, cobertura, etc.) se denomina Transmitância Térmica (U, em $W/m^2.K$). A transmitância térmica está diretamente relacionada à condutividade térmica dos materiais que compõem a parede ou a cobertura. O atraso ou inércia térmica considera sua capacidade térmica, ou seja, a capacidade do elemento construtivo armazenar ou liberar calor. "O atraso térmico é o tempo necessário para que uma diferença térmica ocorrida num meio se manifeste em sua superfície oposta. A capacidade térmica depende do componente construtivo. A capacidade de amortecimento é a propriedade do fechamento de diminuir a amplitude das variações térmicas" (TAMANINI, 2002). O fator de calor solar dos elementos que compõem a envoltória também influi nos ganhos por radiação, que se dão a partir dos elementos opacos (absorvância de paredes, por exemplo) e dos elementos transparentes (como o coeficiente de transmissão dos vidros). A absorvância indica a capacidade de uma superfície não transparente em absorver a radiação solar que incide sobre ela. Salienta-se que superfícies mais claras e mais brilhantes refletem mais luz, enquanto cores escuras e superfícies opacas a absorvem. Se a absorvância de um elemento construtivo for de 0,8, por exemplo, significa que 80% da energia sobre ele incidente será absorvida em 20% será refletida. Assim, a principal característica determinante dos elementos construtivos é a cor superficial. (LAMBERTS et al, 2004)

Por abranger uma diversidade de condicionantes, a avaliação de desempenho térmico de uma edificação permite métodos muito flexíveis. Nos trabalhos encontrados na literatura identificam-se diversos métodos de avaliação de desempenho térmico de edificações e componentes construtivos, podendo ser através de medições físicas em protótipos, unidades prontas ou modelos em escala reduzida; simulação computacional e também avaliação simplificada de propriedades térmicas. Através dos programas de simulação, pode-se avaliar o desempenho térmico e energético de edificações para diferentes alternativas de projeto antes mesmo de sua execução, sejam elas opções do desenho arquitetônico, componentes construtivos, sistemas de iluminação ou condicionamento de ar. Pode-se evitar, assim, construções cujos ambientes sejam termicamente desconfortáveis (KRÜGER, 2000d), sendo possível reduzir o seu consumo energético ou modificá-las já na fase de projeto.

Desde o final da década de 70 softwares de simulação vêm sendo desenvolvidos detalhando o comportamento térmico de edificações e sistemas de ar condicionado. A característica diferenciadora destes softwares é o refinamento dado às trocas térmicas entre o interior e o exterior dos recintos, ocorridas nos elementos de vedação, principalmente os opacos (paredes e coberturas) (IPT, 2004). Atualmente há uma grande variedade de softwares de simulação, como por exemplo, o ARQUITROP desenvolvido por Roriz e Basso no Brasil pela UFSCar, o NBSLD (EUA), o THEDES (Reino Unido), o DOE 2.1 E do Department of Energy (EUA), o BLAST (EUA); o ESP-r (Reino Unido); o TRNSYS do Solar Energy Laboratory (EUA); o COMFIE do Centre D'Énergetique de l'École de Mines de Paris (França), entre vários outros.

Geralmente as simulações demandam modelos computacionais de edificações baseados na realidade construtiva, podendo ser reduzidos às características de interesse, baseados em dados reais ou em critérios teóricos definidos de acordo com os objetivos da simulação. Modelos reais baseiam-se em edificações existentes únicas visando reproduzir o desempenho térmico da edificação real, já os protótipos visam representar as características mais comuns de uma amostra ou grupo (CARLO e LAMBERTS, 2006). Segundo Romero (1995), os programas computacionais têm sido cada vez mais aplicados pela facilidade na manipulação de variáveis, baixo custo e o tempo de processamento de alternativas, pois muitas vezes as medições *in loco* em edificações já habitadas se tornam difíceis ou inviáveis.

Serão abordados aqui com mais ênfase o programa EnergyPlus⁷, por ser o software utilizado pela maioria dos pesquisadores brasileiros em simulações térmicas e energéticas de edificações (MENEZES, 2006). Desse modo, por permitir que os resultados deste estudo de caso sejam comparados com outros resultados e outras metodologias, este será o software utilizado. O programa é uma fusão dos melhores recursos do BLAST (modelagem da edificação) e DOE-2 (modelagem de sistemas de

⁷ Disponível para download no site <http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>

condicionamento de ar). É um programa de simulação energética de edificações para modelar o aquecimento, resfriamento, iluminação, ventilação e outros fluxos de energia. A partir da caracterização geométrica da edificação, seus componentes construtivos, cargas elétricas instaladas, sistemas de condicionamento de ar e padrões de uso, possibilita estimar o consumo de energia considerando as trocas térmicas da edificação com o exterior. O EnergyPlus é uma ferramenta gratuita que apresenta rigor na modelagem da geometria da edificação, e apesar de não possuir nenhuma interface gráfica, seus resultados saem como arquivos texto capazes de ser tabulados em outras plataformas de análise de resultados, incluindo o Excel (IPT, 2004).

O software de simulação EnergyPlus não apresenta uma interface amigável, apresentando modelagens difíceis e trabalhosas, apesar de complexas. Com o intuito de facilitar o uso do EnergyPlus no Brasil, o LABEEE da UFSC desenvolveu uma interface simplificada para o programa, chamada E2AC, que está na quarta versão (2.3.2) que possibilita a simulação de modelos simplificados do tipo "shoe box", com sistema de condicionamento de ar ou não. Esta interface possui uma biblioteca de materiais e componentes construtivos brasileiros, que são apresentados como exemplo na Norma 15220/2005: Desempenho Térmico; um modelo pronto para representar um condicionador de ar de janela; visualização de relatórios horários e mensais na própria interface. Com o auxílio desta interface, pode-se simular em poucos minutos, o modelo de uma zona térmica e testar algumas alternativas de fechamentos construtivos, cargas internas, padrões de uso, temperatura de controle, capacidade e eficiência do sistema de condicionamento de ar (LABEEE, 2006).

Depois de verificadas as várias metodologias ou sistemáticas adotadas na avaliação do desempenho térmico de edificações, optou-se por aplicar uma metodologia de avaliação técnica empregando a simulação através do software EnergyPlus. Utilizando a interface do E2AC, faz-se o cálculo e análise simplificada das propriedades térmicas dos componentes construtivos, para posterior comparação com os resultados da avaliação comportamental, considerando-se os sistemas construtivos, aspectos físicos e conforto térmico, no que diz respeito à sua adequação ao local e sobretudo ao clima. Para as análises tomou-se como base os requisitos e critérios de desempenho térmico apresentados na Norma 15220/2005 e no PNBR 02:136.01. Por ser complementar e aceito pela maioria dos pesquisadores quando se realiza uma análise simplificada de desempenho de conforto ambiental.

De acordo com a Norma 15220/2005 – Desempenho térmico de edificações, Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social, verifica-se que segundo a classificação bioclimática proposta, Marau (Passo Fundo como cidade próxima) está situada na Zona Bioclimática 2, caracterizada pelas quatro estações bem definidas, com períodos quentes e frios demarcados.

O detalhamento das estratégias bioclimáticas de condicionamento passivo para a Zona Bioclimática 2, onde está localizada a cidade de Marau, é apresentado a seguir:

Tabela 2.4: detalhamento das estratégias para a Zona Bioclimática 2.

Estação	Estratégias de condicionamento térmico passivo
Verão	<i>Ventilação Cruzada</i> – A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deve ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos. O condicionamento passivo será insuficiente durante o período mais frio do ano.
Inverno	<i>Aquecimento solar da edificação</i> – A forma, a orientação e a implantação da edificação, além da correta orientação de superfícies envidraçadas, podem contribuir para otimizar o seu aquecimento no período frio através da incidência de radiação solar. A cor externa dos componentes também desempenha papel importante no aquecimento dos ambientes através do aproveitamento da radiação solar. <i>Vedações internas pesadas</i> (inércia térmica) – A adoção de paredes internas pesadas pode contribuir para manter o interior da edificação aquecido.

Fonte: NBR 15220 (ABNT, 2005).

Para as análises das condições de conforto das habitações em estudo, no verão e no inverno, o método de avaliação será feito via simulação computacional, com a utilização de dias típicos de projeto, de verão e de inverno, e também os dados climáticos da cidade onde se localiza a edificação. O procedimento de simulação para conjunto habitacional de edificações térreas existentes orienta a seleção de uma unidade com o maior número de paredes expostas e considera todas as variáveis de projeto da unidade habitacional na condição que se encontram no momento da avaliação, como orientação solar e da cor e tonalidade das vedações externas.

Condições de conforto no verão

Para a análise de conforto no dia típico de verão, o PNBR 02:136.01.001:2004 estabelece que as condições do ar no interior de recintos de permanência prolongada, como por exemplo salas e dormitórios, sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral) devem ser melhores ou iguais às do ambiente externo, à sombra, de acordo com o critério e níveis de desempenho apresentados a seguir:

- **Nível Mínimo:** o valor máximo diário da temperatura no interior da edificação deve ser menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior.
- **Nível Intermediário:** o valor máximo diário da temperatura no interior da edificação deve ser menor ou igual a 29°C.
- **Nível Superior:** o valor máximo diário da temperatura no interior da edificação deve ser menor ou igual a 27°C.

Condições de conforto no inverno

Para a análise de conforto no dia típico de inverno, o PNBR 02:136.01.001:2004 estabelece que as condições do ar no interior de recintos de permanência prolongada, como por exemplo salas e dormitórios, com presença de fonte interna de calor de

1000W, não devem ser menores que o critério e níveis de desempenho dispostos a seguir:

- Nível Mínimo: o valor mínimo diário da temperatura no interior da edificação deve ser maior ou igual à 12°C.
- Nível Intermediário: o valor mínimo diário da temperatura no interior da edificação deve ser maior ou igual à 15°C.
- Nível Superior: o valor mínimo diário da temperatura no interior da edificação deve ser maior ou igual à 17°C.

Isolação térmica da cobertura

O método de avaliação deste requisito segue os procedimentos de cálculo apresentados na Norma 15220/2005 Desempenho térmico de edificações - Parte 2. Segundo o Projeto de Norma 02:136.01.007:2004 as coberturas devem apresentar como nível *mínimo* de desempenho para Transmitância Térmica (U), valor menor ou igual a 2,30 W/m²K, como nível *Intermediário*, valor menor ou igual a 1,50 W/m²K e como nível *Superior*, valor menor ou igual a 1,00 W/m²K. De acordo com a Norma 15220/2005 Desempenho térmico de edificações - Parte 2, as coberturas devem ser do tipo leve e isolada, com Transmitância Térmica (U) menor ou igual a 2,00 W/m²K, com Atraso Térmico (ϕ) menor que 3,3 horas e com Fator de Calor Solar (FCS) menor ou igual a 6,5%. Esses limites foram fixados com relação às características climáticas das oito zonas bioclimáticas brasileiras.

Adequação de paredes externas

O método de avaliação deste requisito segue os procedimentos de cálculo apresentados na Norma 15220/2005 Desempenho térmico de edificações - Parte 2. Segundo o Projeto de Norma 02:136.01.004:2004 as paredes externas devem apresentar como níveis *mínimos* de desempenho para Transmitância Térmica (U), valor menor ou igual a 2,50 W/m²K e para Capacidade Térmica (CT), valor maior ou igual a 45 KJ/m².K. Segundo a Norma 15220/2005 Desempenho térmico de edificações - Parte 2 as paredes externas devem ser leves, com Transmitância Térmica (U) menor ou igual a 3,00 W/m²K, com Atraso Térmico (ϕ) menor que 4,3 horas e com Fator de Calor Solar menor ou igual a 5,0%. Esses limites foram fixados com relação às características climáticas das oito zonas bioclimáticas brasileiras.

Ventilação dos ambientes internos à habitação

Através da análise de projeto deve-se calcular se a relação entre a área efetiva de abertura de ventilação do ambiente e a área de piso do ambiente satisfaz aos valores indicados pelo Projeto de Norma 02:136.01.004:2004 apresenta valores *mínimos* admissíveis de 8% da área do piso dos ambientes, resultando em dimensões adequadas

para proporcionar a ventilação interna dos ambientes. Este requisito só se aplica aos ambientes de longa permanência: salas, cozinhas e dormitórios. Segundo a Norma 15220/2005 Desempenho térmico de edificações - Parte 2, as aberturas para ventilação devem ser médias, a dimensão efetiva das aberturas deve corresponder 15 a 25 % da área de piso dos ambientes. O nível de desempenho a ser atingido é o mínimo. Outro requisito de avaliação foi determinado pela Lei Municipal de Marau nº 3705/2004, que exige que todos os cômodos devem ter aberturas para o exterior e também área mínima de ventilação para os cômodos de permanência prolongada igual ou maior a 1/16 (6,25%) da área do piso e para os cômodos de utilização transitória igual ou maior a 1/24 (4,16%) da área do piso, não podendo ter área inferior a 0,40m².

Sombreamento das aberturas localizadas em paredes externas

Através de análise de projeto pode-se verificar se os vãos localizados em fachadas possibilitam o controle da entrada de luz. De acordo com o Projeto de Norma 02:136.01.004:2004 as janelas dos dormitórios, para qualquer região climática, devem ter dispositivos de sombreamento, de forma a permitir o controle do sombreamento e escurecimento, a critério do usuário, como por exemplo, venezianas. A Norma 15220/2005 indica que apesar do sombreamento, as aberturas devem permitir a entrada de sol durante o inverno. O nível de desempenho a ser atingido é o mínimo.

Pretende-se atingir as seguintes metas: avaliação das condições de conforto térmico nos Núcleos Habitacionais selecionados e verificação da adequação às normas e também a verificação do modo como os moradores da área em estudo percebem e reagem face às condições de temperatura e umidade existentes na sua área de moradia por meio das entrevistas.

2.2.6. Desempenho acústico

O desempenho acústico dos ambientes é o resultado da combinação de vários fatores determinantes. Dentre eles, estão o posicionamento do edifício e seus cômodos e as discriminações de materiais, componentes de paredes, coberturas, pisos, instalações e equipamentos. Destaca-se, também, a importância da discriminação das vedações verticais, onde seus materiais, espessuras e execução configuram, em grande parte, os níveis de desempenho acústico da edificação (COSTA, SOUZA E NEVES, 2001). A capacidade dos elementos componentes dos sistemas construtivos, de isolar o ruído de modo a não perturbar as atividades cotidianas dos usuários, é uma grande determinante do desempenho e conseqüentemente do conforto acústico. O bom isolamento acústico da habitação é a garantia de um repouso adequado e de condições ambientais favoráveis de trabalho, estudo e lazer, evitando o desgaste psíquico e uma série de conseqüências negativas à saúde e a produtividade das pessoas. Assim é necessário não somente o

isolamento entre o meio interno e externo, mas também o isolamento adequado entre cômodos de uma mesma unidade, quando destinadas ao repouso noturno, ao lazer doméstico e ao trabalho intelectual (ABNT, 2004).

O ruído pode ser definido como todo som indesejável à atividade de interesse, que interfira nas atividades e nos objetivos dos espaços. Assim, alguns aspectos subjetivos como a atenção do receptor ou usuário dos ambientes ficam incluídos nesta definição, já que o grau de incomodo causado será menor ou maior em função destes aspectos. As atividades humanas envolvem a geração de sons nos ambientes urbanos e a presença destes sons é denominada de ruído de fundo. Este tende a ser mais intenso durante o dia e menor no período da madrugada. Assim, para que um som possa ser ouvido ele deve ter nível de intensidade acima do nível do ruído de fundo (SOUZA, 2003). Os ruídos de fundo são limitados por normas de diversos países e são denominados de Níveis de Critério de Avaliação (NCA). Em função das características e posicionamento da fonte, os ruídos gerados podem se propagar pelo ar ou por estruturas sólidas. O ruído que se origina e é transmitido pelo ar é chamado de ruído aéreo, ele diminui com a distância ao quadrado onde é recebido. O ruído de impacto é resultante de forças impostas diretamente sobre estruturas, podendo ser gerado por vibrações ou impactos e transmitido através do ar (SOUZA, 2003). O isolamento acústico deve garantir conforto acústico, "em termos de níveis de ruído de fundo transmitido via aérea e estrutural, bem como privacidade acústica, em termos de não inteligibilidade à comunicação verbal" (ABNT, 2004).

Para o bom condicionamento acústico dos ambientes é necessário evitar a entrada ou saída de ruídos, tanto aéreos como de impacto, sendo necessário, assim, um bom isolamento acústico proporcionado pelos fechamentos. A capacidade de isolamento dos componentes e elementos está relacionada com a sua massa, onde, quanto mais espessa e pesada é uma parede, mais ela isola dos ruídos aéreos (Lei das Massas). Garcia et al (2004) salienta que além do cálculo do isolamento do ruído aéreo dos elementos construtivos é necessário que toda a sua montagem seja bem executada, de modo a garantir o bom isolamento global do sistema. "Um orifício, ou uma fresta por onde o som possa escapar, pode invalidar todo trabalho de isolamento em um elemento construtivo. Portas e janelas, por exemplo, são pontos críticos no escape do som [...]" (GARCIA et al, 2004). Assim como acontece com o desempenho térmico, nas vedações verticais as aberturas são zonas críticas. Por causa de sua leveza, "as esquadrias apresentam pouca massa e conseqüentemente reduzido isolamento acústico" (VEFAGO, 2006).

Os níveis elevados de ruído gerados pelo progresso e pelas aglomerações urbanas causam cada vez mais problemas à saúde da população. A poluição sonora é classificada pela Organização Mundial da Saúde como o terceiro problema mais grave de poluição, depois da poluição do ar e da água. "A Organização Mundial da Saúde considera que a

um nível Leq (Nível de Intensidade Sonora Equivalente) de 55 dB(A)⁸ (decibéis ponderados na escala A), inicia-se um processo de *stress* auditivo” (WHO, 1980 apud FRITSCH, 2006). De acordo com Barnes (1980, apud VEFAGO, 2006), o tráfego de veículos é a maior fonte de ruído nas cidades. Assim, apresenta-se na tabela 2.4 os valores de nível médio de níveis sonoros para veículos automotivos, medidos a partir de 7m de distância dos mesmos e na tabela 2.5 os valores de ruídos internos à habitação.

Tabela 2.5: Nível de pressão sonora produzido por veículos.

Tipo de veículo	Nível sonoro produzido
Motocicleta	76 dB(A)
Automóvel de passeio	77 dB(A)
Veículo de transporte público	86 dB(A)
Veículos pesados acima de 3,5 t	85 dB(A)

Fonte: Barnes (1980, apud VEFAGO, 2006).

Tabela 2.6: Nível de pressão sonora produzido no interior das habitações.

Tipos de Ruído	Nível sonoro produzido
Conversa coletiva	75 dB(A)
Aspirador de pó	70 dB(A)
Rádio ou televisão	75 dB(A)
Descarga de bacia sanitária	70 dB(A)
Máquina de lavar	60-70 dB(A)
Liquidificador, batedeira	60-75 dB(A)

Fonte: ROMÉRO E ORNSTEIN, 2003.

Os níveis admissíveis de som aéreo nos ambientes geralmente variam de acordo com os horários de utilização. Ambientes como salas de estar e dormitórios devem apresentar nível de ruído aéreo admissível mais baixo em horários determinados. Para um bom isolamento acústico destes ambientes podem-se utilizar vedações homogêneas ou heterogêneas, onde a reflexão, transmissão e absorção ocorrem em função dos materiais constituintes dessas vedações e também, das frequências incidentes (VEFAGO, 2006). Pedrazzi et al (2001) lembra ainda que o fator climático gera conflitos entre as exigências de controle de calor e de ruído, onde nos climas tropicais, especialmente no quente-úmido, as construções indicadas são as leves e ventiladas, aspecto prejudicial ao controle da penetração de ruído, além de aspectos agravantes como o desenvolvimento de atividades cotidianas ao ar livre.

Em relação à legislação acústica, o Brasil conta hoje com normas e projetos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), algumas em vigência, outras em processo de aprovação, e ainda, quando existentes, as cidades contam com decretos e leis municipais específicas que definem níveis máximos de ruído admissíveis em diversas circunstâncias, em horas do dia ou da noite. Atualmente, as Normas Técnicas utilizadas para avaliação dos níveis de ruído são basicamente duas: a NBR 10151 e NBR 10152. Pode-se citar, também, como legislação em nível nacional algumas resoluções do CONAMA: Resolução CONAMA nº 001/90: estabelece critérios, padrões, diretrizes e normas reguladoras da poluição sonora (BRASIL, 1990a); Resolução CONAMA nº 002/90: estabelece normas, métodos e ações para controlar o ruído excessivo que possa interferir

⁸ A escala A deixa passar o ruído para o analisador do aparelho com característica da curva de sensibilidade da audição humana.

na saúde e bem-estar da população (Brasil, 1990b). No caso de Marau, a Legislação Municipal vigente relativa a ruídos e acústica será abordada no item 4.1.7.

A **NBR 10151/2000: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade** – Procedimento (ABNT, 2000), fixa as condições exigíveis para a aceitabilidade do ruído em comunidades, especificando um método para a medição de ruído que será descrito no item 3.5.3. Traz as seguintes definições:

- Nível de pressão sonora equivalente (LAeq), em decibéis ponderados em "A" [dB(A)]: Nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com ponderação A) referente a todo o intervalo de medição.
- Ruído com caráter impulsivo: Ruído que contém impulsos, que são picos de energia acústica com duração menor do que um segundo (1 s) e que se repetem a intervalos maiores do que um segundo (1 s) (por exemplo martelagens, bate-estacas, tiros e explosões).
- Ruído com componentes tonais: Ruído que contém tons puros, como o som de apitos, chiados ou zumbidos.
- Nível de ruído ambiente (Lra): Nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão.

Para alcançar uma boa avaliação do incômodo causado a comunidade, a norma orienta a aplicação de correções de níveis medidos se houverem características especiais:

- O Nível Corrigido Lc para ruído com características impulsivas ou de impacto é determinado pelo valor máximo medido com o medidor de nível de pressão sonora ajustado para resposta rápida (fast), acrescido de 5 dB(A).
- O Nível Corrigido Lc para ruído com componentes tonais é determinado pelo LAeq acrescido de 5 dB(A).

Para ruído que apresente simultaneamente características impulsivas e componentes tonais, o Nível Corrigido Lc é determinado tomando-se como resultado o maior valor entre os dois procedimentos anteriores. Para o controle dos níveis sonoros, a NBR 10.151/2000 determina um Nível Critério de Avaliação (NCA) máximo permitido para os períodos diurno e noturno de acordo com o tipo de área das cidades, conforme tabela 2.5. O método de avaliação do ruído deve ser baseado na comparação entre o nível de pressão sonora corrigido Lc e o nível de critério de avaliação NCA estabelecido para o tipo de área.

Tabela 2.7: Nível Critério de Avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: **NBR 10151 (ABNT, 2000)**.

A **NBR 10152/1987: Níveis de ruído para conforto acústico** (ABNT, 1987), fixa os níveis de ruído em dB(A) visando estabelecer valores máximos compatíveis com padrões adequados de conforto e bem-estar, apresentando também um método para a avaliação espectral do ruído através das curvas NC. A Norma apresenta uma faixa de valores, tanto para o dB(A) quanto para as curvas NC, para diferentes locais em função de sua ocupação. Para a medição do ruído são seguidas as disposições da NBR 10151 e demais normas brasileiras correspondentes.

O **Projeto de Norma Brasileira de Desempenho - PNBR 02:136.01** (COBRACON/ABNT, 2004) avalia o desempenho acústico das edificações, considerando sua adequação à requisitos como: o nível tolerável de ruído no interior das habitações, o isolamento ao som aéreo da envoltória da habitação; a isolação ao som aéreo de entrespisos e paredes internas e os ruídos transmitidos por impactos ou vibrações. O PNBR trata o isolamento acústico das vedações de forma global fornecendo valores mínimos. Indica a verificação de medições do isolamento acústico, por um dos três métodos citados: de precisão, de engenharia ou simplificado, sendo o primeiro realizado em laboratório e os outros em campo, todos conforme normas internacionais.

Para a análise da adequação das habitações de forma a atenderem as exigências de conforto acústico dos usuários, tomou-se como base os requisitos e critérios de desempenho acústico apresentados no PNBR 02:136.01/2004 e nas normas NBR 10151/2000, NBR 10152/1987. Os requisitos constantes na PNBR 02:136.01 Parte 3 – Pisos internos e também os requisitos para ruídos de impacto, não serão avaliados pois referem-se a requisitos e critérios para edificações com mais de um pavimento, o que não é o caso dos estudos em análise. No entanto, os procedimentos indicados serão efetuados por meio de medições *in loco*, segundo o método indicado na NBR10151, assim serão medidos os níveis de pressão sonora dos ambientes internos e do ambiente externo com o objetivo de determinar a perda de transmissão das vedações externas e internas.

Nível tolerável de ruído no interior da habitação

A edificação quando submetida aos limites de estímulos sonoros externos descritos na Norma 10151 deve atender aos limites especificados pela NBR 10152 no que se refere aos níveis de ruído de seus ambientes internos. De acordo com esta norma os Níveis de ruído para conforto acústico, para residências devem ser: nível sonoro para conforto em dormitórios é de 35 dB(A) e o nível sonoro aceitável é de 45 dB(A); nível sonoro para conforto em salas de estar é de 40 dB(A) e o nível sonoro aceitável é de 50 dB(A). Os níveis superiores aos estabelecidos nesta Norma são considerados de desconforto. O nível de desempenho a ser atingido é o mínimo.

Isolamento acústico de vedações e cobertura – sons aéreos

O critério a ser atendido é o isolamento ao som aéreo promovido pelas fachadas e cobertura de casas térreas, ou seja, os elementos e componentes da habitação devem ser projetados e executados de forma a apresentar adequado isolamento acústico das vedações externas de dormitórios e salas de estar da habitação. Para o ensaio de campo, as vedações externas devem apresentar Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{2m,nT,w}$) entre ambientes exteriores e interiores (salas e dormitórios) variando entre: 30dB a 34dB – Nível M; 35 dB a 39 dB – nível I e maior ou igual a 40dB – nível S. Para vedação externa de cozinhas, lavanderias e banheiros não há exigências específicas. O PNBR ainda orienta que o nível de desempenho deve ser compatível com o nível de ruído de fundo local, como segue:

O nível "M" de desempenho foi estabelecido considerando nível de ruído de fundo de até 75dBA. Para ruídos ambientes que excedam esse valor, de acordo com a norma NBR 10151, devem ser especificados níveis de desempenho "I" ou "S", a fim de que sejam atendidos os níveis de conforto estabelecidos na norma NBR 10152.

Isolamento acústico entre ambientes internos

O critério a ser atendido é o isolamento ao som aéreo de paredes internas, ou seja, os elementos e componentes da habitação devem ser projetados e executados de forma a apresentar adequado isolamento acústico entre ambientes. Para o ensaio de campo, as paredes internas devem apresentar Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{2m,nT,w}$) entre ambientes de uma mesma unidade habitacional variando entre: 25dB a 29dB – Nível M; 30 dB a 34 dB – nível I e maior ou igual a 35dB – nível S.

Pretende-se atingir as seguintes metas: avaliação das condições de conforto acústico nos Núcleos selecionados e verificação da adequação às normas e também a verificação de que modo os moradores da área em estudo percebem e reagem face aos diversos tipos de sons existentes na sua área de moradia por meio das entrevistas.

2.2.7. Desempenho lumínico

A quantidade e a qualidade suficientes de luz contribuem para uma percepção visual adequada dos ambientes, estando diretamente relacionadas às necessidades de boa iluminação para execução de tarefas e às necessidades biológicas inerentes ao ser humano nos processos psicológicos (LABAKI e BUENO-BARTHOLOMEI, 2001). De acordo com Lamberts *et al* (2004) "a luz natural é qualitativamente superior à luz artificial", pois permite ao homem, através de sua variabilidade, a percepção espaço-temporal do contexto onde se encontra. Esta percepção de intensidades diferentes de luz, sombra e reprodução de cores é fundamental ao funcionamento do seu relógio biológico. Não só o equilíbrio entre a qualidade e a quantidade é importante, mas também a escolha da fonte de luz natural ou artificial mais adequada.

Como fator subjetivo, a preferência humana à iluminação é difícil de ser estimada, pois varia conforme o sexo e a idade da pessoa, a hora do dia e as relações contextuais com o local. A variação do nível de iluminação natural é sempre mais tolerada pelas pessoas, mas além disso a natureza da tarefa desempenhada e a idade da pessoa influem no nível adequado de iluminação de um local. "A iluminação insuficiente pode causar fadiga, dor de cabeça e irritabilidade, além de provocar erros e acidentes" (LAMBERTS *et al*, 2004). Este autor entende que o conforto visual existe quando num determinado ambiente se verifica um conjunto de condições "no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes" (LAMBERTS *et al*, 2004). Estas condições são iluminância suficiente, boa distribuição de iluminâncias, ausência de ofuscamento, contrastes adequados (proporção de luminâncias) e bom padrão e direção das sombras.

A distribuição da luz no interior dos ambientes é resultado da disponibilidade da luz natural, de obstruções externas, do tamanho, orientação e posição das aberturas, das características dos vidros, do tamanho e geometria do ambiente e também da refletividade das superfícies internas. Também a iluminação da abóbada celeste, o ângulo de incidência da luz, a cor utilizada no ambiente e a cor e natureza dos vidros das esquadrias influenciam na eficiência da luz natural. A orientação das fachadas ou azimute de implantação dos ambientes, além da forma e possibilidade de aberturas de cada ambiente são fatores que podem contribuir ou não para o conforto luminoso e também para a forma do projeto (GRAÇA *et al*, 2001).

Para que haja conforto visual é necessário o correto dimensionamento das superfícies iluminantes (janelas, sheds, lanternins, etc.) pensando não só na quantidade, mas no tipo de luz que entra pela abertura. Deve-se atentar para os limites de eficiência luminosa das áreas de janela, lembrando também da sua eficiência térmica, através o uso da superfície iluminante necessária e de proteção contra radiação solar direta. O sistema de iluminação terá um rendimento maior quanto mais claras forem as superfícies do entorno e do interior dos ambientes, além do correto estabelecimento das tarefas visuais (TAVARES e GUALBERTO FILHO, 1998). Com relação à localização de uma única abertura no ambiente, Bitencourt *et al* (1995) afirma que sua localização no centro da sala proporciona um melhor rendimento da iluminação natural.

A abóbada celeste do Brasil encontra-se entre as mais luminosas do mundo, tornando dispensável a utilização de iluminação artificial durante grande parte do dia e contribuindo para a redução do consumo energético das edificações (TAVARES e GUALBERTO FILHO, 1998). Labaki e Bueno-Bartholomei (2001) apontam "a necessidade de uma iluminação adequada para a orientação espacial, a manutenção da segurança física, a delimitação do território pessoal e o reconhecimento das atividades que dependem da percepção da ordem no campo visual". Também citam o uso de cores para

controlar altos níveis de contraste em ambientes internos, o cuidado com superfícies do entorno das edificações que interferem na reflexão da radiação solar, bem como o uso de elementos de proteção nas aberturas para prevenir ofuscamentos. Sardeiro e Basso (2002) estabelecem alguns requisitos para o conforto visual: iluminação realizada em maior parte com luz natural, mínima utilização possível de iluminação artificial durante o dia e o ano, luz em quantidade suficiente e com distribuição adequada para a realização das atividades relativas ao ambiente.

Em relação à legislação para conforto visual no Brasil, estão em vigência atualmente algumas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). No caso das cidades, estas geralmente contam leis municipais específicas que definem percentagens mínimas de áreas de vãos para ventilação e iluminação de acordo com as áreas dos ambientes. No caso de Marau, a Legislação Municipal vigente relativa à iluminação mínima de ambientes será abordada no item 4.1.7. Dentre as Normas Técnicas que definem exigências humanas de conforto luminoso pode-se citar a NBR 5413 (ABNT, 1991) – Iluminância de Interiores, que estabelece níveis de iluminância recomendados para diferentes tipos de atividade.

Recentemente aprovada, após anos em elaboração e discussão, tendo sido inicialmente proposta pela ABNT em parceria com a ANTAC, a **NBR 15215: Iluminação natural** (ABNT, 2005) é dividida em quatro partes:

- Parte 1: Conceitos básicos e definições. Apresenta definições gerais e definições relacionadas a componentes da iluminação natural e o ambiente construído e a elementos de controle. É complementado pela TB-23 (1991) (GHISI et al, 2003).
- Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural. Estabelecer procedimentos estimativos de cálculo da disponibilidade de luz natural em planos horizontais e verticais externos, para condições de céu claro, encoberto e parcialmente encoberto ou intermediário. Apresenta procedimentos para determinação dos parâmetros relativos à geometria da insolação e descreve os algoritmos para a verificação da disponibilidade de luz natural para condições de céu claro, encoberto e parcialmente encoberto. (GHISI et al, 2003).
- Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Descreve um procedimento de cálculo para a determinação da quantidade de luz natural incidente em um ponto interno num plano horizontal, através de aberturas na edificação, além de um referencial teórico para predição da iluminação natural e propõe um método de cálculo (método do fluxo dividido) (GHISI et al, 2003).
- Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de ensaio. Prescreve métodos para a verificação experimental das condições de iluminância e luminância de ambientes internos. Trazendo exigências com relação à instrumentação, métodos e procedimentos para medições de iluminância em modelos em escala reduzida e em ambientes reais, além de expor procedimentos para medições de luminância. Também apresenta um procedimento para normalização dos resultados, para determinação da iluminância média e para representação gráfica dos resultados (GHISI et al, 2003).

O **Projeto de Norma Brasileira de Desempenho - PNBR 02:136.01** (COBRACON/ABNT, 2004) avalia o desempenho lumínico das edificações, considerando

sua adequação à dois requisitos: iluminação natural e iluminação artificial, propondo assim níveis mínimos de iluminação natural e artificial. Estes critérios podem ser avaliados por meio de dois métodos equivalentes: cálculo ou medição *in loco*.

Para a análise da adequação de habitações de forma a atenderem as exigências de conforto lumínico dos usuários, tomou-se como base os requisitos e critérios de desempenho lumínico apresentados no PNBR 02:136.01/2004. O requisito referente à iluminação artificial não será avaliado, pois não é um parâmetro importante nas condições gerais de conforto para habitação e para o consumo de energia e por ser um parâmetro muito manipulável pelo usuário, dependente de seu gosto e opções pessoais e de difícil levantamento de dados internamente a cada unidade (LAMBERTS *et al*, 2004). Os procedimentos indicados serão efetuados por meio de medições *in loco*, onde serão avaliadas as condições de iluminação natural nas dependências das habitações em estudo.

Iluminação natural

Todos os ambientes da habitação devem receber conveniente iluminação natural, que pode vir diretamente do exterior ou indiretamente através de recintos adjacentes. Os requisitos de iluminamento natural devem ser atendidos mediante adequada disposição dos cômodos, correta orientação geográfica da edificação, dimensionamento e posição das aberturas, tipos de janelas e de envidraçamentos, rugosidade e cores dos elementos (paredes, tetos, pisos), inserção de poços de ventilação iluminação entre outros. Assim, contando unicamente com a iluminação natural os cômodos: sala de estar, dormitórios, copa/cozinha, banheiro e área de serviço, devem ter iluminamento geral maior ou igual a 60 lux – nível M; maior ou igual a 90 lux – nível I ou maior ou igual a 120 lux – nível S. Outro requisito de avaliação foi determinado pela Lei nº 3705/2004 que exige que todos os cômodos devem ter aberturas para o exterior e também uma área mínima de iluminação para os cômodos de permanência prolongada igual ou maior a 1/8 (12,5%) da área do piso e para os cômodos de utilização transitória igual ou maior a 1/12 (8,33%) da área do piso não podendo ter área inferior a 0,40m².

Pretende-se neste item verificar as condições de conforto lumínico nos Núcleos selecionados e a adequação às normas e também a adequação da iluminação natural às exigências dos usuários nos recintos das habitações por meio das entrevistas, considerando sua permanência e necessidade de adequado nível de iluminâncias, gerando um ambiente visualmente confortável.

2.2.8. Análise de desempenho de conforto ambiental em habitações sociais

Ao longo do capítulo de fundamentação teórica, pode-se compreender sobre a situação atual da habitação social no Brasil, identificando seus vários aspectos, bem como compreender seus processos tecnológicos também sobre o enfoque de tecnologias adequadas. Além disso, pesquisando diferentes enfoques e estudos sobre análise de qualidade, de desempenho e sobre a satisfação dos usuários pode-se selecionar as áreas e conseqüentemente os parâmetros constantes do PNBR 02:136.01 (ABNT, 2004) pertinentes à análise em questão.

Para isto, foi desenvolvido um quadro-síntese (tabela 2.4) onde pode-se visualizar melhor os requisitos e critérios de desempenho de conforto ambiental selecionados para serem analisados nas edificações em estudos e salientamos também que o atendimento aos requisitos e critérios apresentados pelo PNBR 01:136.01 (ABNT, 2004) será considerado como a satisfação às exigências do usuário.

Percebe-se que de um modo geral, as análises das habitações sociais apresentam métodos qualitativos associados a métodos quantitativos, alguns com mais ênfase para análises comportamentais e outros para análises técnicas. Em meio a considerável variedade de processos investigativos utilizados, observa-se estudos amplos ou específicos, superficiais ou profundos. Percebe-se que não existe uma regra geral para a avaliação de desempenho de habitações sociais, assim tem-se uma relativa liberdade para a utilização de procedimentos de pesquisa e de tratamentos de dados que se considere mais apropriados ao contexto de cada pesquisa.

Tabela 2.8: PARÂMETROS DE DESEMPENHO DE CONFORTO AMBIENTAL.

	REQUISITO	CRITÉRIO	ÍNDICES
DESEMPENHO TÉRMICO	Condições de conforto no verão	Valores máximos de temperatura	M temp int \leq temp ex; I temp int \leq 29°C; S temp int \leq 27°C
	Condições de conforto no inverno	Valores mínimos de temperatura	M temp int \geq 12°C; I temp int \geq 15°C; S temp int \geq 17°C
	Isolamento térmico da cobertura	Transmitância térmica da cobertura (U);	M \leq 2,3 W/m ² K; I \leq 1,5 W/m ² K; S \leq 1,0 W/m ² K
		Transmitância Térmica (U); Atraso Térmico (ϕ); Fator de Calor Solar (FCS)	U \leq 2,00 W/m ² K ϕ \leq 3,3 horas FCS \leq 6,5%
	Adequação de paredes externas	Transmitância térmica (U) de paredes externas; Capacidade térmica (CT) de paredes externas.	U \leq 2,50 W/m ² K CT \leq 45 KJ/m ² .K
		Transmitância Térmica (U); Atraso Térmico (ϕ); Fator de Calor Solar (FCS)	U \leq 3,00 W/m ² K ϕ \leq 4,3 horas FCS \leq 5,0%
	Ventilação dos ambientes internos à habitação	Vãos mínimos de janelas e aberturas para ventilação.	NDTerm: M \leq 8 % da área do piso dos ambientes (salas, cozinhas e dormitórios). ND5Pav.: M \leq 15 a 25 % da área de piso dos ambientes.
Sombreamento das aberturas localizadas em paredes externas	Sombreamento dos vãos das janelas de dormitórios.	As janelas dos dormitórios, devem ter dispositivos de sombreamento, de forma a permitir o controle do sombreamento e escurecimento.	
DESEMPENHO ACÚSTICO	Nível tolerável de ruído no interior da habitação	Nível tolerável de ruído no interior da habitação.	Salas 35-45 dBA, Quartos 30-40 dBA
	Isolamento acústico de vedações externas e da cobertura - sons aéreos	Isolamento ao som aéreo da envoltória da habitação.	Nível máximo no exterior de 50 dBA (Norma acústica) Diferença de (30-34_M; 35-39_I; \geq 40_S) dBA entre vedações externas de salas e dormitórios.
	Isolamento acústico entre ambientes	Isolamento ao som aéreo de paredes internas	Diferença de (25-29_M; 30-34_I; \geq 35_S) dBA entre paredes de ambientes de uma mesma unidade.
DESEMPENHO LUMÍNICO	Iluminação natural	Níveis mínimos de iluminação natural (Sala de estar, Dormitório, Copa / cozinha, Banheiro)	M \geq 60 lux I \geq 90 lux S \geq 120 lux

CAPÍTULO 3. PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

A pesquisa apresentada neste trabalho tem caráter explicativo analisando os sistemas construtivos das HIS em termos do desempenho qualitativo e quantitativo. Por se combinarem entre si, as duas abordagens – quantitativa e qualitativa - pretendem enriquecer a pesquisa e seus resultados. Fez-se, assim, uma correlação e detalhamento dos dados, explicando a razão ou o porquê dos fenômenos com opiniões e entrevistas. Primeiramente os parâmetros escolhidos foram quantificados e depois explicados através de qualificações, para se saber o porquê das respostas encontradas. Para se cumprir com a natureza da pesquisa proposta, foi necessário utilizar uma abordagem sistêmica na análise das propostas técnicas dos sistemas construtivos. Esta abordagem implica no entendimento dos sistemas construtivos como “totalidade integrada, em que as partes interagem no sentido de configurar o comportamento da edificação como um todo” (BRAGA, 1998), sempre levando em consideração as condições do entorno e as exigências dos usuários.

O método de procedimento escolhido foi de um estudo de caso comparativo, escolhido com a intenção de enfatizar a interpretação do contexto onde o objeto de pesquisa está inserido. As técnicas utilizadas na pesquisa proporcionam a caracterização do desempenho do ambiente construído em uso, através de procedimentos que permitem o cruzamento de avaliações técnicas com opiniões dos usuários das habitações (ORNSTEIN, 1992). No presente capítulo são apresentadas as conceituações metodológicas dos procedimentos utilizados e as técnicas de pesquisa empregadas, bem como as etapas de realização do trabalho e da pesquisa de campo, objeto do presente estudo.

3.1. Combinação de análises quantitativa e qualitativa

Partindo da idéia de que nenhum pesquisador tem condições para produzir um conhecimento completo da realidade, Goldenberg (2002) afirma que diferentes abordagens de pesquisa podem esclarecer diferentes questões. A utilização de diferentes maneiras de coletar e analisar dados (qualitativa e quantitativamente), como um conjunto de diferentes pontos de vista, permite uma idéia mais ampla e inteligível da complexidade de um problema. Afirma ainda:

A integração da pesquisa quantitativa e qualitativa permite que o pesquisador faça um cruzamento de suas conclusões de modo a ter maior confiança que seus dados não são produto de um procedimento específico ou de alguma situação particular. Ele não se limita ao que pode ser coletado em uma entrevista: pode entrevistar repetidamente, pode aplicar questionários, pode investigar diferentes questões em diferentes ocasiões, pode utilizar fontes documentais e dados estatísticos (GOLDENBERG, 2002).

Acreditando na existência de uma interdependência entre os aspectos quantificáveis e a vivência da realidade objetiva do cotidiano, muitos pesquisadores em ciências sociais estão admitindo atualmente que na coleta de dados para as pesquisas não há uma única técnica nem um único meio válido (GOLDENBERG, 2002). Assim a comparação entre eles aumenta a confiabilidade dos diagnósticos finais e de seus cruzamentos, uma vez que a diversidade de métodos e técnicas adotados (questionários, entrevistas, observações, registros fotográficos, vistorias técnicas etc.), leva em conta alguns resultados predominantemente quantitativos e outros predominantemente qualitativos. (ROMÉRO E ORNSTEIN, 2003)

Goldenberg (2002), afirma que a “premissa básica da integração repousa na idéia de que os limites de um método poderão ser contrabalançados pelo alcance de outro.” E ainda que a identificação de conceitos e variáveis relevantes através da utilização da pesquisa qualitativa pode ser muito útil em situações que podem ser estudadas quantitativamente.

3.2. Considerações sobre o método de estudo de caso

O estudo de caso vem se tornando a estratégia preferida quando pesquisadores procuram responder às questões “como” e “por quê” de certos fatos ocorrerem, em situações em que há pouca ou nenhuma possibilidade de controle sobre os acontecimentos estudados e quando o ponto de interesse é sobre fenômenos contemporâneos, que só podem ser analisados dentro de um contexto de vida real. Segundo Yin (1989, apud GODOY, 1995a), esta “é uma forma de se fazer pesquisa empírica que investiga fenômenos contemporâneos dentro de seu contexto de vida real, em situações em que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente estabelecidas, onde se utiliza múltiplas fontes de evidência”. Podemos nos valer de outra opinião:

O estudo de caso não é uma técnica específica, mas uma análise holística, a mais completa possível, que considera a unidade social estudada como um todo, seja um indivíduo, uma família, uma instituição ou uma comunidade, com o objetivo de compreendê-los em seus próprios termos. Uma das dificuldades do estudo de caso decorre do fato de a totalidade pesquisada ser uma abstração científica construída em função de um problema a ser investigado. Torna-se difícil traçar os limites do que deve ou não ser pesquisado já que não existe limite inerente ou intrínseco ao objeto (GOLDENBERG, 2002).

Outra limitação apontada por Lakatos e Marconi (2004) é que o estudo de caso se restringe ao caso que estuda, ou seja, um único caso, não podendo ser generalizado. Apesar de seu propósito fundamental ser o de analisar intensivamente uma dada unidade social, ou seja, em essência ser uma pesquisa de caráter qualitativo, o estudo de caso pode comportar dados quantitativos para esclarecer ou exemplificar alguns aspectos da questão investigada. Geralmente, ressalta Godoy (1995), quando há análise quantitativa, o tratamento estatístico não é sofisticado.

Salienta que os dados podem ser coletados em diferentes momentos e terem fontes de informações diversificadas, mas afirma que a escolha destas fontes é fundamental para a obtenção dos dados que serão investigados. Neste ponto, enfocando o presente trabalho, lembra que não só a ciência, mas a permissão formal dos responsáveis pela unidade em estudo é bastante importante. De modo a que os dados obtidos não sejam distorcidos ou influenciados, por falta de entendimento sobre os objetivos da pesquisa. E quando da sua conclusão final, os resultados da pesquisa devem ser apreciados por todos os usuários interessados (ORNSTEIN et al, 1998; GODOY, 1995)

Sobre o método comparativo, Lakatos e Marconi (2004) afirmam que contribui para uma melhor compreensão do comportamento humano realizando comparações, sendo um estudo das diferenças e semelhanças entre diversas sociedades, grupos ou povos, ou seja, sua finalidade é a de verificar similitudes e explicar divergências. É considerado como sendo uma experimentação indireta, podendo ser utilizado em todas as fases e níveis de investigação, e em termos de explicação, pode de certa maneira “apontar vínculos causais entre fatores presentes e ausentes”.

3.3. Procedimentos de Pesquisa

Os procedimentos metodológicos referentes às análises de desempenho de habitabilidade estão estabelecidos no seguinte roteiro de abordagem:

- Realizar levantamento bibliográfico apontando para a questão da habitação de interesse social, tecnologias adequadas, desempenho e qualidade do ambiente construído e métodos de pesquisa social (estudo de caso);
- Realizar levantamento documental dos Programas Habitacionais promovidos pela Prefeitura Municipal de Marau, baseando-se principalmente em fontes primárias (entrevistas, documentos, projetos e leis) e fontes secundárias (artigos de jornais), como instrumentos de pesquisa;
- Definir com base no levantamento documental, os três estudos de caso a serem analisados em profundidade;
- Definir os requisitos e critérios de análise para cada um dos desempenhos investigados nesta pesquisa. Estes parâmetros baseiam-se no Projeto de Norma de Desempenho PNBR 02:136 (ABNT, 2004) e em Normas da área de conforto ambiental;
- Descrever os métodos e técnicas empregadas em cada um dos itens que serão analisados;
- Realizar observação das edificações com descrições físicas, medições “in loco” e levantamento fotográfico, no decorrer das visitas em campo;

- Aplicar entrevistas aos usuários das habitações analisadas, a fim de identificar o grau de satisfação com suas moradias em relação aos parâmetros abordados pela pesquisa;
- Analisar a adequação dos sistemas construtivos aos parâmetros selecionados à luz do Projeto de Norma de Desempenho PNBR 02:136 (ABNT, 2004) através de análises de projeto, medições *in loco* e simulações;
- Comparar os resultados da análise técnica com a avaliação dos usuários e elaborar um diagnóstico sobre cada um dos desempenhos em questão.

3.4. Parâmetros de seleção dos estudos de caso

Com o conhecimento prévio sobre cada Programa realizado e Sistema Construtivo utilizado, escolheu-se os exemplos que seriam estudados e analisados em profundidade, utilizando na sua seleção determinados parâmetros. Para a escolha dos diferentes exemplos de sistemas construtivos, optou-se pela tipologia de habitações unifamiliares isoladas no lote. Apesar de esta tipologia ser considerada muito dispendiosa por vários autores, por ocupar muita área em terras, e incorrer em enormes gastos com infraestrutura e transportes; do ponto de vista higiênico e familiar ela é considerada a ideal, como bem demonstra o trecho de Bonduki, (1998):

Bastante influenciadas pela igreja, essas posturas [que predominavam nos debates sobre habitação nos anos 40] relacionavam a moradia com a família, que devia ser preservada da promiscuidade e dos contatos perigosos com a rua, ou seja, com o espaço público ou coletivo. Para estes, a moradia modelar continuaria a ser a casa unifamiliar e isolada, com horta e jardim, tolerando-se a habitação coletiva apenas por motivos econômicos ou urbanísticos.

Aparentemente, esse pensamento – de 60 anos atrás – ainda está presente no pensamento da população, predominantemente de origem italiana, influenciada fortemente pela Igreja desde a sua origem. Também de acordo com o IAPI (1950, apud BONDUKI, 1998) “recomendava, para as cidades médias – onde o preço da terra fosse mais baixo, não se justificando a verticalização -, a construção de renques de casa geminadas, implantados sem delimitação de lote individual, mantendo as áreas livres como coletivas”. Desse modo, as tipologias mais indicadas para cidades de médio e pequeno porte seriam as de casas térreas ou sobrados em fita, opção tipológica “fortemente relacionada ao custo dos terrenos”. Considerando estes aspectos e também o fato de existir em Marau somente um edifício multifamiliar promovido pelo Poder Público, priorizou-se por analisar tipologias unifamiliares isoladas no lote.

Os critérios usados na seleção dos Conjuntos Habitacionais foram:

- Contemplar os sistemas construtivos comumente utilizados em Marau, de modo que o contexto da arquitetura local pudesse ser caracterizado adequadamente;

- Diferença de materiais construtivos utilizados tanto no envelope quanto no interior das mesmas;
- Semelhanças de renda dos moradores das unidades habitacionais;
- Tempo de utilização das casas (mais de cinco anos);
- Acesso e quantidade de informações disponíveis;
- Representatividade do exemplo, pois ao que se sabe, não existem outros tipos de sistemas construtivos nas habitações de interesse social providas pela Prefeitura Municipal na cidade de Marau, e;
- Disponibilidade dos moradores para a realização dos levantamentos de campo necessários à aplicação dos questionários.

Além disso, a concentração da pesquisa em um só bairro elimina o problema de fazermos comparações de programas habitacionais inseridos em diferentes regiões da cidade e facilita a execução do trabalho de campo e da abordagem à comunidade. Explicita-se assim a razão de a pesquisa se concentrar em um só bairro - Bairro São José - pois esse possui a variedade de sistemas construtivos existentes na cidade.

Especificamente, foram consideradas nesta pesquisa somente as Unidades Habitacionais, deixando-se de lado sua circunvizinhança, a infra-estrutura, os serviços e as áreas livres do conjunto; por motivos de limitações de dados e tempo para uma análise deste porte. No capítulo 4 deste trabalho há uma explanação sobre os três estudos de caso, incluindo desde a contextualização dos aspectos climáticos e sócio-econômicos até a implantação dos 3 Núcleos. Há também a descrição de cada um dos sistemas construtivos avaliados utilizados nos 3 Núcleos.

3.5. Técnicas de pesquisa

As técnicas de pesquisa utilizadas no desenvolvimento desta análise foram as seguintes:

- Levantamento bibliográfico e documental;
- Análises de projetos;
- Medições "in loco" e simulações;
- Observações sistemáticas;
- Levantamento fotográfico;
- Entrevistas estruturadas.

A conceituação destas técnicas faz-se necessária para o entendimento da pesquisa, assim na medida do possível serão descritas a seguir.

3.5.1. Levantamento bibliográfico e documental

Estes dois tipos de levantamento constituem-se em técnicas de pesquisa por documentação indireta. Segundo Godoy (1995) a análise documental “pode ser utilizada como uma técnica complementar, validando e aprofundando dados obtidos por meio de entrevistas, questionários e observação”. Pode ser definida como o exame de matérias de natureza diversa, ainda sem tratamento analítico ou que ainda podem ser reexaminados na busca por interpretações novas ou complementares (MOREIRA, 1997). Neste caso os “documentos” incluem materiais escritos, como jornais, revistas, obras literárias, científicas e técnicas, cartas, memorandos ou relatórios, bem como estatísticas ou elementos iconográficos (MOREIRA, 1997).

Entre as principais vantagens da análise documental, além de sua semelhança com a pesquisa bibliográfica, pode-se dizer que permite ao investigador a cobertura de uma ampla gama de fenômenos e a realização de pesquisa histórica a partir de fatos passados. Acreditamos ter trabalhado com documentos de primeira mão, salientando assim que esta é a primeira análise das habitações sociais em Marau.

Neste trabalho o levantamento bibliográfico ou análise documental foi utilizado como ferramenta de pesquisa subserviente ao estudo de caso. Primeiramente analisaram-se os documentos e projetos postos à disposição da pesquisadora no Departamento de Habitação pertencente à Secretaria de Desenvolvimento Social da PMM, o qual consistiu em um apanhado de fundo para a contextualização dos estudos de caso e construção de inventário dos Programas Habitacionais realizados pela PMM. Posteriormente foram realizadas entrevistas envolvendo os vários agentes que participaram do processo: Poder Público – com técnicos e pessoal responsável pela Secretaria de Habitação (atual e anteriores) e coleta de informações junto a documentos e leis na PMM.

3.5.2. Análises de Projeto e simulações de desempenho térmico

Foram realizadas análises de projeto para os requisitos de desempenho térmico: ventilação dos ambientes internos à habitação e sombreamento das aberturas em paredes externas, conforme proposto no método de avaliação destes requisitos no PNBR 02:136 (ABNT, 2004).

No caso dos requisitos de desempenho térmico: isolamento térmica da cobertura e adequação de paredes internas foram realizados cálculos utilizando o software Transmitância (LABEEE/UFSC, 2004) versão 1.0 (beta), o programa é uma ferramenta computacional desenvolvida para auxiliar na aplicação dos métodos de cálculo de propriedades térmicas de componentes construtivos propostos Norma 15220/05: Desempenho térmico de edificações (ABNT, 2005). O software permite o cálculo das

seguintes propriedades térmicas: Transmitância térmica ($W/m^2.K$); Resistência térmica ($m^2.K/W$); Capacidade térmica ($kJ/m^2.K$); Fator de calor solar e Atraso térmico (horas), tendo como base as especificações técnicas dos materiais e dos sistemas construtivos constantes dos projetos arquitetônicos e dos memoriais descritivos de cada tipologia dos Núcleos Habitacionais.

Para os requisitos de desempenho térmico: condições de conforto no verão e no inverno, houve impossibilidade de serem realizadas medições "in loco" devido ao reduzido tempo disponível para a pesquisa de campo em diferentes épocas do ano e também pela indisponibilidade de equipamentos específicos e suficientes para as medições de temperatura. Assim, foram feitas simulações utilizando-se o software EnergyPlus através da interface E2AC. Os dados de entrada da interface E2AC são: o arquivo climático de Passo Fundo, a descrição dos elementos construtivos, as cargas térmicas internas (ganhos internos) e a taxa de infiltração (1 renovação por hora) considerada. Na realização de simulações de desempenho térmico os dados climáticos horários de um ano são fundamentais (LAMBERTS et al, 1996), mas no Brasil na maioria dos casos as pesquisas são dificultadas pela indisponibilidade desses dados. Para a realização destas simulações, não foi diferente, pois não se encontraram dados climáticos completos e confiáveis, em publicações oficiais ou científicas, sobre a cidade de Passo Fundo. Foi utilizado um arquivo climático (formato idf) que retrata o ano climático da cidade de Passo Fundo, com base em dados simplificados (normais) do ano de 2003, gerado por Degelman (2005). Este arquivo possui informações das diversas variáveis climáticas de um ano inteiro, com dados de hora em hora, totalizando 8.760 horas, possuindo assim um caráter representativo.

Assim, procedeu-se a montagem de um modelo para cada tipologia de Núcleo habitacional na Interface E2AC, definindo cada uma de suas características e elementos. Devido à restrição apresentadas pela Interface E2AC, houve a necessidade de fazer algumas adaptações na configuração das habitações que foram tratadas como um único ambiente ou zona, ou seja, sem divisões internas e também em forma retangular proporcional à área real das UH. Este procedimento, apesar de encobrir o comportamento "real" apresentado no interior das habitações, permite uma análise aceitável do comportamento destes sistemas construtivos. As simulações foram realizadas para dias típicos de verão e inverno, com a edificação desocupada para o verão e com carga térmica de 1000W para o inverno, conforme PNBR 02:136 (ABNT, 2004) e para todas as orientações solares das fachadas principais das habitações existentes nos Núcleos. Após a realização das simulações obteve-se os relatórios de desempenho térmico de cada uma das edificações onde foram determinados os valores horários das temperaturas externas e internas das edificações, estes valores foram formatados em tabelas e gráficos e posteriormente foram comparados com os estipulados pelo PNBR 02:136 (ABNT, 2004).

3.5.3. Medições “in loco”

Para as medições “in loco” foram escolhidas por amostra intencional fundamentada na orientação das habitações, mediante disponibilidade dos moradores, 5 UH para as medições de desempenho acústico e 6 UH para as medições de desempenho lumínico. Como estes dados são medidos pontualmente, exige-se atenção na interpretação de seus resultados para compará-los com dados de projeto e com avaliação dos usuários.

Para as medições de desempenho lumínico, foram feitas medições dos níveis de iluminâncias internas por meio de luxímetro portátil digital da marca Lutron, modelo LX 102 (vide Figura 3.1). Seguindo o conjunto de medidas descritas no PNBR 02:136 (ABNT, 2004). As medições ocorreram nas datas de aplicação dos questionários, nos períodos da manhã e da tarde, em dias com cobertura de nuvens maior que 50%. Foram realizadas no plano horizontal, a 0,75m acima do nível do piso, no centro dos ambientes, com a iluminação artificial desativada. Na medida do possível sem a presença de obstruções opacas (janelas e cortinas abertas, portas internas abertas, sem roupas estendidas nos varais, etc.).

Para as medições de desempenho acústico, foram feitas medições dos níveis de pressão sonora externa e interna. Para essas medições foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora (decibelímetro) da marca Lutron modelo SL-4011 (vide Figura 3.2.), tipo 2 (IEC 60651), nº N021207, devidamente calibrado, com equipamento calibrador acústico marca Lutron modelo SC-491, 1KHz/94 dB, antes e após o conjunto de medições. No trabalho procurou-se aplicar as recomendações da norma NBR 10151. Sentiu-se muita dificuldade em aplicá-las, pois sua interpretação é dúbia e fica quase sempre de responsabilidade do pesquisador a tomada de decisão, o que numa norma não é desejável uma vez que ela deve ser um critério bem claro. Descreve-se aqui a interpretação da norma usada no desenvolvimento do trabalho. As medições ocorreram nas datas de aplicação dos questionários, em períodos de manhã e tarde, em dias de meio de semana (terça, quarta e quinta-feira). Exemplos das fichas de medições encontram-se em anexo (ver apêndices 01 e 02).

As medições acústicas foram realizadas entre os dias 22 e 31 de março de 2006, sendo que o intervalo de tempo medido em cada amostra é de 15 minutos. Procurou-se abranger diferentes horários de modo a caracterizar o período diurno. As medições no exterior das habitações foram efetuadas dentro dos limites da propriedade, em pontos afastados aproximadamente 1,2 m do piso e a mais de 2 m dos limites da propriedade ou de muros e paredes. No interior das habitações, os cômodos verificados foram sala e dormitório mais próximo da rua, onde sempre que possível as medições entre ambientes internos ocorreram com televisor ou aparelho de som ligados, para que se verifica-se o isolamento acústico proporcionado pelas vedações internas. Foram efetuadas medições

em 3 pontos distintos dentro de cada ambiente, afastados mais de 50 cm entre si de modo a obter-se uma amostra representativa, sempre com as janelas fechadas. A distribuição dos pontos se baseou na disposição de móveis e equipamentos, sempre procurando guardar uma distância de 1m de quaisquer superfícies, como paredes, teto, pisos e móveis.



Figura 3.1: Decibelímetro.



Figura 3.2: Luxímetro.

Os níveis de pressão sonora foram registrados em intervalos de 5 segundos, durante 5 minutos em cada ponto, totalizando 60 medições. Em função de o medidor não possuir em seu integrador interno a possibilidade do cálculo instantâneo do Nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), inseriu-se os valores medidos na fórmula abaixo. Para a obtenção do Nível de pressão sonora em cada ambiente foi considerada a média logarítmica dos Níveis de pressão sonora equivalente, medidos em cada ponto.

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

3.5.4. Observação sistemática e levantamento fotográfico

Godoy (1995) destaca o papel essencial da *observação* no estudo de caso, de modo a apreender aparências, eventos e/ou comportamentos. Na observação não-participante o pesquisador é apenas um espectador atento, que “procura ver e registrar o máximo de ocorrências que interessam ao seu trabalho”, baseando-se num roteiro de observação pré-estabelecido. A técnica da observação é combinada muitas vezes com a entrevista, configurando em levantamento técnico exaustivo. A investigação científica é um elemento básico e como técnica de coleta de dados ela utiliza os sentidos na obtenção de informações, examinando fatos ou fenômenos. “Ela ajuda o pesquisador na identificação e obtenção de provas a respeito de objetivos os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam seu comportamento”. (LAKATOS e MARCONI, 2004)

Como observação sistemática recebe várias denominações: estruturada, planejada, controlada. “Utiliza instrumentos para a coleta dos dados [...] e realiza-se em condições controladas, para responder a propósitos preestabelecidos. Porém, as normas não devem ser rígidas ou padronizadas, pois situações, objetos e objetivos podem ser diferentes”. (LAKATOS e MARCONI, 2004) Como observação não participante, permite que o pesquisador entre em contato com a realidade estudada sem integrar-se a ela. Consiste na observação da vida real, mas sem envolvimento por parte do pesquisador, que age somente como espectador. Nas avaliações de comportamento físico e comportamento dos usuários os *registros fotográficos* são extremamente úteis, pois permitem posteriores avaliações depois de o fato ter ocorrido, uma vez que “congelam” cenas e acontecimentos (ROMÉRO e ORNSTEIN, 2003). Por terem baixo custo, rapidez e confiabilidade no registro e permitirem a criação de um banco de dados, com registros estáticos sobre diversos aspectos físicos e comportamentais, são amplamente utilizados.

3.5.5. Entrevista estruturada

A entrevista é uma conversação efetuada face a face, de maneira metódica, proporciona ao entrevistador, verbalmente, a informação necessária. Pode seguir um roteiro estabelecido antecipadamente, é considerada estruturada ou padronizada, tendo as perguntas já predeterminadas. “Todas elas têm um objetivo, ou seja, a obtenção de informações importantes e de compreender as perspectivas e experiências das pessoas entrevistadas” (LAKATOS & MARCONI, 2004).

Um conhecimento prévio do tema a ser pesquisado e também dos agentes que participarão da entrevista orienta o entrevistador na elaboração do roteiro de perguntas. A realização destas entrevistas com pessoas-chave auxilia na elaboração dos questionários e nas análises, pois corroboram com uma série de informações de domínio dessas pessoas-chave que, via de regra, não fazem parte dos questionários, além de proporcionar rapidez e confiabilidade. Por outro lado, não resultam em indicadores quantitativos e demandam um prazo maior de aplicação, devido à dificuldade de se agendarem horários com essas pessoas-chave mencionadas e à própria duração das entrevistas. (ROMÉRO e ORNSTEIN, 2003)

De acordo com Lakatos e Marconi (1992) um formulário ou roteiro de perguntas enunciadas pelo entrevistador e preenchidas por ele com as respostas do usuário pesquisado pode ser chamado de questionário. E seria mais comumente utilizado para se obterem informações sobre comportamentos, atributos e atitudes de usuários de ambientes construídos. “A utilização de questionários, associada à outros métodos e técnicas de observação e de coleta de dados, contribuiu bastante para uma análise ambiental quantitativa e qualitativa e para a formulação de propostas para melhoria dessas habitações” (ROMÉRO e ORNSTEIN, 2003).

Nesta pesquisa utilizou-se com muito sucesso a técnica das entrevistas específicas, tanto nas habitações, como na Secretaria de Desenvolvimento Social da Prefeitura Municipal de Marau (PMM). Em todas as oportunidades, as informações obtidas foram somadas a um conjunto de informações já existentes e que conjuntamente puderam refletir com confiabilidade as circunstâncias de satisfação, uso e ocupação dos ambientes construídos avaliados. Foram realizadas duas entrevistas com os responsáveis pelo Departamento de Habitação da PMM, a primeira com os representantes da atual administração: o Sr. Julcemar Chimento - Secretário do Desenvolvimento Social; o Sr. Zélio Perin - Coordenador da habitação; o Sr. Auriberto Volpato - Dirigente da Habitação e a segunda com o Sr. Julio Minella – Dirigente da Habitação na administração anterior. Estas entrevistas foram gravadas e forneceram informações gerais sobre todo o processo habitacional na cidade de Marau, bem como sobre a Política Habitacional Municipal. Com relação às condições de conforto nos Núcleos em estudo pouco souberam responder, alegando a falta de informações deixadas por administrações anteriores e também a preocupação com os Programas Habitacionais em projeto ou construção.

DETERMINAÇÃO DA AMOSTRA: Para efeito da análise comportamental, devido ao pequeno número de UH existentes nos conjuntos escolhidos para os estudos de caso, optou-se por avaliar todas as unidades. Dessa forma, foram avaliadas 38 UH, sendo esta uma amostragem representativa, a fim de se ter a menor margem de erro possível em face dos objetivos, bem como de ampliar a probabilidade em relação à confiabilidade dos resultados.

Para a avaliação comportamental, ou seja, a aplicação das entrevistas, foram aplicadas em 38 UH, de acordo com a disponibilidade dos moradores. Sendo 7 entrevistas no NH Morar Bem, 18 entrevistas no NH Nova Esperança e 13 entrevistas no NH São Luis, procurando distribuir o mais homoganeamente possível entre homens e mulheres além de solicitar que respondessem sempre em relação à situação predominante (ou seja, evitar respostas múltiplas). O roteiro de entrevista aos usuários (ver apêndice 03) contém 15 questões com características sócio-econômicas e 55 questões relativas a aspectos de funcionalidade, conforto ambiental, estanqueidade, durabilidade e custos. A maioria das perguntas são abertas, de modo a não limitar as respostas dos entrevistados e enriquecer tanto quanto possível as respostas qualitativamente. É importante salientar no âmbito deste trabalho somente as questões relativas às características sócio-econômicas e ao conforto ambiental foram consideradas, tendo seus dados incluídos e utilizados nas análises de desempenho. Estas questões referentes ao conforto, não podem prescindir de justificativa para o caso de respostas negativas, pois, seu conteúdo é fundamental para a identificação da origem dos problemas apontados.

Os parâmetros escolhidos anteriormente foram distribuídos e diluídos nos questionários, sempre com o cuidado de se usar termos objetivos e de fácil compreensão

por parte das pessoas que seriam questionadas. Sua elaboração baseou-se em modelos retirados de várias fontes, entre elas Cordeiro (2005), Ornstein e Romero (2003), e Werna (2001). As informações coletadas foram abundantes, porém necessitaram de consolidação. As informações coletadas sobre o perfil sócio-econômico serão apresentadas no item 4.2.2.

A aplicação das entrevistas foi efetuada pessoalmente pela pesquisadora, com cerca de 8 visitas aos Núcleos Habitacionais, realizadas no período de 22 a 31 março. Foram estabelecidas as seguintes diretrizes básicas para o procedimento a ser adotado nas Visitas em campo:

- Os objetivos da Pesquisa deveriam ser brevemente explicados para os moradores, logo no início da visita;
- Se o morador não fosse receptivo aquela unidade não seria visitada internamente, nem fotografada;
- Se o morador estivesse interessado em colaborar com a pesquisa, mas estivesse ocupado naquele momento, então seria marcada uma outra hora para retorno e realização da Leitura;
- Deveriam ser usadas todas as formas de registro que se mostrassem adequadas, cuidando sempre para não inibir o morador com gravações ou fotografias. (Malard, 2002)

3.5.6. Sistematização e tratamento dos dados

A investigação resultou na criação de documentos por unidade: ficha de entrevista (respostas, informações e observações devidamente anotadas); registro gráfico (levantamento físico das unidades); registro fotográfico. As informações foram reunidas em planilhas eletrônicas para computador (Microsoft Excel), de modo que cada aspecto estudado pudesse ser tabulado distintamente em uma planilha acompanhada do gráfico mais representativo dos resultados encontrados. Para a tabulação das questões de opinião/satisfação dos moradores, utilizou-se na medida do possível, uma escala de cinco pontos, com alternativas “péssimo-ruim-regular-bom-ótimo”, devido à relativa facilidade de compreensão dos termos, além da razoável possibilidade de se graduar os conceitos. Foi elaborada também uma tabela geral com as respostas relativas à satisfação dos usuários com o conforto ambiental (ver apêndice 04). No capítulo 5 serão analisados parâmetros de conforto ambiental, levando em consideração as análises de projetos, medições “in loco” e simulações, bem como análises das entrevistas junto aos moradores. De forma a estabelecer análises comparativas entre os resultados do levantamento de opinião junto aos moradores e as análises técnicas à luz dos critérios de desempenho selecionados. É importante acrescentar que o método geral de análise é o atendimento ou não a estes critérios de desempenho.

CAPÍTULO 4. ESTUDO DE CASO

Para a compreensão da realidade urbano-habitacional do estudo de caso deste trabalho, faz-se necessária a contextualização dessa problemática no universo macro da cidade. O presente capítulo trata da caracterização da realidade de Marau, desde a época de sua fundação até a atualidade, destacando aspectos político-econômicos, culturais e climáticos que se aplicam ao município.

Procura apresentar, também, o processo de atendimento à demanda habitacional urbana para a população de baixa renda, descrevendo os programas habitacionais, os agentes intervenientes, a quantidade e tipologia das moradias e a demanda atendida. Investiga, também, as mudanças recentes na Política Habitacional do Município e as modalidades de provisão oferecidas.

Aborda, ainda, a descrição dos núcleos habitacionais em questão, que utilizam tipologia de unidades habitacionais isoladas e estão localizados em loteamento de periferia, descrevendo suas características gerais. As informações aqui apresentadas baseiam-se em dados empíricos coletados em fontes documentais, em consultas diretas a entidades públicas e privadas provedoras na produção de habitações populares.

4.1. O contexto habitacional de Marau

Neste item serão descritas as características do local onde está inserido o estudo de caso, como localização da cidade de Marau, suas condições climáticas, os aspectos sócio-econômicos e políticos e, também, o tratamento da questão habitacional pelo Governo Municipal. Os aspectos apresentados foram incluídos por sua importância para a compreensão da análise que será apresentada na seqüência.

4.1.1. Condições Básicas: Localização

O Município de Marau está localizado na Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul, conforme figura 4.1. A sede urbana encontra-se a 534 m acima do nível do mar, tendo o município altitude média de 650m. Apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 28°26'52" de Latitude Sul e 52°11'14" de Longitude Oeste. As principais vias de acesso são a BR 285 e a RS 324 (GUIAMARAU, 2005). Seu território ondulado por coxilhas, com aclives e penhascos nas margens de rios, apresenta solo predominantemente círiaco e charrua, com estrutura geológica de arenito-basáltico (BERNARDI, 1992). Todos os arroios e rios que cortam a região correm no sentido Norte-Sul, isto acontece em virtude da geografia do Município. Os três rios mais importantes são: o "Rio Marau, que circunda a cidade nos lados leste e sul e deságua no rio Capinguí. Outro rio é o próprio Capinguí, que se torna afluente do Guaporé. O terceiro importante curso de água é o rio Jacuí, que alimenta a barragem de Ernestina" (BERNARDI, 1992).



Figura 4.1: Localização de Marau no RS
 Fonte: www.estudiologia.hpg.ig.com.br,
 2006.



Figura 4.2: Vista aérea de parte da cidade.
 Fonte: foto cedida por Fernando Lodi, tirada em
 19/06/2004.

4.1.2. Histórico da Colonização e Expansão Urbana de Marau

O município está localizado em território que pertenceu à província jesuítica das Missões Orientais do Uruguai e foi ocupado por índios guaranis e coroados até antes de 1827. Data em que nasceu Passo Fundo e começou o povoamento por tropeiros e militares que se estabeleceram em estâncias.

No ano de 1845 morreu em combate com os brancos, às margens de um rio, o chefe do bando de Coroados, o cacique Marau. O rio e suas imediações, povoadas por caboclos, passaram a ser chamados de Marau.

O município deve seu nome à trágica história de um cacique bravo, de nome Marau, que percorria as vastas selvas da Serra Geral em busca de alimentos, frente a um bando de índios Coroados. Estas excursões nem sempre foram pacíficas e há registros de saques às lavouras e mortandade de brancos. Por volta de 1840, o bando chefiado pelo temido cacique Marau, foram acusados de trucidar dois moradores da aldeia Passo Fundo das Missões, os índios foram perseguidos por uma escolta que atravessou o rio Capinguí e, às margens de um arroio, depois chamado de Mortandade, travou-se a primeira batalha. Ainda no encalço dos índios fugitivos, a expedição prosseguiu em direção ao sudeste, exterminando o bando às margens de um rio maior. Esse batismo de sangue nomeou-o de rio Marau e com o mesmo nome também passou a ser chamada a região adjacente, povoada por caboclos. Marau preserva em seu nome o passado indígena do Brasil e a memória das batalhas humanas pela ocupação de espaços, batalhas muitas vezes cruéis e quase sempre condenadas ao esquecimento (SITE-PMM, 2005).

Conforme afirma Wickert (2004), “com o desenvolvimento e crescimento das comunidades de imigrantes italianos, a busca por novas terras para cultivo foi indispensável”. Iniciou-se então, dentro do próprio estado, o processo de migração pelos filhos da primeira geração de colonos que ainda preservavam em grande parte a cultura italiana, com sua língua e costumes, resultando, assim, na formação de diversos distritos na região Norte do Estado.

Alguns destes descendentes de imigrantes italianos iniciam, em 1904 a colonização de Marau, que neste enfoque está localizada na região da “nova colônia”.

Nesta época havia, também, outro pequeno núcleo habitacional denominado Tope, que em 1916 tornou-se 5º Distrito de Passo Fundo, contando com mais de 2.500 habitantes.

Em julho de 1920 o povoado de Marau é elevado a vila e passa a ser sede do 5º Distrito. Em menos de dez anos, com o trabalho árduo dos colonizadores, a vila e a zona rural se desenvolvem, “convertendo as matas densas em lavouras férteis e o esparso povoamento de caboclos em comunidades italianas de forte espírito gregário” (PMM, 2005), destacando a produção agrícola, de suínos, o comércio e a indústria.

Alguns anciãos que vieram após a chegada dos migrantes afirmam que a vida, nas primeiras décadas do século, não foi fácil para ninguém. Com efeito, ao chegarem, precisavam providenciar um lar para a prole. As primeiras habitações eram rústicas e pequenas. Em geral, feitas com tábuas lascadas à mão. A partir de 1920, entretanto, com a instalação dos primeiros engenhos, movidos a roda de água, começaram a surgir as chamadas moradas, mais cômodas e construídas com esmero (BERNARDI, 1992).

O município de Marau foi emancipado em 18 de dezembro de 1954 com uma área de 1.055 km², e instalado oficialmente em 28 de fevereiro de 1955, tornando-se esta a data de seu aniversário (PMM, 2003).

Com relação às influências italianas, Gutierrez (2000) afirma que, nas áreas urbanas eram as vias que conformavam os quarteirões, diferindo das estruturas espanholas onde as praças é que moldavam o meio urbano. A execução dos prédios, ruas e quadras, basicamente consistiram na sobreposição de traçado reticulado a um terreno desnivelado, e não foi trabalho fácil. Hoje, Marau, assim como outras cidades com influência da colonização italiana, só se diferencia das outras cidades gaúchas pela topografia irregular do planalto Riograndense, ou seja, na volumetria e na organização espacial, a cidade apresenta concentração de atividades comerciais, administrativas e serviços no centro, próximas a ele estão às zonas residenciais. Na periferia é que se encontram os bairros da classe trabalhadora, “quase sempre nos piores terrenos e com infra-estrutura e serviços insuficientes” (GUTIERREZ, 2000).

Sobre as características das edificações dos imigrantes italianos a mesma autora descreve: “apesar da diversidade de manifestações, produziram principalmente uma arquitetura racional, que fazia frente ao meio, desprovida de ornamentação”.

As edificações originais preservaram os alinhamentos de frente, mas em muitos casos, recuaram nas laterais, à procura do conforto natural e para permitir o escoamento das águas das coberturas, que caíam na direção dos limites laterais dos lotes urbanos. As casas erguidas nas cidades italo-gaúchas foram muito semelhantes às edificadas nos lotes rurais (GUTIERREZ, 2000).

Bernardi (1992) relata sobre a funcionalidade das tipologias habitacionais:

As famílias, em geral, eram numerosas, pois havia necessidade de mão-de-obra para a produção agrícola. Assim é que a residência, além do porão, no subsolo, para o armazenamento do vinho, do salame, da banha, do queijo, [...] havia o primeiro piso se localizavam a cozinha, espaçosa (no inverno deveria congrega todos os membros da família ao redor do fogo e mais os visitantes [...]); uma enorme sala a qual servia para as refeições familiares e também como sala de visitas; havia ainda uma despensa. No segundo piso, localizavam-se os quartos de dormir. O acesso de dava através de uma

escadaria, às vezes interna, outras externa. Acima, o sótão, onde se armazenavam o trigo, o arroz e outros cereais. [...]

Outras residências não eram sobrados; mas na realidade duas casas: a primeira abrigava as mesmas dependências do piso térreo de um lar descrito acima: a segunda, com uma saleta e os quartos de dormir – era denominada 'la cambra'. Quando as duas construções se localizavam a poucos metros de distância, eram interligadas por um corredor coberto e fechado até a altura de um metro por um alambrado de ripas (BERNARDI, 1992).

Os materiais mais utilizados pelos 'colonos' foram a madeira e a pedra. As pedras de basalto eram recolhidas dos campos, para limpeza dos terrenos e eram utilizadas na confecção das fundações e porões. Primeiramente sem nenhum acabamento e depois de assentadas, aparelhas em juntas secas. As figuras 4.2 e 4.3. mostram exemplos de edificações históricas construídas com estes materiais.



Figura 4.3: Casa Franciosi, construída em 1920, Vila Evangelista, Casca, RS.
Fonte: acervo da autora, 2001.



Figura 4.4: Conjunto Residencial Barp, Bento Gonçalves, RS.
Fonte: acervo da autora, 2005.

A madeira existia em abundância e foi uma das mais fortes contribuições italianas à arquitetura do sul do país. O corte das árvores nas colônias, para a liberação da área para o plantio, fez com que este material fosse o mais utilizado nas construções. “A madeira, inicialmente, foi falquejada, rachada ou serrada à mão. Quando melhoraram as estradas, as serrarias se estabeleceram” (GUTIERREZ, 2000), movidas a vapor ou por rodas hidráulicas. A maioria das casas possuía a estrutura, os fechamentos e a cobertura (*scândole*) em madeira.

Na década de 1960, a criação do Frigorífico Borella e Cia Ltda., transformou em atividade comercial a criação de suínos. Na década seguinte a agricultura voltou-se quase totalmente para a monocultura, alterando o perfil da produção com o cooperativismo agrícola e também com a instalação de agências bancárias. Nos anos 1980 houve um grande êxodo rural provocado pela crise no setor agrícola. “Hoje, beneficiada pelo terraceamento do solo, a agricultura volta-se para a diversificação de produtos e na pecuária ganham relevo a produção de leite e a avicultura, atendendo à demanda das indústrias de alimentos instaladas em Marau e na região. Ao todo, a agropecuária reúne mais de 1.700 estabelecimentos e ocupa o segundo lugar em valor adicionado no município” (SITE-PMM, 2005).

para a cidade. A taxa de crescimento demográfico no período de 1996 a 2000 foi de 2,66%, a maior da Região da Produção (38 municípios), que apresentou uma taxa de 1,01%. A média do Estado foi de 1,39% (SITE-PMM, 2005).

Tabela 4.1: Crescimento populacional da cidade de Marau no período de 1960 a 2005.

Ano	Área Rural	Área Urbana	Total População
1960	---	---	25.584
1670	---	---	26.418
1980	---	---	27.001
1991	6.967	15.358	25.113*
1996	8.222	17.120	25.342
2001	5.442	23.457	28.899
2002	5.330	24.144	29.474
2003	5.225	24.853	30.078
2004	5.124	25.582	30.706
2005	5.039	26.332	31.371

* Redução da população devido à redução da área do município por desmembramentos.

** Tabela construída pela autora com dados de NUTEP (2005), SITE-PMM (2005) e BERNARDI (1992), FEE (2005).

A demografia de Marau foi bastante modificada pelo intenso desenvolvimento econômico que pode ser explicado por vários fatores: primeiramente a migração do campo para a cidade, verificada na tabela anterior, principalmente por micro e pequenos produtores que são os que mais facilmente se desfazem de suas propriedades para procurar vida nova na zona urbana (BERNARDI, 1992). Também pelo número de indústrias existentes na cidade, dando destaque à Marau, tanto nacional como internacionalmente, como pólo industrial que fortalece a economia do Município com produção de características próprias e de qualidade. "Atualmente, Marau conta com 145 indústrias, das quais 53 são consideradas pequenas, 80 médias e 12 de grande porte, empregando aproximadamente 5.800 pessoas, o que torna o setor responsável pela geração de 77% dos empregos" (GUIAMARAU, 2005).

Esta forte industrialização, que agrega valor aos produtos e aumenta a renda da população, também é responsável pela intensificação do fluxo migratório em direção à cidade, gerando áreas de concentração urbana e também grandes demandas por serviços urbanos e de infra-estrutura. A figura 4.6 apresenta o mapa do perímetro urbano da cidade de Marau no ano de 1992 que pode ser comparado com a figura 4.12 que apresenta o perímetro urbano da cidade no ano de 2005, ilustrando seu crescimento. Os dados disponíveis do Censo do IBGE de 2000 mostram que, com relação ao saneamento básico, os números apresentados para Marau não diferem muito dos apresentados para o país, conforme Tabela 4.2. Com relação ao acesso aos serviços de abastecimento de água, o município fica abaixo da média do país em 7 pontos percentuais. Percebe-se que muito ainda precisa ser investido para a garantia da qualidade da água consumida pela população.

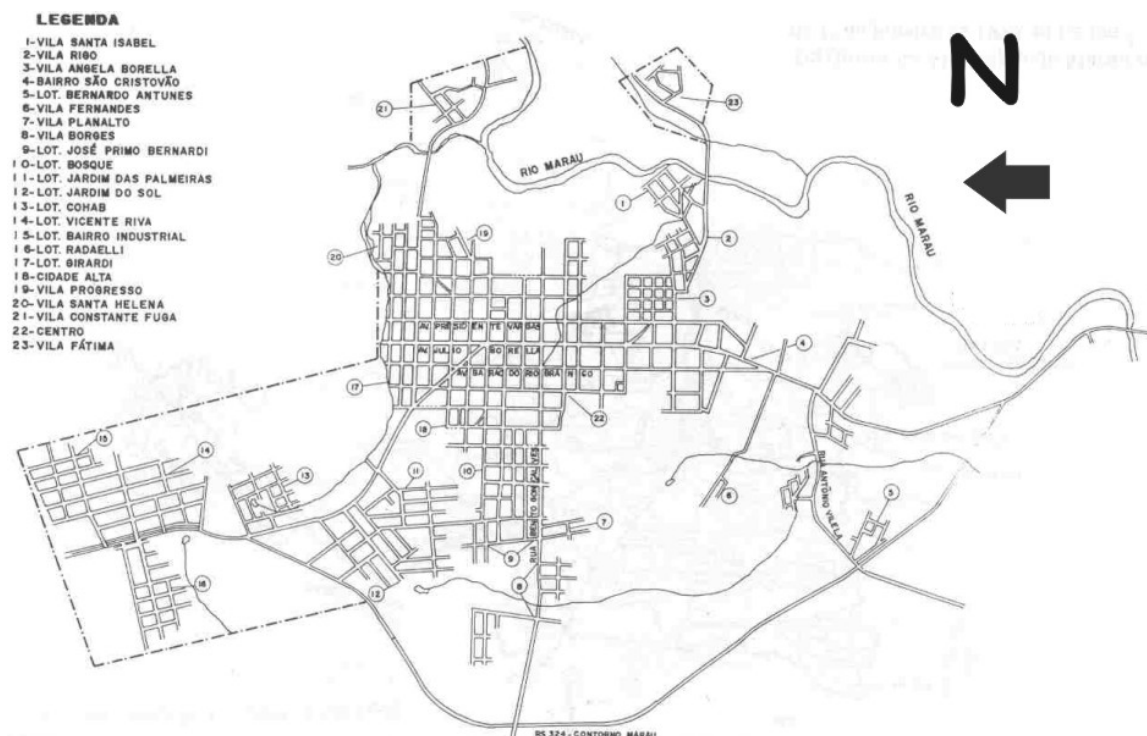


Figura 4.6: Mapa da cidade de Marau no ano de 1992.
Fonte: Bernardi, 1992.

Pode-se notar um quadro extremamente precário indicativo do esgotamento sanitário ligado à rede geral de águas pluviais, onde menos da metade da população da cidade tem acesso a este serviço. A coleta de lixo atinge mais de 80% dos domicílios da cidade, número que praticamente se repete para o país. Pode-se acrescentar que a coleta seletiva de lixo em Marau, atinge quase a totalidade da zona urbana, fato “conseguido após 10 anos de campanhas e de tentativas de envolvimento popular e mobilização social” (MISTURA, 2005).

Tabela 4.2 – Saneamento básico existente nos domicílios, em 2000.

Saneamento básico	Brasil	%	Marau	%
Domicílios particulares permanentes - TOTAL	44.795.101 domicílios	100%	8.386 domicílios	100 %
Forma de abastecimento de água - rede geral	34.859.393 domicílios	77,82%	5.917 domicílios	70,56%
Forma de abastecimento de água - poço ou nascente	6.976.877 domicílios	15,57%	1.360 domicílios	16,22%
Forma de abastecimento de água - outras formas	2.958.831 domicílios	6,61%	1.109 domicílios	13,22%
Com banheiro ou sanitário	41.089.793 domicílios	91,73%	8.311 domicílios	99,10%
Com banheiro ou sanitário – esgotamento - rede geral	21.160.735 domicílios	47,24%	3.727 domicílios	44,44%
Sem banheiro ou sanitário	3.705.308 domicílios	8,27%	75 domicílios	0,89%
Destino de lixo - coletado	35.393.331 domicílios	79,01%	6.835 domicílios	81,50%
Destino de lixo - outro destino	9.401.770 domicílios	20,99%	1.551 domicílios	18,50%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000.

Marau apresenta taxa de alfabetização de 94,6%, com 22.423 alfabetizados. O que não impede que ocorra um grau elevado de desemprego, atingindo 24,29% da população, que tinha rendimento nominal médio mensal em 2001, de R\$596,60 reais (IBGE, 2006), onde quase 40% da população vive com menos de 3 salários mínimos mensais. Conforme Rosso (1980) é bastante adequado analisar o perfil de renda da população efetiva, pois nele pode-se verificar e diferenciar a demanda potencial – “que representa as necessidades reais de habitação” – da demanda efetiva – “que é constituída pela parcela que pode ser satisfeita pelos mecanismos de mercado”. Assim é necessário observar a capacidade aquisitiva da população carente. Na Tabela 4.3, apresentada a seguir, pode-se observar os percentuais por faixa de renda, onde 47,24% dos trabalhadores recebem até 3 salários mínimos e 57,55% recebem até 5 salários mínimos.

Tabela 4.3: Rendimento mensal de pessoas residentes com 10 anos ou mais de idade, em 2001.

Rendimento nominal mensal	Número de pessoas residentes	Porcentagem
Até 1 salário mínimo	3.629 habitantes	15,32%
De 1 a 2 salários mínimos	4.626 habitantes	19,52%
De 2 a 3 salários mínimos	2.938 habitantes	12,40%
De 3 a 5 salários mínimos	2.445 habitantes	10,31%
De 5 a 10 salários mínimos	2.118 habitantes	8,93%
De 10 a 20 salários mínimos	669 habitantes	2,82%
Mais de 20 salários mínimos	383 habitantes	1,61%
Com rendimento - Total	16.807 habitantes	70,92%
Sem rendimento	6.890 habitantes	29,07%
População total	23.697 habitantes	100%

Fonte: IBGE, 2006 (Resultados da Amostra do Censo Demográfico 2001).

4.1.4. Aspectos climáticos e ambientais

As bases de um planejamento e projeto adaptado climaticamente são a utilização significativa e inteligente do ambiente natural (sol, vento, terra, temperatura do ar, vegetação e umidade) para criar uma edificação confortável e energeticamente eficiente. Assim é necessário descrever detalhadamente as condições climáticas da região abordada. Considerando-se importante conhecer bem o clima de Marau, este será caracterizado com os dados fornecidos pela Embrapa Trigo para a cidade de Passo Fundo, em razão da proximidade destes municípios e da inexistência de informações mais específicas para o município de Marau.

Alguns de seus dados principais são os seguintes:

Pressão atmosférica: 937,4 mb
 Temperatura média: 18 ° C (Marau)
 Temperatura máxima absoluta: 38,3 ° C
 Precipitação total: 1787,8 mm
 Umidade relativa: 72 %

Insolação: 2329,6 horas

Nebulosidade: 5,2 (0-10)

Na Tabela 4.4 são apresentadas as normais climatológicas de Passo Fundo, do período 1961-1990, estabelecido como padrão internacional pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Enquanto que na Figura 4.7, pode ser visualizado o comportamento das temperaturas média, mínima e máximas.

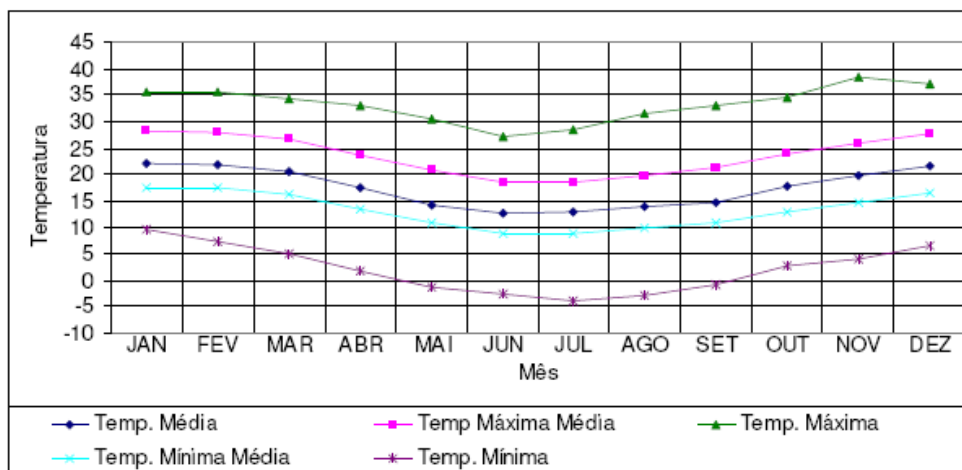


Figura 4.7: Representação das temperaturas médias, máximas e mínimas de Passo Fundo. Fonte: MENEZES, 2006.

Tabela 4.4 - Normais climatológicas de Passo Fundo, do período 1961-1990.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Pressão atmosf. (mb)	934,8	935,6	936,7	938,2	939,2	939,9	940,4	939,3	938,7	936,9	935,1	934,4	937,4
Temperatura média (° C)	22,1	21,9	20,6	17,6	14,3	12,7	12,8	14,0	14,8	17,7	19,8	21,5	17,5
Temperatura máxima (° C)	28,3	28,0	26,7	23,7	20,7	18,4	18,5	19,9	21,2	23,8	26,0	27,8	23,6
Temperatura mínima (° C)	17,5	17,5	16,3	13,5	10,9	8,9	8,9	9,9	11,0	12,9	14,8	16,5	13,2
Temp. máx. absoluta (° C)	35,6	35,7	34,2	33,1	30,6	27,2	28,4	31,4	33,0	34,5	38,3	37,1	38,3
Temp. mín. absoluta (° C)	9,5	7,2	5,1	1,6	-1,4	-2,5	-3,8	-2,9	-0,9	2,8	4,0	6,5	-3,8
Precipitação total (mm)	143,4	148,3	121,3	118,2	131,3	129,4	153,4	165,7	206,8	167,1	141,4	161,5	1787,8
Precip. altura 24h (mm)	86,8	161,1	97,2	164,6	144,1	78,4	104,3	112,0	144,4	103,7	84,1	111,3	164,6
Evaporação total (mm)	127,2	104,2	106,9	95,3	86,2	78,5	92,5	100,3	106,7	126,5	141,7	153,5	1319,5
Umidade relativa (%)	71	74	75	74	75	76	75	73	72	69	67	67	72
Insolação (horas)	238,8	208,1	207,0	185,2	181,1	153,7	162,6	161,1	154,9	202,3	220,6	254,2	2329,6
Nebulosidade (0-10)	5,2	5,3	4,9	4,7	4,7	5,2	5,1	5,4	5,9	5,4	5,3	5,0	5,2

Fonte: EMBRAPA, 2006.

Pela localização geográfica, apresenta clima mesotérmico úmido (temperado), do tipo subtropical úmido – Cfa, caracterizado por temperaturas médias, no mês mais frio, entre 18°C e 0°C e, no mês mais quente, acima de 22°C, ou seja, com verões quentes e um regime pluviométrico de chuvas bem distribuídas durante o ano (nenhum mês com menos de 60 mm). A direção dos ventos dominantes é nordeste, com velocidade média de 4,1 m/s e velocidade máxima de 28 m/s.

De acordo com Cunha (2003), a análise climática local definida como Ano Climático de Referência – TRY, utilizando-se os dados de temperaturas e umidade relativa, apresenta como resultados proporcionais as seguintes porcentagens: 29,1% das horas do ano com situações de conforto; 57,5% das horas do ano com situação de frio e 13,4% das horas do ano com situações de calor. Deve-se salientar que a quantidade das horas de frio, conforto e calor deve levar em conta a faixa de temperaturas de conforto térmico para países em desenvolvimento, que é definida por Givoni (2003, apud CUNHA 2003) como sendo de 18°C a 29°C.

Assim as estratégias de condicionamento térmico indicadas, de acordo com a Carta Bioclimática de Givoni adaptada, são: aquecimento artificial (calefação), aquecimento solar passivo da edificação, massa térmica para aquecimento, desumidificação (renovação do ar) e, ainda, ventilação de conforto (CUNHA, 2003). A questão a se resolver quando se projeta para a região Sul do Brasil é a diversidade do clima, que alterna períodos de muito frio com muito calor, assim como a grande variação da temperatura e a elevada taxa de umidade do ar.

4.1.5. Política e necessidades habitacionais de Marau

Com a intenção de descrever as condições habitacionais existentes no município de Marau, neste item serão trazidos alguns dados levantados sobre as necessidades habitacionais também sobre a política habitacional corrente no município. De acordo com o Censo de 2000 (IBGE, 2005), existiam naquele ano em Marau 8.393 domicílios, com uma média de 3,39 habitantes por domicílio (SITE-PMM, 2005). Média pouco superior à do estado (3,33), mas semelhante à da maioria dos municípios com população entre 25 mil e 35 mil habitantes. Com relação às necessidades habitacionais, ou seja, déficit e inadequação habitacional, o Censo Demográfico 2000 – IBGE (FEE, 2005), apontava que o déficit habitacional – coabitação familiar + famílias conviventes - era de 516 domicílios (6,15%¹), sendo que a coabitação familiar representava apenas 5% desse número. A inexistência de domicílios improvisados excluiu este item da contagem.

Os domicílios que apresentavam inadequação habitacional por adensamento excessivo somavam 109 unidades (1,30%¹), já os que apresentavam inadequação habitacional por problemas de acesso à infra-estrutura - por deficiência ou carência – somavam 3.241 unidades (38,60%¹). Segundo levantamento da Secretaria do Desenvolvimento Social e Habitação, para resolver o déficit habitacional, o município de Marau necessitaria de aproximadamente 700 novas moradias (Jornal de Marau, 2005). De acordo com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social – Departamento de Habitação (DH), em entrevista cedida à autora em março de 2006, esse número caiu para 500 moradias.

¹ Em relação ao total de domicílios.

A preocupação com a questão habitacional por parte do Governo Municipal de Marau, está presente já em sua Lei Orgânica Municipal. Esta orienta o Município a promover programas de interesse social destinados a facilitar o acesso da população à habitação e priorizar a regularização fundiária, a dotação de infra-estrutura básica de equipamentos sociais e a implantação de empreendimentos habitacionais. Apoiar a construção de moradias populares realizadas pelos próprios interessados, por regime de mutirão, por cooperativas habitacionais e outras formas alternativas (Art. 105, Lei Orgânica Municipal de Marau, 2005)

Com o objetivo de construir moradias populares e visando atender famílias carentes, de renda inferior a 3 salários mínimos, em 1986, o Município participou da implantação e execução do "Programa Mutirão da Moradia" (Lei nº 1190 de 17/09/1986). Para a execução do Programa, foi assinado convênio com órgãos federais para a criação do Fundo Rotativo de Habitação Popular. Um fundo de caráter semelhante já havia sido criado em 1966 (Lei nº 338, 27/09/1966) com o nome de Fundo Municipal de Habitação, com recursos provenientes de dotação orçamentária específica e aplicação em habitações populares e equipamentos urbanos.

A implantação e regulamentação do Programa Marauense de Habitação Popular (PROMAR), pela Lei nº 1374 de 28/12/1989, teve a finalidade de apoiar a Habitação Popular, com prioridade para reformas ou ampliações, com beneficiários e formas de financiamento específicas. A partir do ano de 1990 (Lei nº 1428, de 12/07/1990), fica regulamentado no município de Marau o fornecimento de Projetos Populares de Habitação, tendo a Secretaria Municipal do Trabalho e Ações Comunitárias como órgão responsável pela implantação e enquadramento dos Projetos Populares de Habitação Padrão, de até 48 m². Todas as pessoas que foram previamente cadastradas, com renda até 3 salários mínimos, que tenham posse de um único imóvel regularizado e com matrícula no Cartório de Registro de Imóveis, podem ser beneficiadas. Em 1993, a área máxima de Projetos Populares Padrão passa para 60 m² (Lei nº 2091, de 29/12/1993).

A partir de 1993, é constituído o Conselho Municipal de Habitação e Bem-Estar Social (CMH), tendo caráter deliberativo. Deve garantir a participação da comunidade na elaboração e implementação de programas da área social e, também gerir o Fundo Municipal de Habitação e do Bem-Estar Social (FMH) que também é criado pela Lei nº 1984 (27/05/1993). Este proporciona "apoio e suporte financeiro à implementação de programas de área social, tais como habitação, saneamento básico e promoção humana voltados à população de baixa renda". Em 2000 o CMH é reestruturado, ficando constituído por 9 membros, e não mais por 13 membros como anteriormente.

O Departamento de Habitação (DH) é o setor encarregado pelo Governo Municipal de tratar dos problemas habitacionais. Está atualmente vinculado à Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social e é responsável pelo:

- Coordenação, ampliação e gerenciamento do Fundo Municipal da Habitação;

- Acompanhamento às Sociedades e Cooperativas Habitacionais em busca de soluções aos problemas do Município;
- Gerenciamento de Programas Habitacionais, coordenação de projetos habitacionais para pessoas de baixa renda, junto a órgãos da esfera estadual, federal e da iniciativa privada;
- Regularização de obras irregulares ou clandestinas para famílias de baixa renda (SITE-PMM, 2005)

A Política Habitacional de Marau visa primeiramente a recuperação de habitações que não tenham condições de habitabilidade ou salubridade, ou seja, atender às famílias mais carentes. Além de proporcionar casas para as famílias que habitem em porões e outros locais insalubres e necessitem de casa própria, mas sem condições de adquirir uma nova casa, ou seja, morar com dignidade. As principais ações realizadas pelo DH consistem em re-assentamentos e regularizações fundiárias, fornecimento de infraestrutura aos bairros mais carentes e distantes e principalmente a construção de núcleos habitacionais. Também são fornecidos kits de materiais de construção, auxílio-reforma e distribuição de Projetos Populares de Habitação Padrão, conforme lei mencionada anteriormente (informação verbal)².

A função do DH é ser um agente organizador e facilitador. De um lado, através de conversas com Deputados e demais políticos, inscrições e envio de projetos para a Caixa buscando fontes diversas de recursos. De outro montando programas e organizando grupos a serem atendidos e posteriormente as contratações e outros processos. A intenção é oferecer programas para diferentes faixas de renda apresentando casas que se enquadrem às necessidades desses diferentes grupos e famílias, chamá-las e oferecer a oportunidade (informação verbal)¹. Três pessoas são responsáveis diretamente pelo DH na Prefeitura. Assim há a necessidade de mais uma para o atendimento ao público e cadastramento de famílias na Secretaria. Desse modo os outros estariam livres para as demais tarefas anteriormente citadas.

A demanda cada vez mais crescente fez com que o DH deixasse de atender somente a população carente de Marau e passasse a tentar atender também às muitas famílias que chegam à cidade diariamente em busca ou já com emprego nas indústrias. Essa migração inflacionou os aluguéis residenciais e os pontos comerciais de um modo que não se encontram mais imóveis para alugar. Essa Política criou, também, uma cultura distorcida em relação à Prefeitura Municipal, pois muitas famílias mesmo sem maiores necessidades, vão ao DH em busca de uma casa própria. O pensamento que se criou é de que a Prefeitura deve dar uma casa a todos que requisitem.

² As informações que seguem foram obtidas em entrevista com representantes da atual administração: o Sr. Julcemar Chimento - Secretário do Desenvolvimento Social; o Sr. Zélio Perin - Coordenador da habitação; o Sr. Auriberto Volpato - Dirigente da Habitação e o Sr. Julio Minella – Dirigente da Habitação na administração anterior.

Para tentar contornar esta situação, todas as famílias carentes são previamente cadastradas e tem que comprovar certos critérios de acordo com os programas que são oferecidos. Nos programas direcionados às famílias mais carentes, as habitações têm sido doadas, por se entender que estas famílias com renda muitas vezes inferior à 1 SM não teriam condições de financiar suas moradias e também pela garantia de uma construção com qualidade e durabilidade, mas é necessário principalmente comprovar a renda familiar (e não por pessoa) e também 5 anos de residência na cidade. O nível de vulnerabilidade dessas famílias é analisado por assistentes sociais que visitam as famílias definindo quais as mais necessitadas. O DH também oferece programas para as famílias que têm terreno e não têm condições de construir suas casas.

Durante anos, muitos programas habitacionais previam somente o repasse de terrenos, o que já não acontece atualmente, devido aos problemas recorrentes em muitos programas. Como de famílias que adquiriam o terreno, construíam em cima, mas não pagavam ou aquelas que compravam casa e terreno, não pagavam à Prefeitura e revendiam a terceiros. O resultado disso é uma grande taxa de inadimplência. De acordo com levantamento realizado pela Prefeitura em 2004, poderiam ser construídas em torno de 90 a 100 casas, só com a dívida ativa existente no DH.

Em função desses problemas de inadimplência, a Prefeitura, a partir de 2001, deixou de tomar financiamentos junto à Caixa Econômica Federal (CEF). Deixou, assim, de construir e tentar cobrar dos moradores. Agora, ou as habitações são doadas às famílias com renda inferior à 1 SM, ou os programas são realizados em parceria com a Caixa, onde a prefeitura é o intermediário. Quem toma o financiamento junto à CEF é o próprio mutuário. O município classifica as famílias, repassa o lote a preço de custo ou inferior e entra com todos os custos de Infra-estrutura. O retorno de todos os financiamentos anteriores à 2001 e da venda de terrenos pagos à Prefeitura vai para o Fundo Municipal de Habitação que é rotativo. Parte deste dinheiro sai do Fundo para pagar as prestações de financiamentos tomados pela Prefeitura junto à CEF.

Em Marau quase não existem áreas degradadas e irregulares ou à beira de rios. Nos poucos casos existentes, as famílias são re-alocadas, na medida do possível, para novos loteamentos regularizados. O DH afirma que não há condições de se investir em reestruturação de áreas irregulares, pois na maioria das vezes são áreas de risco à beira de morros e rios, onde já ocorreram enchentes e mortes. Quando a administração 2001/2005 assumiu a Prefeitura a situação do Lot. Casulo era muito precária. Era composto de 73 lotes. Não tinha rede de esgoto, nem energia elétrica: era servido por água de um poço artesiano, com água contaminada e nem pavimentação tinha. Aos poucos esta situação está sendo mudada.

Os bairros mais afastados do centro, como o Loteamento Casulo, a Cohab, a Vila Fátima e o Loteamento Frei Adelar, como não são muito antigos já contam com redes de esgoto com estação de tratamento, item que ainda não existe em Núcleos Habitacionais

mais antigos. A infra-estrutura fornecida aos conjuntos habitacionais é sempre executada e paga pela Prefeitura Municipal. No último Conjunto Habitacional implantado, foi investido mais de R\$ 1 milhão em infra-estrutura. Somente na pavimentação foram gastos R\$115.000,00 com recursos do DH. As Regularizações fundiárias também são outra grande área de ação do DH, que atualmente está regularizando todo o Bairro do Curtume ou Bairro Constante Fuga, desmembrando uma grande área de terras e fazendo matrículas de lotes.

Os recursos destinados ao DH permanecem no FMH, além dos recursos do fundo e dos recursos provenientes do orçamento são feitas algumas suplementações. Todos os recursos que saem do FMH são analisados e aprovados pelo CMH que é quem administra esse Fundo, atualmente composto por representantes de Sindicatos, Associações e Cooperativas. Assim, quem toma as iniciativas dos programas é o DH, mas quem dá a última palavra é o CMH. A Prefeitura privilegia a construção de habitações unifamiliares térreas e também com possibilidade de ampliação, onde a maioria dos projetos é baseada na tecnologia convencional de alvenaria de bloco cerâmico por ser mais barato e apresentar menos problemas construtivos. Na maioria dos programas são feitas parcerias com Sindicatos e também com Cooperativas. Dessa maneira a provisão habitacional ocorre via Associações de Moradores, com Estatutos e todas as regulamentações especiais indicando o caráter social dos empreendimentos, favorecendo aplicação de subsídios e financiamentos especiais.

Com relação aos tipos de produção oferecidos pela PMM, no entendimento da atual administração, nas várias tentativas de programas que utilizaram o tipo mutirão não houve resultados satisfatórios. Algumas famílias erguiam suas casas, iam morar e não concluíam os acabamentos e instalações necessárias, continuando a viver com poucas condições de habitabilidade e ocasionando muitos problemas. Assim, a partir do ano 2001, a produção aconteceu sempre com mão-de-obra da Prefeitura quando eram programas emergenciais com poucas casas ou por empreitada para grandes programas. Esse modo de produção permite entregar as casas prontas, todas com o mesmo padrão de qualidade e também permite a inauguração e entrega com dia certo, outro fator considerado favorável em se tratando de Promoção Governamental.

Com a implementação do Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social (PSH), pelo Governo Federal, no final de 2001, foram construídas em Marau 35 UH de 48 m², a um custo de R\$8.000,00 cada, onde a Caixa Econômica Federal destinava R\$4.500,00 para cada família à Fundo Perdido, e o Município integralizava o valor restante para a construção da habitação. Os recursos foram repassados para os mutuários que juntamente com a Prefeitura contrataram um único empreiteiro. Este optou por construir as casas com 48 m² em um retângulo de 6x8 m, ao invés de seguir o projeto original que resultava em 42 m² e um recorte, que segundo ele lhe daria mais

trabalho e pouca diferença no material. Construindo assim todas as 35 casas com 6m² a mais cada uma e com qualidade amplamente elogiada, contando até com pintura acrílica.

Todo o processo de provisão, ou seja, o tempo gasto desde a idéia do programa, a escolha e compra de terrenos até a entrega das chaves aos moradores leva geralmente 3 anos. Na maioria dos programas os futuros moradores não participam da escolha dos projetos. Mas no Loteamento Frei Adelar, dentro do Programa da CEF “Imóvel na Planta Construtora”, as famílias tiveram a opção de financiamento de 6 tamanhos de casas, com 2 ou 3 quartos, 1 ou 2 banheiros, com garagem ou não, onde o projeto foi concebido para casas pequenas que pudessem ser ampliadas sem desvirtuar muito o modelo original. Essa é uma opção para as famílias que não tem condições e começam com pouco, onde o projeto concebido de forma evolutiva possibilita que as casas sejam ampliadas sem redução de níveis de iluminação e ventilação em cozinhas e banheiros. O Loteamento Frei Adelar tem um total de 230 lotes, dos quais 119 já foram entregues aos moradores. As imagens a seguir, figura 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10 ilustram alguns exemplares dos programas habitacionais.



Figura 4.8: Vista do Lot. Frei Adelar, em construção.
Fonte: foto cedida por Fernando Lodi, tirada em 26/05/2005.



Figura 4.9: Vista do Cond. Santa Lúcia – PSH Urbano – 14 UH geminadas.

Fonte: foto cedida por Fernando Lodi, tirada em 19/06/2004.



Figura 4.10: Vista do Lot. Alberto Borella.
Fonte: Acervo da Autora, 2004.



Figura 4.11: Vista do Loteamento Casulo.
Fonte: Acervo da Autora, 2004.

4.1.6. Programas Habitacionais Municipais

A Prefeitura Municipal de Marau promoveu inúmeros programas ao longo dos últimos 18 anos. Foram produzidas quase 400 unidades habitacionais, contando com recursos próprios e de parcerias com Governo Federal. Os dados podem ser verificados na tabela 4.4. A localização dos 15 programas habitacionais pode ser vista na figura 4.11.

Tabela 4.4 – Conjuntos Habitacionais executados pela PMM no período de 1988-2005

Conjunto	Ano	Órgão Financiador	Bairro	Metragem das UH	Unidades
MUTIRÃO JARDIM DO SOL	1988 / 92	Prefeitura Municipal de Marau.	Bairro São Pelegrino	39,00 m ²	61 UH
MUTIRÃO NOVO HORIZONTE	1989/ 90	Prefeitura Municipal de Marau.	Lot. Novo Horizonte	39,00 m ²	48 UH (casa e terreno) + 10 lotes
MUTIRÃO PRIMAVERA	1995/ 00	COHAB/RS e P. M. de Marau	Vila Fátima	22,00 m ²	27 UH
LOTEAMENTO HABITACIONAL ALBERTO BORELLA	1997	Financiamento das UH (plantas – custo das unidades) através da CEF, e a P. M. de Marau (Lei nº 2514), repassou os lotes às Cooperativas	Bairro Alberto Borella	50,80 m ²	242 lotes
MUTIRÃO SÃO JOSÉ OPERÁRIO	1997	P. M. de Marau	Bairro São José	-----	65 lotes
PROGRAMA HABITACIONAL SÃO LUÍS (PRÓ-MORADIA I)	1998	Caixa Econômica Federal (dentro do programa Pró-Moradia) e contrapartida da P. M. de Marau	Bairro São José	39,60 m ²	15 UH (casa e terreno)
LOTEAMENTO COHAB	1998/ 2001	Prefeitura Municipal de Marau	Bairro Santo Expedito	Construção particular	220 lotes
LOTEAMENTO CASULO	2000	Prefeitura Municipal de Marau	Vila Fátima	39,60 m ²	70 (lotes) + 14 UH (quadra 02)
MUTIRÃO NOVA ESPERANÇA	1997	Ministério do Bem-Estar Social “Projeto Mutirão Nova Esperança” (só casas)	Bairro São José	48 m ²	18 UH (casa e terreno)
CONJUNTO HABITACIONAL - EDIFÍCIO CINGHAMARAU	2000	Caixa Econômica Federal (dentro do programa Pró-Moradia) e contrapartida da P. M. de Marau de R\$ 300.000,00.	Bairro Santo Expedito	44,00 m ²	48 UH (apartamento)
LOTEAMENTO VILA VERDE	2001	Prefeitura Municipal de Marau	Bairro Fátima	Construção particular	58 (somente lotes)
PROGRAMA HABITACIONAL MORAR BEM	1999	Verbas do Orçamento Geral da União, repassadas pela CEF com 10% de contrapartida da P. M. de Marau	Bairro São José	48 m ²	7 UH (benfeitorias) e 4 terrenos
PSH Urbano - Unidades Isoladas	2003	Convênio entre C.E.F. (PSH)	-----	48,00 m ²	6 UH (casas)
PSH Urbano - Loteamento Casulo			Vila Fátima	48,00 m ²	17 UH
PSH Urbano - Condomínio Horizontal Santa Lúcia			Bairro Industrial	48,00 m ²	14 UH (casa e terreno)
LOTEAMENTO FREI ADELAR	2004/ 05	Financiamento através da CEF do “Projeto Habitacional Imóvel na Planta Construtora”	Bairro São José	48,00 m ²	119 UH
PROGRAMA HABITACIONAL MORAR MELHOR	2005	Verbas Deputados: Ari Vanazzi e Beto Albuquerque	----	32,00 m ²	19 UH

Fonte: PMM, 2006. Dados compilados pela autora.

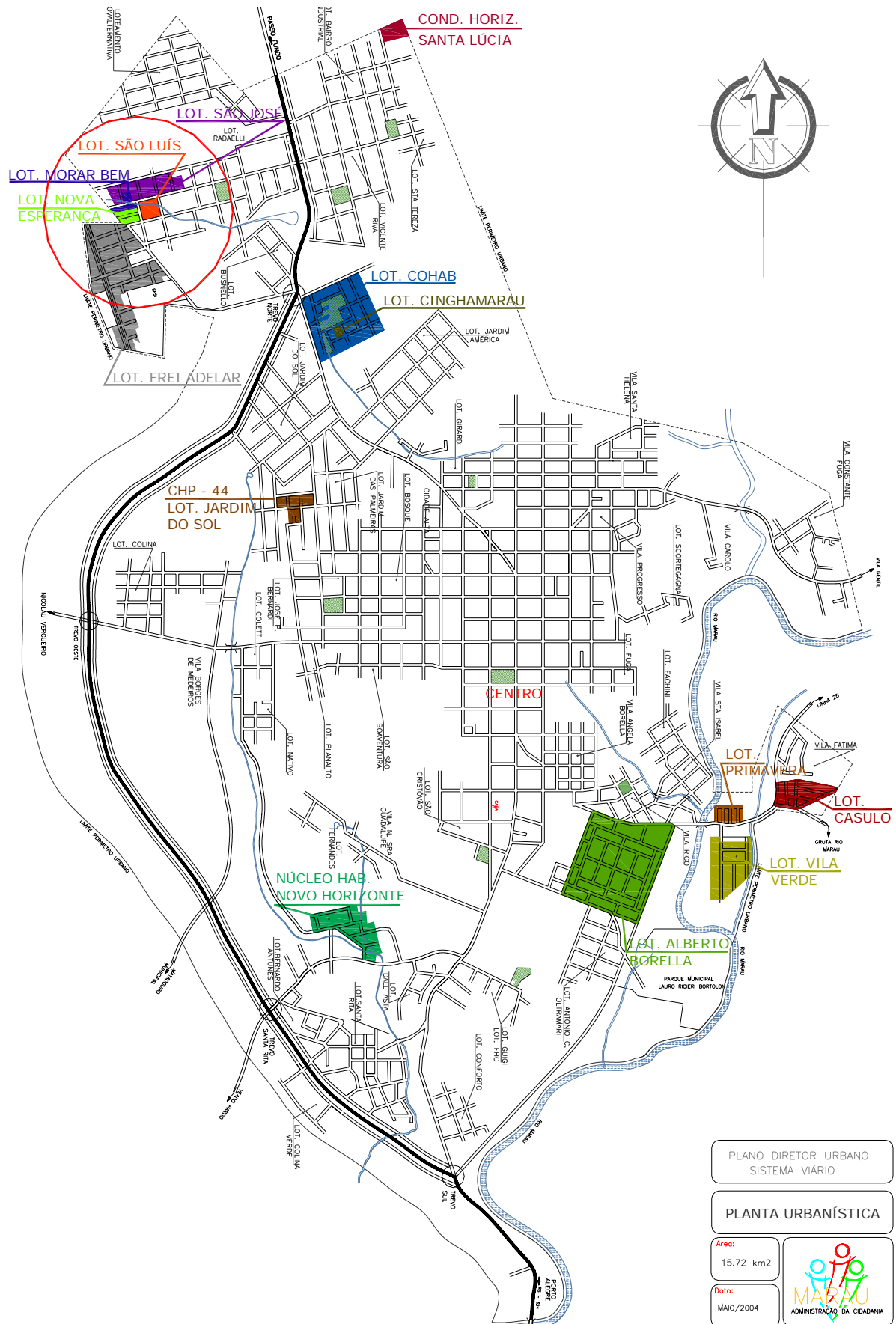


Figura 4.12: Mapa do Município de Marau, localização dos Progr. Hab. Municipais.
Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Marau – RS, 2005.

A confecção do quadro-resumo do inventário de Programas Habitacionais ficou muito limitada pela insuficiência de informações encontradas e oferecidas, não contemplando informações sobre o fornecimento de kit de materiais de construção, auxílios reforma e distribuição de projetos de habitações de padrão popular. Com relação à localização dos Conjuntos ou Núcleos Habitacionais percebe-se claramente que ao longo dos anos foram sendo implantados nas bordas da cidade, ficando cada vez mais afastados do centro da cidade. Em tecido urbano diferenciado, em loteamentos que vão se sucedendo numa bricolagem que não respeita os traçados já existentes, revelando ausência de planejamento urbano que tire partido da topografia e da localização.

Comparando-se a produção dos programas de oferta de lotes e construção de unidades com o déficit, tem-se que a produção ao longo dos últimos 5 anos correspondeu a 33,9% do déficit habitacional, ficando na média dos maiores percentuais de cobertura que estão justamente na região Sul, que apresenta percentuais de 32,0% e 26,2% (IPPUR/UFRJ, 2002). A combinação entre menor escala de necessidades habitacionais e maior capacidade de empreendimento das administrações locais, são os fatores que apontam para este bom desempenho. O município foi responsável, de forma autônoma, pelo financiamento de programas que beneficiaram cerca de 50,4% (casas e lotes) das famílias. A importância da iniciativa e da autonomia locais na implementação dos programas fica assim demonstrada e confirmada, explicitando também a limitação dos financiamentos federais em anos passados.

No tocante às realizações da instituição perante seus objetivos, baseando-se na proposta de produção da instituição e no déficit habitacional da cidade, pode-se dizer que sua produtividade em termos quantitativos está longe de suprir a demanda atual existente de 500 moradias, pois em quase 20 anos foram produzidas em torno 400 unidades habitacionais. Estes números revelam que o Poder Público necessita ainda procurar outros meios com o intuito de sanar esta necessidade tão básica de uma população que em sua maioria não dispõe de recursos para arcar nem ao menos com o financiamento de uma habitação digna.

4.1.7. Legislação municipal de Marau

A Lei Municipal de Marau n° 1213 de 12/01/1987, que dispõe sobre o parcelamento do solo e condomínios, define que os parcelamentos de solo urbano com fins de interesse social são os loteamentos residenciais executados pelo Poder Público e destinados à população de baixa renda (Art. 9). A Lei Municipal n° 2966 de 25/07/2000 estabelece que mesmo em casos de interesse social as testadas mínimas não devem ser menores à 12 m e os terrenos não devem ser menores que 300 m² (Art. 31).

A habitação popular pelo Código de Obras é definida como a unidade residencial – casa ou apartamento – que possa ser financiada por Programas do Governo Federal, “destinada exclusivamente à moradia própria, constituída por dormitório(s), sala,

cozinha, banheiro, circulação, local para lavanderia e outros, desde que não ultrapasse a área de 70m² (setenta metros quadrados)". Deve ter como características mínimas pelo menos um dormitório com área mínima de 9,00m² e ter cozinha com área mínima de 3,00m². A área de garagem não é incluída para efeitos de cálculo nos 70,00m² (Lei Municipal de Marau n° 3705 de 15/09/2004).

De acordo com o Art. 10 da Lei Municipal n° 2.797, de 19 de abril de 1999, que dispõe sobre a emissão e controle de ruídos ou sons excessivos ou incômodos, alterada pela Lei Municipal n° 3.246, de 28 de maio de 2002: fica estabelecido como nível máximo de intensidade do som ou ruído permitido, na Zona Mista (ZM), 75 dB entre 7h e 20 h e 60 dB entre 20h e 7h. Entende-se que devam prevalecer os critérios mais rígidos entre a NBR 10.151/2000 e a Lei Municipal n° 3.246/2002.

4.2. Caracterização dos Estudos de caso

O três Núcleos Habitacionais estão situados no fim de um grande bairro (Bairro São José) de fortes características industriais (cresceu em função das indústrias ali instaladas), sua localização com relação ao centro pode ser visualizada na figura 4.12 e a implantação é apresentada na figura 4.15. Estão assim, situados na periferia urbana, (vide figuras 4.13 e 4.14) na franja que une cidade e campo, em tecido de urbanização recente, apresentando moradores com características socioeconômicas similares, com renda familiar média de até três salários-mínimos.



Figura 4.13: Vista aérea dos 3 Núcleos em estudo.
Fonte: PMM/RS, 2004.



Figura 4.144: NH Nova Esperança e NH Morar Bem.
Fonte: PMM/RS, 2004.



Figura 4.155: Implantação dos 3 Núcleos habitacionais.
 Fonte: Adaptado de PMM, 2006.

4.2.1. Infra-estrutura urbana e serviços do bairro

De acordo com Mascaró (1991), a infra-estrutura urbana compreende pavimentação, drenagens pluviais, abastecimento de água, esgoto sanitário, abastecimento de gás encanado, abastecimento de energia elétrica e iluminação pública. Além desses, serão abordados os serviços de coleta de lixo, transporte público urbano, educação, saúde e segurança. Neste tópico serão abordadas as redes de infra-estrutura e serviços que atendem ao Bairro São José, destacando sua situação atual com respeito aos estudos de caso.

Com relação à pavimentação, o bairro apresenta a maioria das ruas calçadas com paralelepípedos, sendo algumas já asfaltadas. Existem, ainda, algumas ruas sem calçamento, estando estas justamente nas periferias do bairro, onde estão situados os 3 estudos de caso. As ruas já calçadas possuem drenagem pluvial que deságua em um córrego que corta o bairro ao meio. Todas as casas possuem abastecimento de água potável. O esgoto sanitário, não apresenta uma solução definitiva descente e aceitável, pois a rede de esgoto despeja seus efluentes diretamente no córrego, evidenciando a falta de uma estação de tratamento. Situação esta apontada pelos moradores como péssima, sendo que estes afirmaram já terem feito inúmeras reclamações e pedidos para a instalação de fossas sépticas.

Com relação ao abastecimento de energia elétrica e iluminação pública, não há reclamações por parte dos moradores, estando estes serviços sendo oferecidos a contento. O bairro é servido regularmente pelo serviço de coleta de lixo seletiva que é terceirizado. O transporte público atende ao bairro com linhas que passam de hora em hora, seu trajeto é satisfatório, mas seus horários, de acordo com a opinião dos moradores deveriam ser expandidos. Outro ponto negativo são os pontos de ônibus que não são corretamente demarcados, assim como a inexistência de abrigos em alguns pontos. No bairro existe uma creche e uma escola de ensino fundamental que atendem à demanda das crianças em idade escolar. Os serviços de saúde e segurança são oferecidos, mas não existem especificamente no bairro, postos de saúde nem postos policiais.

4.2.2. Perfil sócio-econômico dos Núcleos em estudo

Após a realização da pesquisa de campo com visitas ao local e a aplicação das entrevistas foi possível tabular as informações necessárias para a elaboração do perfil sócio-econômico da população em estudo. De acordo com os dados pesquisados, existem 160 moradores nas 40 habitações em estudo, pode-se verificar isso na tabela 4.5. Foi contatado que 55,3% das UH são ocupadas por famílias de 4 ou 5 pessoas. As porcentagens específicas a cada núcleo são apresentadas na figura 4.16.

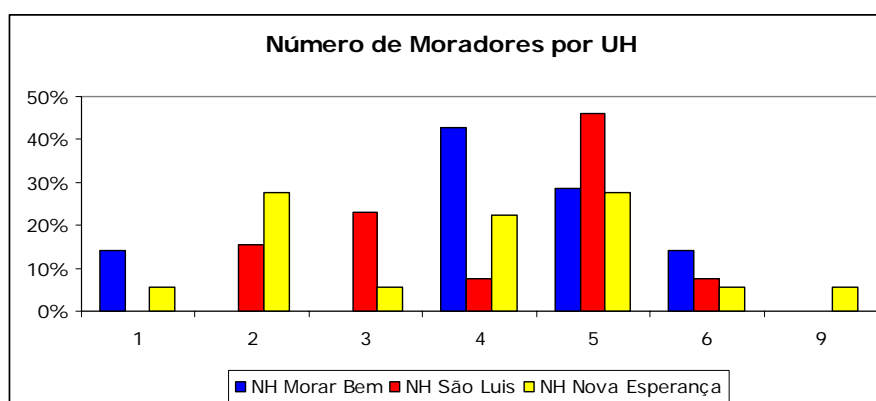


Figura 4.16: Percentagem de moradores por Unidade habitacional.

Tabela 4.5: Número de moradores por UH, média por conjunto e média total.

Nº de hab	NH Morar Bem	NH Morar Bem %	NH São Luis	NH São Luis %	NH Nova Esper	NH Nova Esper %	Total	Total %
1	1	14,3%	0	0,0%	1	5,6%	2	5,3%
2	0	0,0%	2	15,4%	5	27,8%	7	18,4%
3	0	0,0%	3	23,1%	1	5,6%	4	10,5%
4	3	42,9%	1	7,7%	4	22,2%	8	21,1%
5	2	28,6%	6	46,2%	5	27,8%	13	34,2%
6	1	14,3%	1	7,7%	1	5,6%	3	7,9%
9	0	0,0%	0	0,0%	1	5,6%	1	2,6%
Total	7	100,0%	13	100,0%	18	100,0%	38	100,0%
Total hab	29	4,14	53	4,07	70	3,88	152	4

Fonte: Dados compilados pela autora.

Com relação à faixa etária, a pesquisa apontou uma predominância na população adulta entre os 19 e 59 anos no bairro. Cerca de 53,3% dos moradores se encontram neste faixa etária, 30,9% são crianças até 14 anos, 10,5% são adolescentes entre 14 e 18 anos, e somente 5,3% são idosos. Os dados também demonstram uma distribuição quase igual entre homens e mulheres, ficando a percentagem de 48% e 52%, respectivamente. Pode-se verificar a distribuição entre homens e mulheres na figura 4.16, a seguir:

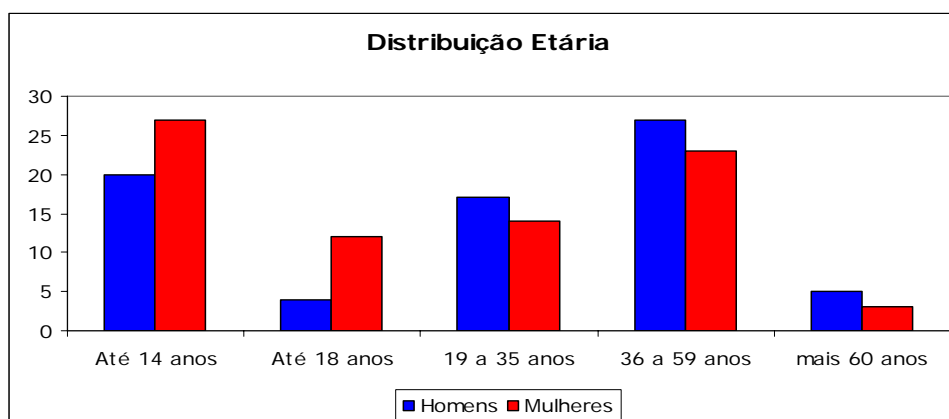


Figura 4.17: Percentagem de moradores por Unidade habitacional.

A composição familiar que aparece em maior índice é a tradicional - com pai, mãe e filhos – que ocorre em 47,4% dos casos. É seguida por famílias de mãe e filhos com 21,1%. Em 15,8% dos casos a composição familiar é de família e agregados, ficando as outras composições: pai e mãe, sozinha e pai e filhos, com índices de 7,9%, 5,3% e 2,6%, respectivamente. Os índices comparados dos núcleos podem ser visualizados na figura 4.18.

O número de pessoas que trabalham fora em 45% dos casos é de 2 pessoas, ficando acima de 42% para os três NH. Em 34,2% dos casos apenas uma pessoa trabalha fora. As ocupações dos chefes de família se concentram no setor da indústria e construção civil. Os homens trabalham como auxiliares de produção em indústrias,

soldadores, pedreiros, pintores, calceteiros, madeireiros e outros. Já as mulheres que trabalham fora são faxineiras, serventes de escolas e cozinheira.

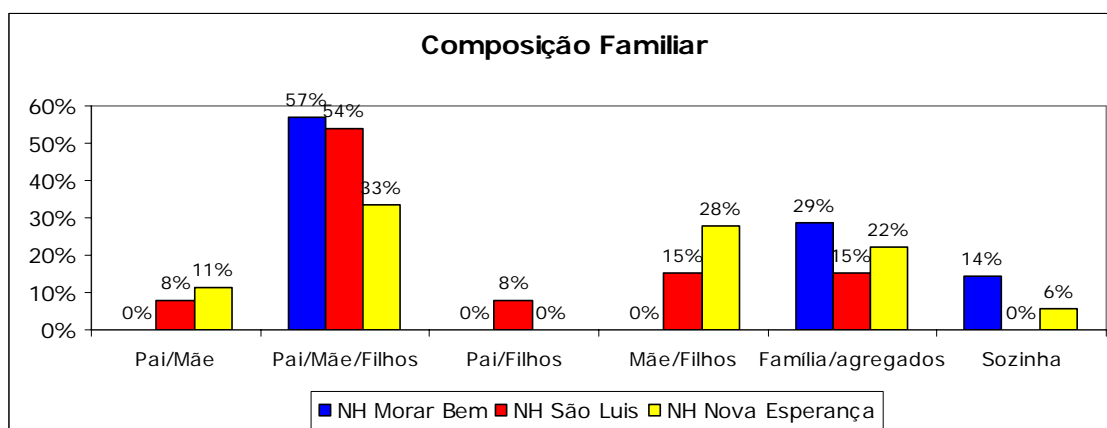


Figura 4.18: Composição familiar comparada por NH.

Quanto ao grau de escolaridade dos chefes de família: 10,5% foram somente alfabetizados ou não sabem ler; 39,5% completaram somente a 4ª série do Ensino Fundamental; 36,8% têm o Ensino Fundamental incompleto e 7,9% têm o Ensino Fundamental completo. Somente o restante de 5,3% têm o Ensino Básico completo. A maioria dos entrevistados justifica-se dizendo ter vindo do interior do município, onde a educação era deixada de lado para se dedicar ao trabalho. A esse respeito é importante salientar que das famílias onde há crianças e adolescentes em idade escolar, 100% destes freqüentam regularmente a escola.

Quando perguntados sobre o tipo da moradia anterior, 78,9% dos moradores afirmaram que pagavam aluguel; 13,2% que moravam em casas emprestadas e 7,9% que moravam com pais ou outro tipo de moradia. Esses números podem explicar as respostas à pergunta sobre a relação entre a casa atual e a casa anterior: onde 60,5% dos moradores consideraram que a casa atual é melhor; 18,4% consideraram muito melhor; 13,2% consideraram igual e somente 7,9% afirmaram que a casa é pior. As respostas comparadas entre os 3 NH podem ser observadas na figura 4.19, que apresenta a relação entre a casa anterior e a casa atual. Também pode-se saber o porquê destas respostas na tabela 4.6, que traz algumas repostas qualitativas transcritas.

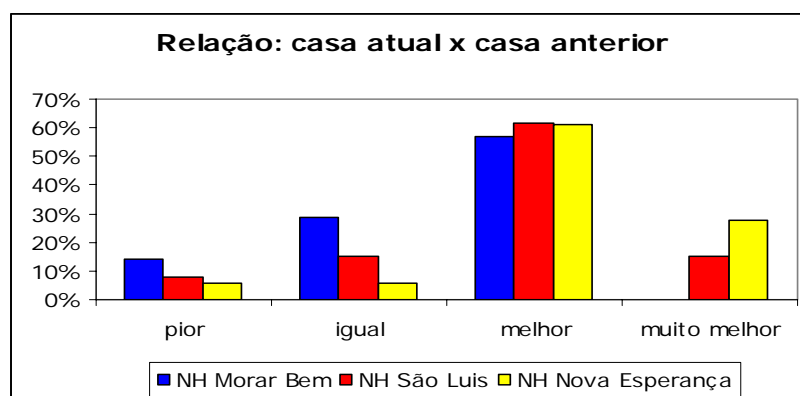


Figura 4.19: Relação: casa atual x casa anterior.

Tabela 4.6: Relação: casa atual x casa anterior.

NH Morar Bem	NH São Luis	NH Nova Esperança
<ul style="list-style-type: none"> - É pior porque chove dentro e é cheia de goteiras. - É melhor porque é própria. - É melhor porque é da gente. 	<ul style="list-style-type: none"> - É igual, porque essa aqui é pequena. - É melhor porque é da gente. - É melhor porque é maior e mais cômoda. - Agora é menos gente. - A outra casa de antes não era rebocada, o piso era de chão batido. - Essa é de material e a gente não paga aluguel. - É boa, ninguém incomoda. 	<ul style="list-style-type: none"> - É melhor porque é própria. - Aqui a gente não paga aluguel. - Antes a gente morava de favor e a casa era toda podre. - Essa é minha casa, eu quero morrer aqui.

As famílias em sua maioria, ou seja, 76,3% dos casos são originárias de Marau, 21,1% são provenientes de outras cidades do estado e somente 2,6% vieram de fora do estado. 84,2% das casas são habitadas pelo primeiro morador, as casas restantes, 15,8%, são habitadas pelo segundo morador, de onde se pode verificar que há um alto índice de estabilidade dos moradores nos imóveis. Com relação à renda familiar, os dados mostram que: 55,3% das famílias têm renda entre 1 e 3 SM; 26,3% têm renda até 1 SM e somente 18,4% têm renda entre 3 e 5 SM.

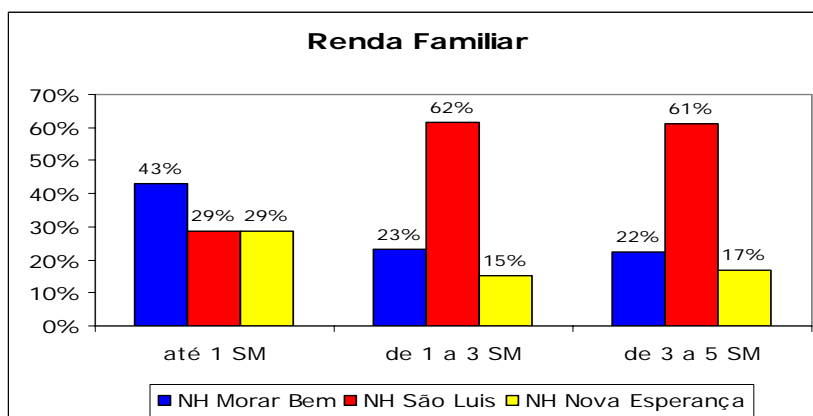


Figura 4.20: Renda familiar.

4.2.3. Núcleo Habitacional Morar Bem – Sistema Construtivo em madeira

Órgão viabilizador: Verbas do Orçamento Geral da União, repassadas pela CEF com 10% de contrapartida da P. M. de Marau.

Ano de entrega: 1999

Área total do conjunto: 2.376,50 m²

Área média dos lotes: 216,00 m²

Área média casas: 48 m²

Tipologias habitacionais: residências unifamiliares.

Sistema construtivo: em madeira.

Número de UH: 7 UH (benfeitorias) e 4 terrenos

Execução: Empreitada.

Preço ao morador: R\$ 10.560,00 em 2001 ou 120 parcelas de meio salário mínimo (Lei Municipal n° 3170 de 17/12/2001).

Descrição do sistema construtivo:

Fundações: foram executadas na forma de pilaretes de tijolos maciços assentes com argamassa de cimento e areia no traço 1:4.

Vedações: tanto interna como externamente as paredes são em madeira simples do tipo macho e fêmea, com espessura total de 1,50 cm. As paredes do banheiro foram executadas com blocos de 06 furos com argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:2:8. As paredes em alvenaria, externa e internamente, receberam chapisco, emboço e reboco.

Cobertura: foi executada com telhas de cimento amianto espessura de 4,0 mm sobre madeiramento de pinus e eucalipto, com inclinação de 12 graus. O forro e beirais foram executados com lambris do tipo encaixe macho e fêmea em madeira de pinus, com espessura de 1,00 cm, e os espelhos em madeira de pinho.

Pisos: em assoalho de madeira, exceto no banheiro onde é de cimento alisado.

Esquadrias: portas externas em madeira maciça de lei e internas semi-oca do tipo mescla. As janelas são de correr em madeira, com vidros lisos de 3,0 mm.

Análise do projeto original do Núcleo Habitacional Morar Bem:

A planta é dividida meridianamente: de um lado os ambientes íntimos – dormitórios – e de outro os estares coletivos. Observa-se o sub-dimensionamento do banheiro (vide figura 4.23), o conflito de privacidade entre dormitórios x sala e cozinha e a desarticulação entre estes. A volumetria é extremamente simples, resumindo-se a um retângulo de 6 x 8 metros, sem nenhuma preocupação estética ou marcações de entrada. As divisões internas em madeira possibilitam um potencial de flexibilidade ao projeto, mas podem trazer desconforto pela falta de isolamento acústico entre ambientes. A implantação isolada no lote contribui para que a ampliação aos fundos do lote não traga prejuízos à luminosidade e ventilação internas dos ambientes, o que certamente ocorre em ampliações laterais. Como o banheiro está posicionado na lateral de maior afastamento da divisa, pode ficar prejudicado em futuras ampliações laterais, pois terá problemas de ventilação e iluminação.



Figura 4.21: Fachada de UH em NHMB.



Figura 4.222: Fachada de UH em NHMB.

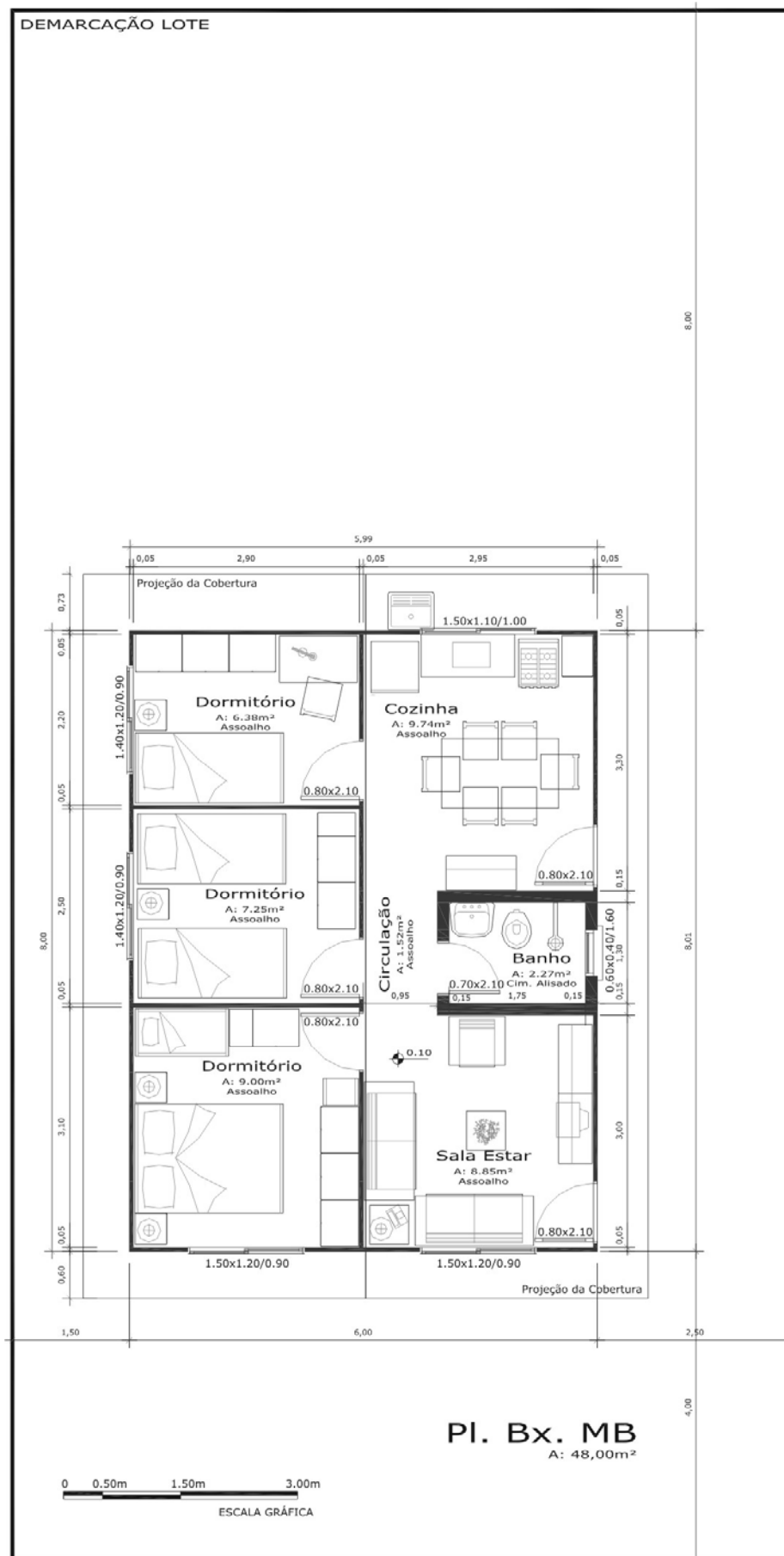


Figura 4.233: Sistema Construtivo em Madeira, Planta Baixa – Área: 48,00 m².
Fonte: Adaptado de PMM/RS, 2006.

4.2.4. Núcleo Habitacional São Luís – Sistema Construtivo misto

Órgão viabilizador: Caixa Econômica Federal (Programa Pró-Moradia) e contrapartida da P. M. de Marau (30/06/97).

Ano de entrega: 1998.

Área total do conjunto: 5.498,00 m²

Área média dos lotes: 203,00 m²

Área média casas: 39,60 m²

Tipologias habitacionais: residência unifamiliar Padrão Popular I.

Sistema construtivo: tipo mista, alvenaria com divisórias internas de madeira.

Número de UH: 15 UH (casa e terreno)

Execução: empreitada, mão-de-obra e material, custo de R\$ 86.925,00

Preço ao morador: R\$ 15.840,00 em 2001 ou 180 parcelas de ½ (meio) Salário Mínimo (Lei nº 3169 de 17/12/2001).

Descrição do sistema construtivo:

Fundações: foram fundações diretas executadas na forma de sapatas corridas em concreto ciclópico, nas dimensões de 15,00cm de largura por 40,00cm de altura, embasamento para nivelamento com tijolos maciços assentes com argamassa de cimento, cal e areia média. O embasamento foi arrematado com uma viga baldrame em concreto armado de 22,00 cm x 20,00 cm, e impermeabilizada com emulsão asfáltica.

Vedações: As paredes externas e do banheiro foram executadas em alvenaria de blocos de 6 furos de primeira qualidade, assentes de cutelo, na espessura de 10cm, com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal hidratada e areia). A espessura da junta está entre 12 e 15mm. As elevações são externamente amarradas com uma viga em concreto armado. As divisórias internas são executadas em madeira do tipo pinus sistema macho e fêmea. Todas as alvenarias são chapiscadas antes da execução do reboco, com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. O revestimento é feito com argamassa aplicada após o chapisco, em todas as alvenarias, desempenada, com espessura média entre 10 e 20mm.

Cobertura: estrutura do telhado é em tesouras de madeira do tipo cedrinho ou pinho de terceira, com dimensões das peças de 2,5 cm x 15 cm, espaçadas de aproximadamente 125 cm. A cobertura é com telhas de cimento amianto 6 mm, com inclinação de 15 graus. O forro interno foi executado em madeira de pinus illiotis, bem como o beiral (tipo macho-fêmea), com espessura de 1cm e largura de 8cm.

Pisos: cimento alisado e polido com espessura de 2,0 cm de argamassa de cimento e areia, sobre contrapiso de concreto. E também aplicada uma demão de emulsão asfáltica no box do banheiro.

Esquadrias: Portas externas de ferro com basculante. Portas Internas em madeira tipo semi-oca com pintura. Janelas são de correr de ferro, executadas em perfis metálicos tipo cantoneiras, com vidros lisos com espessura de 3 mm. Os marcos das portas internas são em madeira de lei, nas portas externas marcos metálicos. No banheiro, a janela é basculante e os vidros são do tipo canelado, com 3 mm de espessura.

Análise do projeto original do Núcleo Habitacional São Luís:

Estruturado em dois meridianos o projeto abriga dormitórios e banheiro laterais e sala e cozinha em um único ambiente. O projeto não possui qualidades de volumetria e estética, sem marcações de entrada. A inexistência de divisões internas em alvenaria dá um grande potencial de flexibilidade ao projeto, mas pode trazer desconforto pela falta de isolamento acústico entre ambientes. Apesar de propor já no projeto original a opção de mais um quarto nos fundos da edificação, o projeto torna-se pouco flexível pela disposição no lote (ver figuras 4.24 a 4.28). A simples mudança dos afastamentos laterais ou o espelhamento da planta já resulta num grande aumento de flexibilidade. A cozinha, porém pode ser ampliada para os fundos sem acarretar problemas aos demais ambientes.



Figura 4.24: Fachada de UH em NHSL.



Figura 4.255: Fachada de UH em NHSL.



Figura 4.266: Fachada de UH em NHSL.



Figura 4.277: Fachada de UH em NHSL.

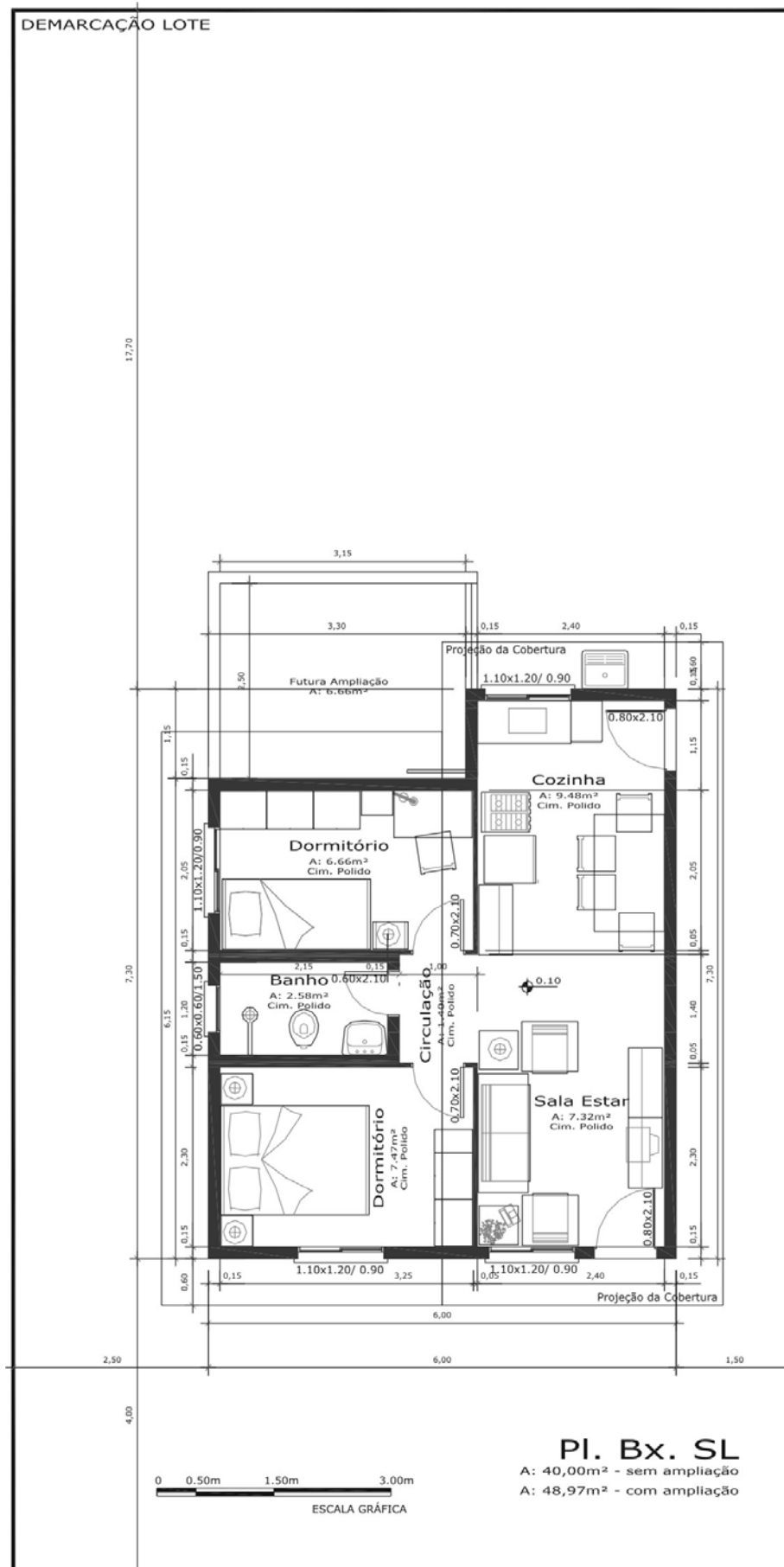


Figura 4.288: Sistema Construtivo Misto, Planta Baixa – Área: 40,00 m².
Fonte: Adaptado de PMM/RS, 2004.

4.2.5. Núcleo Habitacional Nova Esperança – Sistema Construtivo alvenaria

Órgão viabilizador: Ministério do Bem-Estar Social “Projeto Mutirão Nova Esperança” Ano de entrega: 1997

Área total do conjunto: 3691,00 m²

Área média dos lotes: 205,00 m²

Área média casas: 48 m²

Tipologias habitacionais: residências unifamiliares Padrão Popular 2.

Sistema construtivo: alvenaria – sem acabamentos.

Número de UH: 18 UH (casa e terreno)

Execução: através de mutirão habitacional – município/beneficiários.

Preço ao morador: 60 parcelas de 10% do salário mínimo.

Descrição do sistema construtivo:

Fundações: fundações diretas foram executadas na forma de sapatas corridas em concreto ciclópico, nas dimensões de 15,00cm de largura por 40,00cm de altura, embasamento para nivelamento com tijolos maciços assentes com argamassa de cimento, cal e areia média. O embasamento arrematado com uma viga baldrame em concreto armado de 22,00 cm x 20,00 cm, e impermeabilizada com emulsão asfáltica.

Vedações: As paredes externas e internas executadas em alvenaria com blocos de 6 furos, assentes de cutelo, na espessura de 10cm, com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal hidratada e areia), com espessura da junta entre 12 e 15mm. As elevações são externamente amarradas com uma viga em concreto armado.

Cobertura: estrutura do telhado é em tesouras de madeira do tipo cedrinho ou pinho de terceira, com inclinação de 15 graus. A cobertura foi executada com telhas de cimento amianto 6 mm, com inclinação de 12 graus. O forro interno é em madeira de *pinus elliotii*, bem como o beiral (tipo macho-fêmea), com espessura de 1cm e largura de 8cm.

Pisos: revestido com camada de cimento polido impermeabilizado, sobre contrapiso em concreto magro de 6cm de espessura.

Esquadrias: Portas externas de ferro com painéis de vidro lisos. Portas Internas em madeira tipo semi-oca, com aduelas e alisares em madeira. Janelas são de correr de ferro, com vidros fantasia do tipo confete com espessura de 3 mm. No banheiro, a janela é basculante e os vidros são fantasia do tipo confete, com 3 mm de espessura.

Análise do projeto original do Núcleo Habitacional Nova Esperança:

A planta é dividida claramente em relação à frente e fundos: apesar desta divisão não ser funcional pode ser notada também no caimento das águas do telhado. Por apresentar uma área de circulação, não acarreta conflitos entre as zonas da casa. A volumetria é bastante recortada evidenciando uma preocupação estética, mas ao mesmo tempo confundindo o acesso por apresentar duas portas na fachada. A existência de divisões internas em alvenaria torna o projeto bastante inflexível, dificultando pequenas modificações ou alterações. A disposição isolada no lote que poderia contribuir para

ampliações futuras é bastante atrapalhada pela implantação e pela disposição e dimensionamento dos cômodos (vide figuras 4.29 a 4.34). Não há possibilidade de ampliações laterais de novos ambientes devido às dimensões dos afastamentos laterais, ou seja, as ampliações acarretam demolições de paredes. As ampliações aos fundos do lote certamente trazem prejuízos à luminosidade e ventilação internas dos ambientes.



Figura 4.29: Fachada de UH em NHNE.



Figura 4.30: Fachada de UH em NHNE.



Figura 4.31: Fachada de UH em NHNE.



Figura 4.32: Fachada de UH em NHNE.



Figura 4.30: Fachada das UH do NHNE como foram entregues, sem reboco (ext e int), pisos e forro.

Fonte: Acervo de morador, 1996.

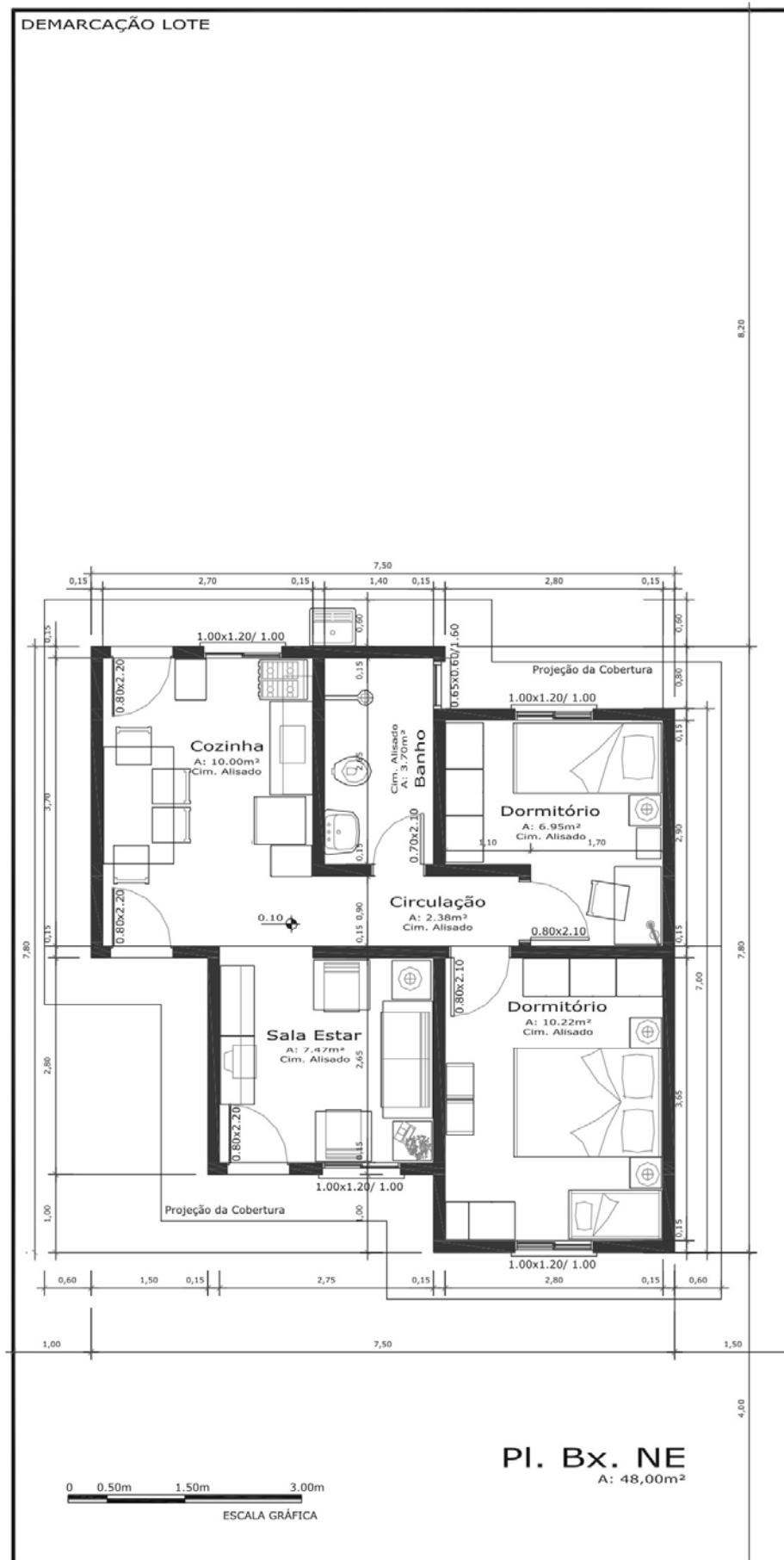


Figura 4.34: Sistema Construtivo em Alvenaria - Planta Baixa – Área: 48,00 m².
Fonte: Adaptado de PMM/RS, 2004.

CAPÍTULO 5. ANÁLISES DOS ESTUDOS DE CASO

O presente capítulo apresenta as análises dos desempenhos térmico, lumínico e acústico dos três Núcleos Habitacionais em estudo de acordo com as técnicas e procedimentos descritos no capítulo 3. Aborda as análises técnicas conforme a NBR 15220 (ABNT, 2005), a NBR 10151 (ABNT, 2000) e o Projeto de Norma 02:136.01-001:2004, partes 1, 4 e 5 (ABNT, 2004) e também as análises comportamentais a partir da opinião dos usuários referentes à estes três desempenhos.

5.1. Núcleo Habitacional Morar Bem – Sistema Construtivo em madeira

5.1.1. Desempenho térmico - Análise técnica

As análises relativas ao desempenho térmico da tipologia construtiva em estudo, englobam a simulação de suas temperaturas internas (realizadas por simulação computacional no programa EnergyPlus), os cálculos das características termofísicas (transmitância térmica, capacidade térmica, atraso térmico e fator de calor solar da cobertura e vedações), a ventilação dos ambientes internos à habitação e o sombreamento das aberturas; a fim de comparar as características e valores calculados com aqueles especificados pelas normas supra citadas.

5.1.1.1. Condições de conforto no verão

A análise das temperaturas máximas para o interior da habitação no verão foi feita por simulação sem a presença de fontes internas de calor, verificando se as condições de temperatura em seu interior não ultrapassam a temperatura externa (nível Mínimo), ou se são inferiores à 29°C (nível Intermediário).

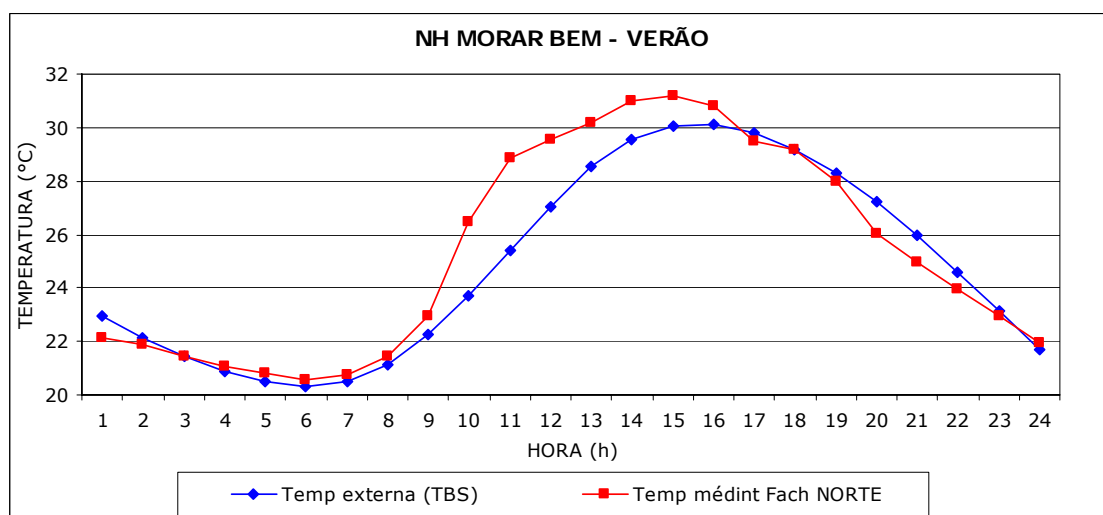


Figura 5.1: Temperaturas internas e externas simuladas na situação de verão.

Verifica-se a partir da figura 5.1 que a habitação simulada tem baixa inércia térmica, apresentando uma amplitude média de 10,6°C, maior que a amplitude externa que é de 9,8°C. A maior diferença entre temperaturas do interior e exterior foi 3,4°C às

11h, quando a temperatura interna apresentou um pico, a temperatura máxima no interior da habitação esteve superior à temperatura externa às 15h quando chegou à 31,2°C. Talvez estes picos estejam relacionados à insolação recebida diretamente pelas grandes aberturas em diferentes orientações ao longo do dia. Conclui-se assim que este sistema construtivo está inadequado, apresentando temperaturas internas superiores às externas na maioria das horas do dia típico de projeto (21/01).

5.1.1.2. Condições de conforto no inverno

A análise das temperaturas mínimas para o interior das habitações no inverno foi feita por simulação com a presença de fonte interna de calor de 1000W, verificando se as condições de temperatura em seu interior atingem o nível mínimo, ou seja, não são inferiores à 12°C.

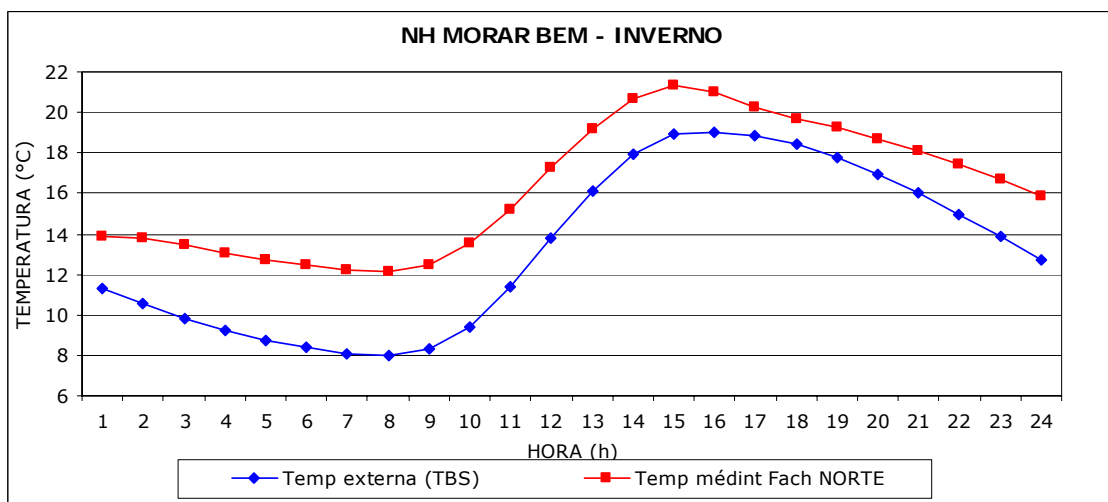


Figura 5.2: Temperaturas internas e externas simuladas na situação de inverno.

Verifica-se a partir da figura 5.1 que a habitação simulada do NH Morar Bem tem grande facilidade de ganhar e perder calor para o meio externo, apresentando uma amplitude média de 9,3°C, com curvas que praticamente acompanham a variação das temperaturas exteriores sem nenhum atraso, o que pode ser observado pela não transposição das curvas. Chegando a atingir a temperatura máxima no interior da habitação, antes mesmo de ocorrer o pico do ar externo. Também se observa que as temperaturas mínimas internas nas horas mais frias do dia têm diferença inferior a 2,0°C em relação às externas. Conclui-se assim que este sistema construtivo está adequado ao nível Mínimo não apresentando temperaturas inferiores a 12°C no dia típico de projeto (21/07).

5.1.1.3. Isolamento térmico da cobertura

A Tabela 5.1 apresenta o desempenho da cobertura frente aos critérios quantitativos propostos pela Norma e pelo Projeto de Norma já citados, verificando o atendimento ou não às características termofísicas indicadas para os elementos de

vedações horizontais. A cobertura é composta por telhado inclinado de chapas de fibrocimento com espessura de 4mm, com forro de pinus e câmara de ar sem ventilação.

Tabela 5.1: Análise das características termofísicas com critérios para a Zona Bioclimática 2.

CRITÉRIOS	UNIDADE	NH Morar Bem		PNBR 02:136	NBR 15220	ANÁLISE
		verão	inverno			
Espessura	e (cm)	0,4 + 1	0,4 + 1	----	----	----
Resistência Térmica Total	R_T (m ² .K)/W	0,4928	0,4228	----	----	----
Transmitância Térmica	U W/(m ² .K)	2,03	2,37	$M \leq 2,3$	$\leq 2,0$	P. adequado
Capacidade Térmica	C_T kJ/(m ² .K)	12	12	----	----	Adequado
Atraso Térmico	Φ hora	0,9	0,9	----	$\leq 3,3$	Adequado
Fator de Calor Solar	FCS %	4,1	4,7	----	$\leq 6,5$	Adequado

Nota: A transmitância térmica, o atraso térmico e o fator solar são determinados também para a situação de inverno em virtude de ser a condição predominante no Sul do Brasil.

Observa-se, a partir da Tabela 5.1 que o sistema de coberturas utilizado nestas habitações, com telhas de cimento-amianto de espessura 4mm apresenta nas suas características térmicas valores inferiores aos recomendados pelos pelo PNBR e pela NBR 15220, estando adequado à zona bioclimática 2. Com relação à transmitância térmica para a condição de verão a cobertura está no limite admissível e para a situação de inverno está um tanto além do limite. O atraso térmico e o fator solar proporcionados por este sistema estão dentro dos limites estabelecidos pela NBR 15220. Esta solução arquitetônica resulta, portanto, parcialmente adequada para esse clima.

5.1.1.4. Adequação de paredes externas

A Tabela 5.2 apresenta o desempenho da parede frente aos critérios quantitativos propostos pelas normas já citadas, verificando o atendimento ou não às características termofísicas indicadas para os elementos de vedações externas horizontais. As vedações verticais são compostas por paredes de madeira simples do tipo macho e fêmea, tanto vedações internas como externas, com espessura total de 2,00 cm.

Tabela 5.2: Análise das características termofísicas com critérios para a Zona Bioclimática 2.

CRITÉRIOS	UNIDADE	NH Morar Bem (inverno e verão)	PNBR 02:136	NBR 15220	ANÁLISE
Espessura	e (cm)	2	----	----	----
Resistência Térmica Total	R_T (m ² .K)/W	0,2570	----	----	----
Transmitância Térmica	U W/(m ² .K)	3,89	$\leq 2,5$	$\leq 3,0$	Inadequado
Capacidade Térmica	C_T kJ/(m ² .K)	18	≥ 45	----	Inadequado
Atraso Térmico	Φ hora	0,8	----	$\leq 4,3$	Adequado
Fator de Calor Solar	FCS %	4,7	----	$\leq 5,0$	Adequado

As vedações em madeira apresentam valores para a inércia térmica e o fator solar da parede dentro dos limites recomendados, entretanto a transmitância e capacidade térmica apresentam valores muito diferentes dos estabelecidos. Ressalvando-se que os valores de transmitância térmica admissíveis pelo texto da NBR1 5220, são valores altos, caracterizando uma situação pouco rigorosa de avaliação. Deve-se salientar que a parede simples em madeira, com apenas 2 cm de espessura, apresenta baixa condutividade

térmica como característica própria da madeira mole (Pinus), colaborando para o seu desempenho térmico. Por outro lado, a pintura em cores claras é um fator que contribui para o desempenho desta solução.

5.1.1.5. Ventilação dos ambientes internos à habitação

Para a verificação ao atendimento do critério de área mínima de ventilação para os ambientes, foram calculadas e avaliadas as porcentagens de áreas ventiladas em todos os cômodos do projeto de habitação em estudo, que apresenta janelas de correr de madeira, conforme Tabela 5.3. Pode-se observar que a porcentagem da área das aberturas para ventilação nos cômodos é superior àquela requerida no PNBR 02:136.01 e também à requerida pela Legislação Municipal de Marau, mas bastante inferior aos valores apresentados pela NBR 15220 que pretende ser uma norma mais restritiva. Cabe lembrar que apesar dos ambientes sala e cozinha não serem separados por porta, considerou-se cada ambiente em separado.

Tabela 5.3: Aberturas para ventilação.

AMBIENTE	Área piso	Área ventilação	Área existente	PNBR 02:136	NBR 15220	LEI MUNICIPAL	ANÁLISE
Sala	8,85 m ²	0,90 m ²	10,17 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Adequado
Dormitório 1	9,00 m ²	0,90 m ²	10,00 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Adequado
Dormitório 2	7,25 m ²	0,84 m ²	11,58 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Adequado
Dormitório 3	6,40 m ²	0,84 m ²	13,13 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Adequado
Cozinha	9,75 m ²	0,83 m ²	8,51 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Adequado
Banheiro	2,30 m ²	0,24 m ²	10,43 %	-----	-----	≥ 4,16%	Adequado

5.1.1.6. Sombreamento das aberturas localizadas em paredes externas

A verificação quanto à possibilidade de controle da entrada de luz por elementos como persianas ou venezianas, através de análise de projeto e observações in loco mostrou que neste Núcleo estes elementos de sombreamento não existem. Dessa maneira, para barrar a entrada de luz excessiva nos ambientes os moradores lançam mão de vários tipos de proteções internas, entre elas cortinas e também proteções externas como árvores, alguns exemplos são mostrados nas figuras 5.3 e 5.4 abaixo.



Figura 5.3: Janela com cortinas escuras na UH MB H1 06.



Figura 5.4: janelas com cortinas nas habitações do NH Morar Bem.

5.1.2. Desempenho térmico - Análise comportamental

A avaliação comportamental de desempenho térmico envolveu aspectos relativos à temperatura das casas no verão e inverno, à ventilação nos ambientes, à presença de umidade ou mofo, entre outros aspectos. Com relação à temperatura da casa no verão, verificou-se uma percentagem muito elevada de insatisfeitos, onde 85,7% (6UH) dos moradores se referiram a sua residência como muito quente, bastante quente ou bem quente, e apenas um morador (14,3%) considerou a casa quente, percebe-se que as opções normal/boa e agradável não foram citadas por nenhum dos moradores.

Quando perguntados sobre a temperatura da casa no inverno, as respostas foram menos negativas, mas ainda com mais da metade dos moradores insatisfeitos. As respostas foram as seguintes: 42,9% (3 UH) para bastante fria ou péssima; 14,3% (1UH) para fria; 28,6% (2UH) para normal/boa e 14,3% para agradável. As respostas justificativas ou subsequentes foram: "Entra vento pelas janelas e frestas."; "Entra vento por debaixo das portas."; "Tem muito buraco, é bastante frio."; "É um pouco fria"; e em contrapartida houve até mesmo quem respondesse: "Fica quentinha.". Essa diversidade de opiniões pode ser explicada pela utilização ou não de dispositivos de aquecimento, neste caso, em 5 das 7 habitações (71,4%) foi afirmada a utilização de fogão à lenha no inverno, nas outras 2 habitações os moradores afirmaram a inexistência de qualquer tipo de fonte de aquecimento.

Para o aspecto ventilação, foi perguntado aos moradores como era a ventilação na cozinha, no banheiro e no resto da casa. Os valores relativos à cozinha demonstram que 71,4% consideram a ventilação neste cômodo boa e os outros 28,6% consideram ruim. Para o banheiro a proporção diminuiu: 57% (4UH) para bom e 43% (3UH) para ruim. Nos 3 banheiros em que a ventilação foi considerada ruim, ventilam para outros ambientes fechados das habitações, ficando ilhados no meio das casas, assim eles se tornam abafados e escuros. Em 100% dos casos a ventilação na casa como um todo foi considerada boa, ou seja, todos os entrevistados afirmaram que as casas são bem ventiladas, aqui uma moradora afirmou que: "A cozinha e os quartos ficam abafados por causa do sol.", nesta tipologia os quartos são orientados à leste. Também quando perguntados sobre o tamanho das janelas, todos os moradores utilizaram o termo bom. Um morador afirmou que: "São grandes, tem tamanho bom.", outro que: "As janelas não têm venezianas e isso é ruim", também outro considerou a janela do banheiro grande. Verificou-se também que os moradores do NH Morar Bem não se queixaram de ter janelas dos quartos na lateral da casa, somente queixaram-se da poeira que adentra a casa quando passam veículos pesados no trecho da rua que não é calçado.

Ainda com relação à associação entre aspectos de conforto térmico e aqueles da ventilação natural, foi perguntado aos moradores se achavam os ambientes úmidos, à qual 100% deles responderam que não. Uma moradora de uma habitação sem

ampliações afirmou que acha o banheiro um pouco úmido. Quanto à presença de focos de umidade, mofo ou bolor, 42,7% dos moradores afirmaram terem notado umidade em alguns ambientes, como no caso de um morador que percebeu focos de umidade na cozinha e quarto de casal (ambientes orientados à sul) em razão do assoalho em madeira ser muito próximo ao chão.

5.1.3. Desempenho acústico - Análise técnica

As análises relativas ao desempenho acústico, englobam as medições *in loco* para a avaliação do isolamento das vedações e dos níveis de ruído existentes no interior da habitação em estudo, verificando se os valores encontrados atendem àqueles especificados pela NBR 10151 (ABNT, 2000) e NBR 10152 (ABNT, 1987) e indicados pelo PNBR 02:136 (ABNT, 2004). As medições foram efetuadas no dia 22 de março, segundo o método indicado na NBR 10151, na ocasião das medições não foi identificada nenhuma atividade excepcionalmente barulhenta no local e proximidades.

5.1.3.1. Nível tolerável de ruído no interior da habitação

O nível de ruído L_{Aeq} foi verificado no interior de uma habitação, onde foram feitas medições dos níveis de pressão sonora nos ambientes voltados para a rua, sendo a sala e o dormitório 1, com portas e janelas fechadas. Os níveis apresentados são verificados para cada um dos ambientes frente aos limites especificados pela NBR 10152, estes valores são apresentados na tabela 5.4. Pode-se constatar que os níveis de ruído no interior desta habitação ficam, em sua maioria, dentro dos limites de conforto especificados tanto para o ambiente dormitório como para o ambiente sala, onde apenas um valor ultrapassa este limite ficando na faixa aceitável de nível sonoro.

Tabela 5.4: Nível tolerável de ruído (L_{Aeq}) no interior da habitação.

AMBIENTE	L_{Aeq} MEDIDO	NS conforto	NS aceitável	ANÁLISE
Dormitório 01	32,7 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado
Dormitório 01	32,1 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado
Sala	38,1 dB(A)	40,0 dB(A)	50,0 dB(A)	Adequado
sala	48,1 dB(A)	40,0 dB(A)	50,0 dB(A)	Aceitável

5.1.3.2. Isolamento acústico de vedações e cobertura – sons aéreos

O isolamento acústico das vedações externas foi verificado através de medições dos níveis de pressão sonora, no ambiente externo e em ambiente voltado para a rua, neste caso o dormitório 1, com portas e janelas fechadas. Analisando se a Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D2m,nT,w$) atende ao nível mínimo. Os níveis verificados são apresentados na tabela 5.5.

Tabela 5.5: Isolamento acústico de vedações externas.

Unidade	L_{Aeq} EXTERNO	L_{Aeq} INTERNO	$D2m,nT,w$	Nível M	ANÁLISE
MB H1-6	60,9 dB(A)	45,5 dB(A)	15,4 dB(A)	30-34 dB(A)	Inadequado

Este resultado mostra claramente a ineficiência das paredes em madeira quanto à capacidade de isolamento acústico do ruído proveniente do espaço exterior à moradia, diminuindo a qualidade acústica do ambiente principalmente com relação a atividades de repouso, estudos e leituras. O fechamento dos vãos é feito por janelas de correr nos dormitórios, sala e cozinha e nos banheiros por janelas basculantes, todas com vidro simples 4mm. Em alguns casos são observadas frestas entre as esquadrias e as paredes através das quais não apenas penetram águas das chuvas, mas também o ruído aéreo. Constatou-se que a rua onde está situado este Núcleo (vide figura 4.14) é bastante utilizada por ônibus urbanos e caminhões, apesar de não estar com o calçamento finalizado, e acredita-se que a vibração produzida por estes veículos pesados seja uma das grandes fontes de ruídos que prejudicam estas casas, fator este que pode ser somado ao seu sistema construtivo.

5.1.3.3. Isolamento acústico entre ambientes internos

O isolamento ao som aéreo de paredes internas foi verificado através de medições dos níveis de pressão sonora entre a sala e um dormitório próximos à rua, com portas e janelas fechadas, analisando se a Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{2m,nT,w}$) atende ao nível mínimo. Os dados coletados diretamente na habitação em estudo, são apresentados na tabela 5.6 a seguir.

Tabela 5.6: Isolamento acústico de vedações internas.

Unidade	L_{Aeq} Sala	L_{Aeq} Dormitório	$D_{2m,nT,w}$	Nível M	ANÁLISE
MB H1-6	53,7 dB(A)	32,4 dB(A)	21,3 dB(A)	25-29 dB(A)	Inadequado

As condições de isolamento acústico nos ambientes são insatisfatórias na edificação medida, ou seja, a edificação não apresenta boas condições nem quando as aberturas estão fechadas, sendo que esta é uma situação que só ocorre nestas habitações no inverno. A baixa qualidade e mau acabamento na execução e principalmente colocação das divisórias em madeira são algumas das razões identificadas para o baixo isolamento acústico. Mas acredita-se que neste caso o principal problema sejam as infiltrações por frestas e por baixo das portas, como se pode observar na figura 5.5.



Figura 5.5 – Parede divisória entre quartos - UH MB H1-2.

5.1.4. Desempenho acústico – Análise comportamental

Na avaliação comportamental de desempenho acústico buscou-se o conhecimento da opinião dos usuários sobre aspectos relativos ao barulho vindo de áreas externas, a origem destes sons, a privacidade e também quanto ao isolamento ao ruído proporcionado pelas vedações internas e externas. Com relação ao barulho vindo do

exterior, foi perguntado se ele incomoda ou não, onde constatou-se que mais de 85% (6UH) dos moradores são perturbados por ruídos externos em menor ou maior grau, conforme figura 5.6.

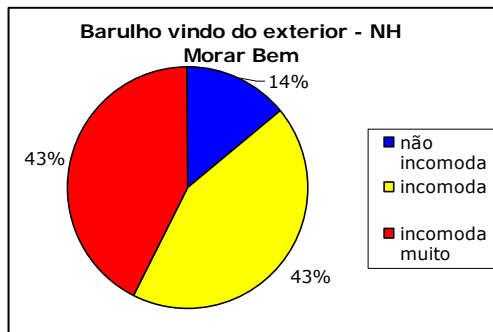


Figura 5.6 – Classificação do ruído externo.

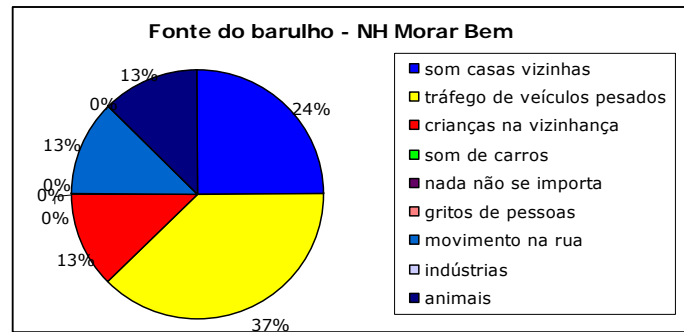


Figura 5.7 – Fontes de ruído externo.

Seguem comentários: “Só durante o dia, só às vezes.”; “O barulho dos vizinhos incomoda mais ou menos, a gente escuta bastante porque é perto.” Como se pode ver, a segunda pergunta (figura 5.7) revela quais são as diversas fontes destes ruídos, dentre eles tráfego de veículos pesados (3UH), aparelhos de som em casas vizinhas (2UH), crianças brincando na vizinhança (1UH), movimento na rua (1UH) e barulho de animais (1UH). Consta-se que embora o Núcleo Morar Bem esteja implantado na borda da área urbana da cidade, a 500m de uma indústria metalúrgica, onde algumas das casas nem são servidas por calçamento, o ruído que mais incomoda os moradores é justamente o de caminhões que usam essa rua como rota e também o ruído dos ônibus urbanos que também passam por ali.

Quando perguntados se a distância entre janelas de casas vizinhas prejudica ou não a privacidade no interior das habitações, 71,4 % (5UH) dos moradores afirmaram que não prejudica e que o distanciamento é bom e 28,6% (2UH) responderam que a pouca distância prejudica a privacidade, comentando: “É bem perto, atrapalha.”. Com relação ao isolamento proporcionado pelas vedações externas, 100% dos entrevistados afirmaram que as paredes externas deixam passar ruídos. Também se apurou que 85,7% (6UH) dos moradores acreditam que as paredes internas deixam passar ruídos. Estes elevados índices se devem basicamente à fragilidade das janelas e vedações, que isolam muito pouco. A seguir seguem comentários de alguns moradores: “Entra muito barulho, mas não incomoda, e o barulho que passa dentro de casa também não.”; “Sim, passa muito barulho, é como se tivesse fora de casa.”.

5.1.5. Desempenho lumínico - Análise técnica

As análises relativas ao desempenho lumínico, englobam as medições *in loco* para a avaliação das condições de iluminação natural nas dependências das habitações em estudo, verificando se os valores encontrados atendem àqueles propostos pelo PNBR 02:136.01 (ABNT, 2004) e também a análise referente às áreas mínimas de iluminação

para os cômodos, verificando se os valores calculados atendem àqueles determinados pela Lei nº 3705/2004.

5.1.5.1. Iluminação natural

As medições foram realizadas em duas habitações, uma de meio de quadra e outra de esquina, no dia 22 de março, no período da manhã, neste dia o céu estava totalmente encoberto. As Tabelas 5.7 e 5.8 apresentam os resultados destas medições frente aos critérios quantitativos, verificando o atendimento ou não aos valores indicados para os níveis mínimos de iluminação natural. Os níveis de iluminação natural foram medidos no centro dos ambientes e sempre que possível sem obstruções por cortinas ou outros elementos.

Tabela 5.7: Análise da iluminância dos cômodos, UH MB H1-6 (meio de quadra).

UH: MB H1-6		ILUMINÂNCIA (lux)			
AMBIENTE	MEDIDA	Nível M	Nível I	Nível S	Análise
Sala	1320 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Dormitório 1	1380 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Dormitório 2	2100 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Dormitório 3	1840 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Cozinha	560 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Banheiro	247 lux*	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado

*Iluminação artificial. Janela abre para garagem.

Tabela 5.8: Análise da iluminância dos cômodos, UH MB H1-2 (esquina).

UH: MB H1-2		ILUMINÂNCIA (lux)			
AMBIENTE	MEDIDA	Nível M	Nível I	Nível S	Análise
Sala	380 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Dormitório 1	60 lux ¹	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado mínimo
Dormitório 2	1445 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Dormitório 3	910 lux ²	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Cozinha	410 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Banheiro	30 lux ³	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Inadequado

¹ Impossibilidade de retirar proteção em tecido escuro pregada à janela.

² Impossibilidade de retirar proteção em tecido claro pregada à janela.

³ Iluminação artificial. Janela abre para depósito sem aberturas.

Diante dos dados coletados pode-se observar que o nível de iluminância nos cômodos varia entre 400 e 1.800 lux, faixa considerada boa. Este valor pode chegar a ser 17 vezes maior do que o indicado para o Nível Superior do PNBR 02:136.01, isto acontece em função da grande luminosidade da abóbada celeste do país, o que é positivo, pois estas habitações dispensam o uso de iluminação artificial durante grande parte do dia. Por outro lado, valores excessivos (acima de 2.000 lux) mesmo em ambientes residenciais podem causar ofuscamento e elevados contrastes, além de outros problemas. Nas duas edificações analisadas apenas os banheiros apresentaram níveis de iluminâncias naturais médias abaixo do recomendado, devido às ampliações sofridas pelas residências que resultaram nas janelas abrindo para outros cômodos, situação

aceita pelo PNBR 02:136.01 desde que atendido o nível mínimo, isto implica na necessidade da utilização de luz artificial.



Figura 5.8 – Cozinha da UH MB H1-2.



Figura 5.9 – Dormitório 1 da UH MB H1-6.

O aproveitamento da luz natural é, de modo geral, bom em todos os compartimentos das habitações analisadas quando as janelas não estão obstruídas por cortinas ou outros elementos, pois estas não possuem venezianas. As aberturas posicionadas no centro dos ambientes, foram executadas com caixilhos em madeira e vidro simples 4mm, as paredes em madeira tem pé-direito de 2,70m e internamente são pintadas à óleo em cores claras. Em geral, nas 7 habitações deste Núcleo as janelas dos dormitórios e sala, que estão voltadas para leste e norte, não são encobertas por muros nem vegetação. Entretanto em 3 dessas unidades as ampliações laterais (oeste) resultaram em banheiros abrindo para outros ambientes, reduzindo drasticamente a entrada de luz natural, deixando-os escuros.

Tabela 5.9: Aberturas para iluminação.

AMBIENTE	Área piso	Área iluminação	Área existente	LEI MUNICIPAL	ANÁLISE
Sala	8,85 m ²	1,80 m ²	20,34 %	≥ 12,5 %	Adequado
Dormitório 1	9,00 m ²	1,80 m ²	20,00 %	≥ 12,5 %	Adequado
Dormitório 2	7,25 m ²	1,68 m ²	23,17 %	≥ 12,5 %	Adequado
Dormitório 3	6,40 m ²	1,68 m ²	26,25 %	≥ 12,5 %	Adequado
Cozinha	9,75 m ²	1,65 m ²	16,92 %	≥ 12,5 %	Adequado
Banheiro	2,30 m ²	0,24 m ²	10,43 %	≥ 8,33%	Adequado

Exceto o banheiro, os cômodos estão dispostos corretamente e têm boa orientação solar, com relação à área mínima de iluminação determinada pela Lei nº 3705/2004, pode-se analisar seu atendimento na tabela 5.9, onde verifica-se que todos os vãos satisfazem à área mínima exigida, mas as aberturas dos banheiros têm área inferior à mínima exigida de 0,40m².

5.1.6. Desempenho lumínico – Análise comportamental

A avaliação comportamental de desempenho lumínico questionou a qualidade e quantidade de iluminação natural e artificial nos ambientes das habitações. Quando

perguntados se acham a casa bem iluminada durante o dia, a maioria (85,7% - 6UH) dos moradores respondeu que a casa é bem iluminada, apenas uma das entrevistadas respondeu que a casa é iluminada em excesso, em suas palavras: "Até demais, as janelas não têm proteção do sol.". Outra entrevistada afirmou que: "Pega bastante sol dentro de casa.". Com relação à iluminação artificial, todos (100%) os entrevistados responderam que a casa é bem iluminada à noite.

5.2. Núcleo Habitacional São Luís – Sistema Construtivo misto

5.2.1. Desempenho térmico - Análise técnica

Neste item, são apresentadas as análises relativas ao desempenho térmico da tipologia construtiva em estudo, englobando os cálculos das características termofísicas (transmitância térmica, capacidade térmica, atraso térmico e fator de calor solar da cobertura e vedações), a ventilação dos ambientes internos à habitação, o sombreamento das aberturas, a simulação de suas temperaturas internas; a fim de comparar as características e valores calculados com aqueles especificados pela NBR 15220 (ABNT, 2005) e indicados pelo Projeto de Norma 02:136 (ABNT, 2004).

5.2.1.1. Condições de conforto no verão

A análise das temperaturas máximas para o interior da habitação no verão foi feita por simulação sem a presença de fontes internas de calor, verificando se as condições de temperatura em seu interior não ultrapassam a temperatura externa (nível Mínimo), ou se são inferiores a 29°C (nível Intermediário).

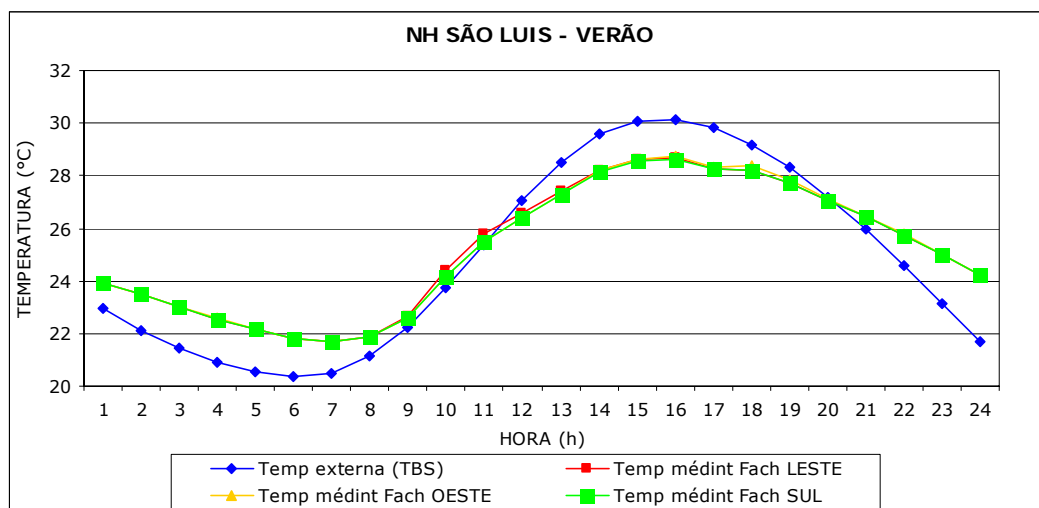


Figura 5.10: Temperaturas internas e externas simuladas na situação de verão.

O comportamento das temperaturas é similar em todas as orientações dessa tipologia, assim, para o dia de projeto de verão a temperatura externa variou de acordo com uma curva senoidal. As temperaturas internas apresentam igualmente o mesmo tipo

de curva, apenas com uma menor amplitude de variação na temperatura de $6,9^{\circ}\text{C}$, menor que a amplitude externa que é de $9,8^{\circ}\text{C}$, conforme pode ser visto na figura 5.10. A maior diferença entre temperaturas do interior e exterior foi $1,6^{\circ}\text{C}$ às 17h, quando a temperatura interna foi máxima, mas estando inferior à externa que chegou a $31,0^{\circ}\text{C}$ às 16h. Com relação às condições de conforto para o verão, verifica-se que a habitação atende ao nível Intermediário não apresentando nenhuma temperatura superior a 29°C , entretanto, apresenta temperaturas internas superiores às externas na maior parte das horas do dia típico de projeto (21/07), mas estas ocorrem justamente nos horários menos quentes (antes das 12h e depois das 20h).

5.2.1.2. Condições de conforto no inverno

A análise das temperaturas mínimas para o interior das habitações no inverno foi feita por simulação com a presença de fonte interna de calor de 1000W , verificando se as condições de temperatura em seu interior atingem o nível mínimo, ou seja, não são inferiores a 12°C .

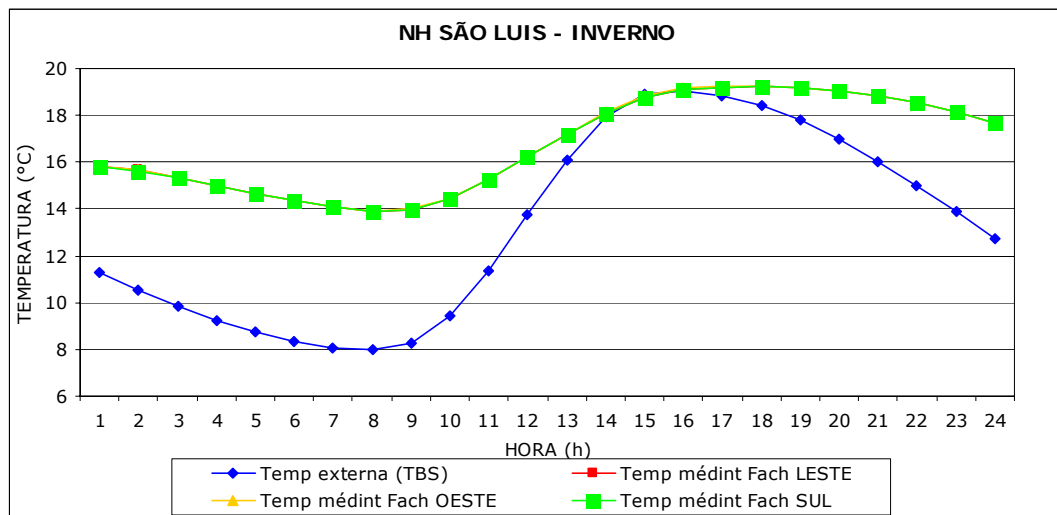


Figura 5.11: Temperaturas internas e externas simuladas na situação de inverno.

Observando a figura 5.11, verifica-se que as habitações simuladas têm inércia térmica regular, apresentando uma amplitude média de $5,3^{\circ}\text{C}$, que é praticamente a metade da amplitude da temperatura exterior (11°C), as curvas demonstram um pequeno atraso térmico, que pode ser observado pelo seu alinhamento às 16h. Como a moradia foi simulada em forma quase quadrada, nota-se que os efeitos das diferentes orientações solares são praticamente nulos. Percebe-se também que a temperatura máxima no interior da habitação ocorre uma hora depois que no exterior e que a mínima interna, nas horas mais frias dos dias esteve sempre superior à temperatura externa em pelo menos $4,5^{\circ}\text{C}$. Identifica-se assim que este sistema construtivo está adequado ao nível Mínimo não apresentando temperaturas inferiores a 13°C no dia típico de projeto (21/07).

5.2.1.3. Isolamento Térmico da Cobertura

A Tabela 5.10 apresenta o desempenho da cobertura frente aos critérios quantitativos propostos pela Norma e pelo Projeto de Norma já citados, verificando o atendimento ou não às características termofísicas indicadas para os elementos de vedações horizontais. A cobertura é composta por telhado inclinado de chapas de fibrocimento com espessura de 6mm com forro de pinus e câmara de ar sem ventilação.

Tabela 5.10: Análise das características termofísicas com critérios para a Zona Bioclimática 2.

CRITÉRIOS	UNIDADE	NH São Luis		PNBR 02:136	NBR 15220	ANÁLISE
		verão	inverno			
Espessura	e (cm)	0,6 + 1	0,6 + 1	----	----	
Resistência Térmica Total	R_T (m ² .K)/W	0,4959	0,4259	----	----	Adequado
Transmitância Térmica	U W/(m ² .K)	2,02	2,35	M ≤ 2,3	≤ 2,0	Adequado
Capacidade Térmica	C_T kJ/(m ² .K)	15	15	----	----	Adequado
Atraso Térmico	Φ hora	0,9	0,9	----	≤ 3,3	Adequado
Fator de Calor Solar	FCS %	4,0	4,7	----	≤ 6,5	Adequado

No verão, os valores calculados para todas as características termofísicas da cobertura apresentam-se dentro dos limites estabelecidos por ambas as normas, estando assim adequado. No inverno, o atraso térmico e o fator de calor solar continuam dentro dos limites. Somente a transmitância térmica da cobertura, ultrapassa um pouco os limites, pois apresenta U igual a 2,35 W/(m².K) para o inverno quando os limites recomendados são 2,0 e 2,3 W/(m².K), para a NBR 15220 e o PNBR 02:136. Na análise do comportamento da cobertura, considerando o cálculo de verão, todos os valores alinham-se com o projeto da norma, no entanto, a transmitância térmica (U) no inverno ultrapassa os valores máximos admissíveis. Esta diferença ocorre devido à resistência térmica da superfície interna (Rsi) e a resistência térmica da camada de ar (Rar) ser menor no inverno, período em que o fluxo de calor é ascendente.

5.2.1.4. Adequação de paredes externas

A Tabela 5.11 apresenta o desempenho da cobertura frente aos critérios quantitativos propostos pela Norma e pelo Projeto de Norma já citados, verificando o atendimento ou não às características termofísicas indicadas para os elementos de vedações horizontais.

Tabela 5.11: Análise das características termofísicas com critérios para a Zona Bioclimática 2.

CRITÉRIOS	UNIDADE	NH São Luis (inverno e verão)	PNBR 02:136	NBR 15220	ANÁLISE
Resistência Térmica Total	R_T (m ² .K)/W	0,3950	----	----	----
Transmitância Térmica	U W/(m ² .K)	2,53	≤ 2,5	≤ 3,0	Adequado
Capacidade Térmica	C_T kJ/(m ² .K)	183	≥ 45	----	Adequado
Atraso Térmico	Φ hora	3,6	----	≤ 4,3	Adequado
Fator de Calor Solar	FCS %	3,0	----	≤ 5,0	Adequado

As vedações verticais são compostas por alvenaria de blocos cerâmicos 6 furos circulares (10x15x20cm) com reboco em ambas as faces (2,5cm + 2,5cm), totalizando 15 cm. Os elementos metálicos de portas e janelas foram desconsiderados nos cálculos por constituírem uma parcela muito pequena da área total. As paredes externas em alvenaria com reboco em ambos os lados demonstram-se adequadas aos valores recomendados para capacidade térmica, atraso térmico e fator de calor solar. A exceção é a transmitância térmica, que se encontra dentro dos limites se relacionada à NBR 15220, mas que ultrapassa levemente o limite recomendado pelo PNBR 02:136. Também observa-se que a capacidade térmica calculada apresenta um valor de 183 kJ/(m².K), muito superior ao mínimo estipulado que é de 45 kJ/(m².K).

5.2.1.5. Ventilação dos ambientes internos à habitação

A área das aberturas de ventilação dos ambientes do projeto em estudo foi calculada e comparada com a porcentagem de área mínima especificada nos diversos documentos e a verificação do seu atendimento consta da tabela 5.12.

Tabela 5.12: Aberturas para ventilação.

AMBIENTE	ÁREA PISO	Área ventilação	% área existente	PNBR 02:136	NBR 15220	LEI MUNICIPAL	ANÁLISE
Sala	7,35 m ²	0,66 m ²	8,97 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Adequado
Dormitório 1	7,50 m ²	0,66 m ²	8,80 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Adequado
Dormitório 2	6,65 m ²	0,66 m ²	9,92 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Adequado
Cozinha	9,50 m ²	0,66 m ²	6,95 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Inadequado
Banheiro	2,60 m ²	0,36 m ²	13,85 %	-----	-----	≥ 4,16 %	Adequado

Quanto à dimensão dos vãos para ventilação, observa-se que a habitação apresenta conformidade com os valores propostos pela Lei Municipal, mas nenhum destes valores está de acordo com os estabelecidos pela NBR 15220, por serem bastante restritivos. Apesar dos ambientes sala e cozinha serem contíguos, eles foram considerados em separado, nesta situação observa-se também a abertura para ventilação na cozinha, ambiente que por suas atividades necessita de ventilação adequada, quando comparada com o PNBR 02:136.01 fica abaixo do recomendado.

5.2.1.6. Sombreamento das aberturas localizadas em paredes externas

Através de análise de projeto foi verificada a inexistência de dispositivos de sombreamento nos vãos das fachadas, tanto nas salas como principalmente nos dormitórios, de modo a possibilitar o controle da entrada de luz. Assim, também neste Núcleo os usuários instalaram a seu critério, diversos tipos de dispositivos para barrar a entrada excessiva de luz, como cortinas e pequenas coberturas (vide exemplos nas figuras 5.12 e 5.13).



Figura 5.12: Janela com cortinas na cozinha da UH SL I 13.



Figura 5.13: pequena cobertura sobre a porta na UH SL 12.

5.2.2. Desempenho térmico - Análise comportamental

A avaliação comportamental de desempenho térmico envolveu aspectos relativos à temperatura das casas no verão e inverno, à ventilação nos ambientes, à presença de umidade ou mofo, entre outros aspectos. Com relação à temperatura da casa no verão, verificou-se a percentagem de insatisfeitos separando as respostas por orientação solar das habitações, conforme figura 5.14. No total as opiniões ficaram divididas entre a opção quente e normal boa, ambas com 31% (4 UH cada) das respostas; 23% (3 UH) dos moradores se referiram a sua residência como agradável, e apenas 15% (2 UH) responderam muito quente ou bastante quente. Como complemento das respostas os moradores das habitações com fachada LESTE comentaram: "É calor, não dá pra agüentar aqui dentro." e "A temperatura é boa, a casa é forrada."; comentários fachada SUL: "É calor, mas agora tem árvores.", "Não é muito quente." e "É meio baixa, bastante calorosa."; comentários fachada OESTE: "É uma beleza.", "É bem quente, tem que sentar lá fora." e "Os quartos são bem quentes."

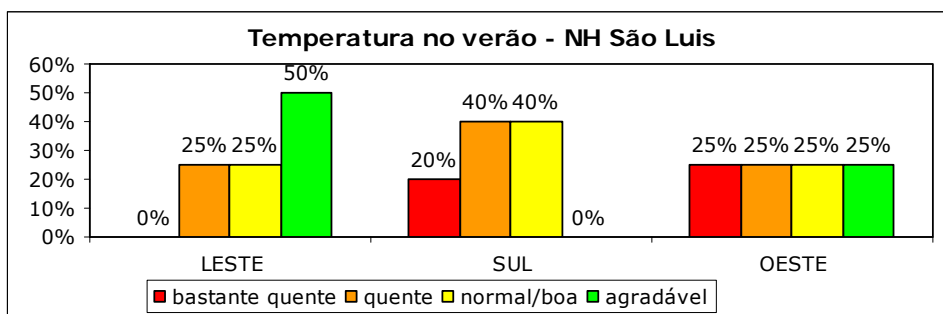


Figura 5.14: Classificação da temperatura no verão segundo os moradores.

Quando perguntados sobre a temperatura da casa no inverno, as respostas ficaram bem dispersas para as 3 diferentes orientações de fachada, conforme figura 5.15. As respostas totais foram as seguintes: 61,5% (8 UH) para normal/boa; 23,1% (3 UH) para fria; e com 7,7% cada (1 UH cada) para bastante fria ou péssima e agradável. As respostas justificativas ou subseqüentes foram: "A gente não sente frio."; "É frio, frio que tá louco." e "É bem quentinha."; e para a orientação de fachada a SUL: "Não é frio."

Essa diversidade de opiniões pode ser o resultado da utilização ou não de aquecimento nas habitações, aqui em 76,9% (10 UH) das unidades o fogão à lenha é utilizado no inverno, em 15,4% (2 UH) são utilizados aquecedores elétricos e nas outras 3 habitações (23,1%) não existe qualquer tipo de fonte extra de aquecimento. Com relação ao fogão à lenha, uma moradora afirmou que sua utilização umedece muito a casa no inverno. Com relação à ventilação, foi perguntado aos moradores como era a ventilação na cozinha, no banheiro e no resto da casa. Os valores relativos à cozinha demonstram que 92,4% (12UH) consideram a ventilação neste cômodo boa e os outros 7,7% (1UH) consideram regular, uma moradora afirmou: "Como a sala e a cozinha são juntas, ajuda a cruzar vento.". Percebe-se que sob este enfoque esta situação de duas funções tão diferentes em um mesmo ambiente é considerada positiva.

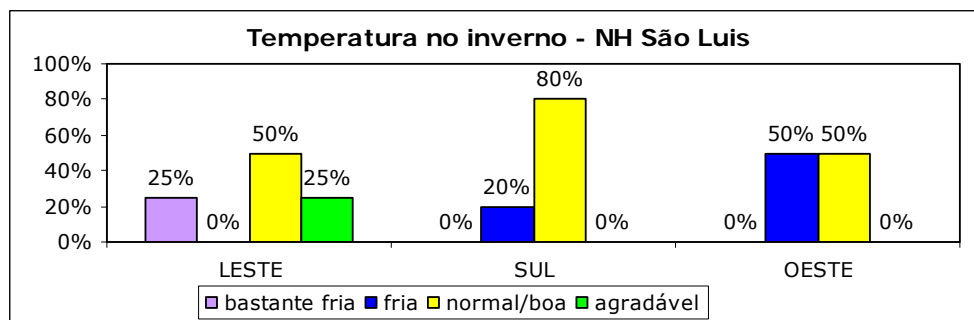


Figura 5.15: Classificação da temperatura no inverno segundo os moradores.

Para o banheiro a proporção diminuiu: 69,2% (9UH) para bom e 30,8% (4UH) para ruim. Um morador que realizou ampliação em sua casa fez a seguinte afirmação: "Como nós construímos a garagem ao lado o banheiro não tem muita ventilação, mais dá pra usar igual.", já outra moradora entrevistada afirmou que sabe da necessidade de ventilar o banheiro e que pretende realocá-lo. Em 100% dos casos a ventilação na casa como um todo foi considerada boa, ou seja, todos os entrevistados afirmaram que as casas são bem ventiladas, também quando perguntados sobre o tamanho das janelas, a maioria 76,9% considerou bom, 15,4% dos entrevistados consideraram ruim e 7,7% regular. Alguns comentários de moradores são relatados a seguir: "Se abrir todas as janelas a casa fica bem ventilada.", "São pequenas, mas agora [após ampliação] tem duas janelas novas que são maiores.", "Está razoável, se fosse maior estranhava.", "Queria que fossem maiores e com grade." e "Era para terem venezianas."

Ainda com relação à associação entre aspectos de conforto térmico e aqueles da ventilação natural, foi perguntado aos moradores se achavam os ambientes úmidos, nesta questão as repostas ficaram bem divididas, do total de 13 unidades, 5 (38,5%) afirmaram que não; 5 (38,5%) afirmaram que sim e 3 (23,1%) que somente no inverno os ambientes ficam úmidos. Alguns comentários de moradores são relatados a seguir: "Agora não, no começo era úmido.", "Sim, acho que tem bastante umidade.", "Não, mas tem bastante mofo.", "Às vezes quando está pra chuva." e "Não, mas o terreno era um potreiro."

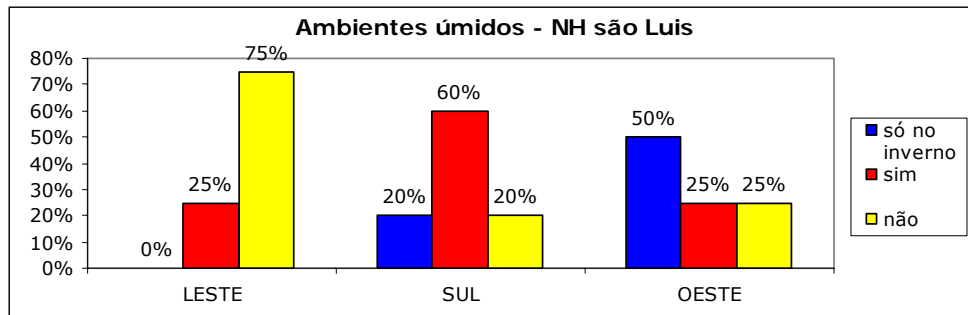


Figura 5.16: Classificação da umidade dos ambientes segundo os moradores.

Quanto à presença de focos de umidade, mofo ou bolor, 61,5% dos moradores afirmaram terem notado umidade em alguns ambientes, e complementaram: "Tão úmida de correr água das paredes, mofando tudo.", "Sim, nos quartos [à leste] mofou tanto que tivemos que lavar e pintar de novo.", "No inverno com as janelas fechadas, mofa as paredes dos quartos [à sul].", "Sim, mofa nas paredes do banheiro [à leste sem iluminação por causa da cobertura da garagem].".

5.2.3. Desempenho acústico - Análise técnica

As análises relativas ao desempenho acústico, englobam as medições *in loco* para a avaliação do isolamento das vedações e dos níveis de ruído existentes no interior das habitações em estudo, verificando se os valores encontrados atendem àqueles especificados pela NBR 10151 (ABNT, 2000) e NBR 10152 (ABNT, 1987) e indicados pelo PNBR 02:136 (ABNT, 2004). As medições foram efetuadas no dia 22 e 29 de março, segundo o método indicado na NBR 10151, na ocasião das medições não foi identificada nenhuma atividade excepcionalmente barulhenta no local e proximidades.

5.2.3.1. Nível tolerável de ruído no interior da habitação

O nível de ruído L_{Aeq} foi verificado no interior de duas habitações, onde foram feitas medições dos níveis de pressão sonora nos ambientes voltados para a rua, nestes casos o dormitório 1, com portas e janelas fechadas. Os níveis apresentados são verificados para cada um dos ambientes frente aos limites especificados pela NBR 10152, estes valores são apresentados na tabela 5.13. Pode-se constatar que os níveis de ruído no interior destas habitações ficam, em sua maioria, dentro dos limites de conforto especificados para o ambiente dormitório, onde apenas um valor ultrapassa um pouco este limite ficando na faixa aceitável de nível sonoro.

Tabela 5.13: Nível tolerável de ruído (L_{Aeq}) no interior da habitação.

UNIDADE	AMBIENTE	L_{Aeq} MEDIDO	NS conforto	NS aceitável	ANÁLISE
SL I-9	Dormitório 01	30,3 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado
SL I-9	Dormitório 01	33,0 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado
SL I-14	Dormitório 01	35,0 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado
SL I-14	Dormitório 01	36,5 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Aceitável

5.2.3.2. Isolamento acústico de vedações e cobertura – sons aéreos

O isolamento acústico das vedações externas foi verificado através de medições dos níveis de pressão sonora, em ambientes externos e nos ambientes internos das habitações voltados para a rua, sendo a sala ou o dormitório 1, com portas e janelas fechadas. Analisando se a Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{2m,nT,w}$) atende ao nível mínimo. Os valores obtidos de níveis de pressão sonora para cada ambiente estão resumidos na tabela 5.14.

Tabela 5.14: Isolamento acústico de vedações externas.

Unidade	L_{Aeq} EXTERNO	L_{Aeq} INTERNO	$D_{2m,nT,w}$	Nível M	ANÁLISE
SL I-9	49,5 dB(A)	31,9 dB(A)	17,6 dB(A)	30-34 dB(A)	Inadequado
SL I-14	63,0 dB(A)	35,8 dB(A)	27,2 dB(A)	30-34 dB(A)	Inadequado

Pode-se constatar a ineficiência das vedações quanto à capacidade de isolamento acústico do ruído proveniente do espaço exterior à moradia, diminuindo a qualidade acústica do ambiente principalmente com relação a atividades de repouso, estudos e leituras. Entretanto, acredita-se que a qualidade acústica destas moradias, em clima subtropical, está relacionada não apenas com os materiais e técnicas construtivas empregados, mas, principalmente, com o projeto e o contexto urbano. Onde apesar das vedações em alvenaria com tijolos furados oferecerem um bom isolamento acústico tem seu desempenho drasticamente reduzido devido à baixa qualidade das esquadrias e também o mau acabamento na sua execução. O fechamento de vãos de ventilação é feito por janelas de correr nos dormitórios, sala e cozinha e nos banheiros por janelas basculantes, todas com vidro simples 4mm, sem o adequado selamento. Ao longo das medições foram identificadas fontes de ruído como músicas, brincadeiras de crianças, conversas entre vizinhos, latidos de cachorros, obras distantes e também os sons provindos de algumas pequenas indústrias nos arredores do Núcleo, que são percebidas devido à própria topografia do local.

5.2.3.3. Isolamento acústico entre ambientes internos

O isolamento ao som aéreo de paredes internas foi verificado através de medições dos níveis de pressão sonora entre a sala e um dormitório próximos à rua, com portas e janelas fechadas, analisando se a Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{2m,nT,w}$) atende ao nível mínimo. Os dados coletados diretamente nas habitações em estudo, são apresentados na tabela 5.15, a seguir, onde se pode compará-los.

Tabela 5.15: Isolamento acústico de vedações internas.

Unidade	L_{Aeq} Sala	L_{Aeq} Dormitório	$D_{2m,nT,w}$	Nível M	ANÁLISE
SL I-9	51,3 dB(A)	31,9 dB(A)	19,4 dB(A)	25-29 dB(A)	Inadequado
SL I-14	38,9 dB(A)	30,2 dB(A)	8,7 dB(A)	25-29 dB(A)	Inadequado

As condições de isolamento acústico nos ambientes são bastante insatisfatórias nas edificações verificadas, estas edificações não apresentam boas condições de isolamento acústico provavelmente devido a baixa qualidade na colocação das divisórias

internas em madeira, mas acredita-se que nestes casos a principal causa sejam as infiltrações por frestas e por baixo das portas, ou seja, o mau acabamento nos arremates junto às paredes, forro e piso.

5.2.4. Desempenho acústico – Análise comportamental

Na avaliação comportamental de desempenho acústico buscou-se o conhecimento da opinião dos usuários sobre aspectos relativos ao barulho vindo de áreas externas, a origem destes sons, a privacidade e também quanto ao isolamento ao ruído proporcionado pelas vedações internas e externas. Para avaliar a sensação dos moradores quanto à presença de ruído externo foi perguntado a eles, se os ruídos externos realmente incomodam. Com relação ao barulho vindo do exterior, mais de 69% (9UH) dos moradores afirmaram que os ruídos externos não incomodam; 23,1% (3UH) que incomoda e apenas um usuário (7,7%) afirmou que o barulho incomoda muito, conforme figura 5.17. Seguem comentários: "Tem mais barulho nos fins de semana."; "A vila é agitada, mas não tenho do que reclamar." e "Tem dias que é péssimo.". Como se verá a seguir, a segunda pergunta revela quais são as diversas fontes destes ruídos. A primeira fonte de perturbação são os aparelhos de som em casas vizinhas (5UH), seguido por tráfego de veículos pesados (2UH), som/música em carros (2UH), entre outros (figura 5.18). A seguir o relato de algumas respostas: "Nos fins de semana tem som alto, mas só até 10 horas." e "Eu não me importo com o barulho.".

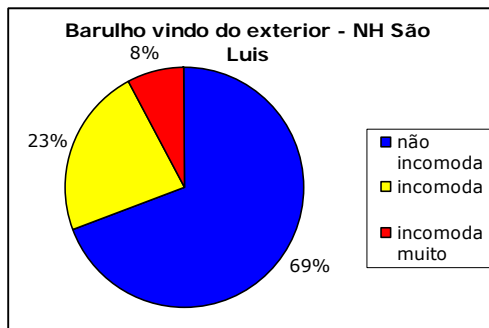


Figura 5.17: Classificação do ruído externo.

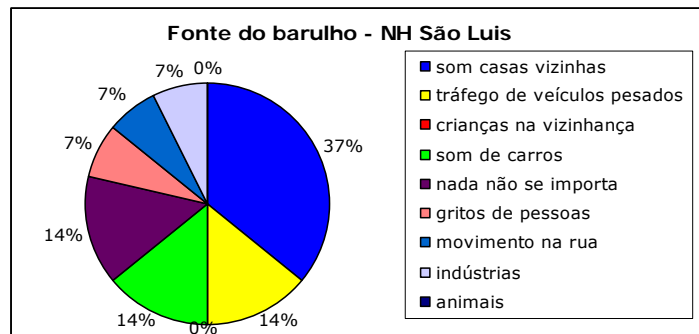


Figura 5.18: Fontes de ruído externo.

Quando perguntados se a distância entre janelas de casas vizinhas prejudica ou não a privacidade no interior das habitações, 84,6 % (11UH) dos moradores afirmaram que não prejudica e que o distanciamento é bom, e 15,4% (2UH) responderam que a pequena distância prejudica a privacidade, comentando: "Agora não porque tem muro.", "Atrapalha com certeza." e "Eu não me incomodo porque tenho cortinas.". Com relação ao isolamento proporcionado pelas vedações externas, apenas 23,1% (3UH) dos entrevistados afirmaram que as paredes externas deixam passar barulho. Também verificou-se que 30,8% (4UH) dos moradores acreditam que as paredes internas deixam passar barulho, salienta-se que estas divisórias são em madeira. E relatam: "Não passa barulho, a gente acostuma."; "Passa muito barulho, com certeza. O que conversa aqui, do vizinho se ouve tudo, e dentro de casa também.".

5.2.5. Desempenho lumínico - Análise técnica

As análises relativas ao desempenho lumínico, englobam as medições *in loco* para a avaliação das condições de iluminação natural nas dependências das habitações em estudo, verificando se os valores encontrados atendem àqueles propostos pelo PNBR 02:136.01 (ABNT, 2004) e também a análise referente às áreas mínimas de iluminação para os cômodos, verificando se os valores calculados atendem àqueles determinados pela Lei nº 3705/2004.

5.2.5.1. Iluminação natural

As medições foram realizadas em duas habitações, uma no meio da quadra e outra na esquina, no dia 22 de março, no período da manhã, neste dia o céu estava totalmente encoberto. As Tabelas 5.16 e 5.17 apresentam os resultados destas medições frente aos critérios quantitativos, verificando o atendimento ou não aos valores indicados para os níveis mínimos de iluminação natural. Os níveis de iluminação natural foram medidos no centro dos ambientes e sempre que possível sem obstruções por cortinas ou outros elementos.

Tabela 5.16: Análise da iluminância dos cômodos, UH SL I-9 (meio de quadra).

UH: SL I-9		ILUMINÂNCIA MÉDIA (lux)			
AMBIENTE	MEDIDA	Nível M	Nível I	Nível S	Análise
Sala	413 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Dormitório 1	375 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Dormitório 2	420 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Cozinha	17 lux ¹	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Inadequado
Banheiro	60 lux ²	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Inadequado

¹ Janela abre para área coberta.

² Iluminação artificial. Sem obstruções externas.

Tabela 5.17: Análise da iluminância dos cômodos, UH SL I-14 (esquina).

UH: SL I-14		ILUMINÂNCIA MÉDIA (lux)			
AMBIENTE	MEDIDA	Nível M	Nível I	Nível S	Análise
Sala	1458 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Dormitório 1	1180 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Dormitório 2	200 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Cozinha	220 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Banheiro	80 lux*	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Inadequado

* Iluminação artificial. Janela abre para garagem.

Os dados coletados revelam que o nível de iluminância nos cômodos varia entre 20 e 1.500 lux, ou seja, há cômodos muito bem iluminados e outros quase sem iluminação. Na UH SL I-9, a cozinha tem a iluminação prejudicada em função de uma cobertura construída no fundo da casa, fator que reduz em muito o seu nível de iluminação, na medição com iluminação artificial, o nível medido foi de 45 lux. Os dois banheiros, quando iluminados apenas naturalmente apresentaram nível inferior à zero, assim foram medidos com a iluminação artificial acesa, apresentando desse modo níveis iguais ou superiores ao mínimo estabelecido. Os motivos diferem de uma habitação para

outra: o banheiro da UH SL I-9 não tem obstruções externas à sua abertura, mas os revestimentos e equipamentos possuem cores escuras, assim como o box, fatores que contribuíram para seu baixo nível de iluminação; o banheiro da UH SL I-14 tem janela abrindo para a garagem da casa, situação aceita pelo PNBR 02:136.01 desde atendido o nível mínimo, situação que não acontece nesse caso. Apesar do problema com os banheiros das habitações analisadas, de modo geral, a luz natural é bem aproveitada quando as janelas não estão obstruídas por cortinas ou coberturas, já que estas também não possuem venezianas ou qualquer outra proteção externa.



Figura 5.19: Cozinha contígua a sala da UH SL I-9.

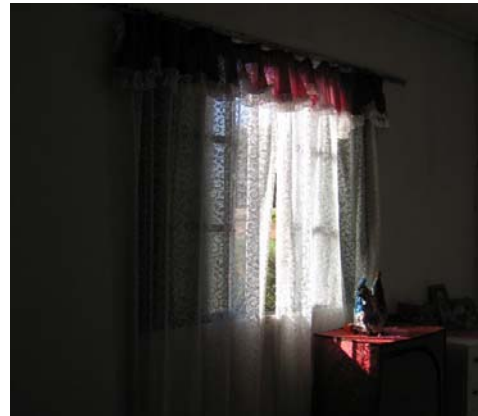


Figura 5.20: Dormitório 1 da UH SL I14.

Com relação à área mínima de iluminação para os ambientes, especificada pela Lei nº 3705/2004, seu atendimento consta da tabela 5.18, onde se verifica que todos os vãos satisfazem à área mínima exigida, mas as aberturas dos banheiros têm área inferior à mínima exigida de 0,40m². Também as aberturas estão posicionadas no centro dos ambientes, com caixilhos em ferro e vidro simples 4mm, os cômodos têm pé-direito de 2,70m e internamente são pintados, em sua maioria, com tinta à óleo em cores claras.

Tabela 5.18: Aberturas para iluminação.

AMBIENTE	Área piso	Área iluminação	Área existente	LEI MUNICIPAL	ANÁLISE
Sala	7,35 m ²	2,28 m ²	31,02 %	≥ 12,5 %	Adequado
Dormitório 1	7,50 m ²	1,32 m ²	17,60 %	≥ 12,5 %	Adequado
Dormitório 2	6,65 m ²	1,32 m ²	19,85 %	≥ 12,5 %	Adequado
Cozinha	9,50 m ²	2,28 m ²	24,00 %	≥ 12,5 %	Adequado
Banheiro	2,60 m ²	0,36 m ²	13,85 %	≥ 8,33%	Adequado

A localização da habitação no lote e orientação solar dos cômodos são falhas, assim as orientações dos dormitórios deste Núcleo resultam leste/sul (9 UH) e oeste/norte (5 UH), não sendo boas em nenhum dos casos, pois a melhor orientação é a da única unidade que tem dormitórios orientados à leste/norte (ver implantação no item 4.2). Em algumas habitações o dormitório 2 e o banheiro ficaram bastante prejudicados em função de ampliações laterais, fato que também aconteceu com duas cozinhas, deixando estes ambientes bastante escuros (vide figuras 5.19 e 5.20)..

5.2.6. Desempenho lumínico – Análise comportamental

A avaliação comportamental de desempenho lumínico questionou a qualidade da iluminação natural e artificial nos ambientes das habitações. A distribuição das opiniões dos entrevistados pelas 3 diferentes orientações de fachada pode ser visualizada na figura 5.21. Quando perguntados se acham a casa bem iluminada durante o dia, a maioria (61,5% - 8UH) do total de moradores respondeu que a casa é bem iluminada e 38,5% (5UH) dos entrevistados responderam que iluminação é ótima. Com relação à iluminação artificial, todos (100%) os entrevistados responderam que a casa é bem iluminada à noite.

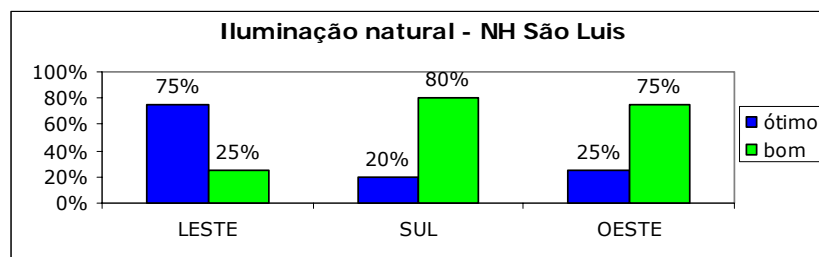


Figura 5.21: Classificação da iluminação natural segundo os moradores.

5.3. Núcleo Habitacional Nova Esperança – Sistema Construtivo alvenaria

5.3.1. Desempenho térmico - Análise técnica

Neste item, são apresentadas as análises relativas ao desempenho térmico da tipologia construtiva em estudo, englobando os cálculos das características termofísicas (transmitância térmica, capacidade térmica, atraso térmico e fator de calor solar da cobertura e vedações), a ventilação dos ambientes internos à habitação, o sombreamento das aberturas, a simulação de suas temperaturas internas; a fim de comparar as características e valores calculados com aqueles especificados pela Norma NBR-15220 (ABNT, 2005) e indicados pelo Projeto de Norma 02:136 (ABNT, 2004).

5.3.1.1. Condições de conforto no verão

A análise das temperaturas máximas para o interior da habitação no verão foi feita por simulação sem a presença de fontes internas de calor, verificando se as condições de temperatura em seu interior não ultrapassam a temperatura externa (nível Mínimo), ou se são inferiores a 29°C (nível Intermediário). Verifica-se que a habitação simulada tem pouca inércia térmica, apresentando uma amplitude média de 8,2°C, um pouco menor que a amplitude externa que é de 9,8°C. As temperaturas internas descrevem uma curva bem similar à das temperaturas externas, com diferença máxima

entre temperaturas de 1,9°C às 24h, conforme pode ser visto na figura 5.22. A temperatura interna esteve superior à temperatura externa na maior parte do tempo, mas justamente nos horários mais quentes (entre as 13h e 19h) ela permaneceu inferior.

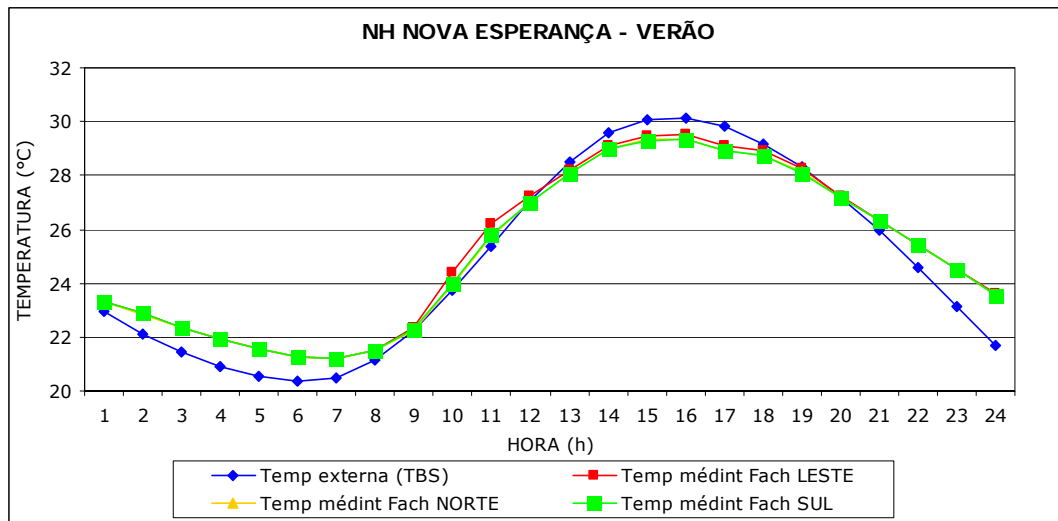


Figura 5.22: Temperaturas internas e externas simuladas na situação de verão.

Com relação às condições de conforto para o verão, verifica-se que a habitação não atende ao nível Intermediário por uma diferença de 0,4°C com o limite superior de 29°C, e também que apresenta temperaturas internas superiores às temperaturas externas na maioria das horas do dia típico de projeto (21/07), felizmente estas ocorrem justamente nos horários menos quentes.

5.3.1.2. Condições de conforto no inverno

A análise das temperaturas mínimas para o interior das habitações no inverno foi feita por simulação com a presença de fonte interna de calor de 1000W, verificando se as condições de temperatura em seu interior atingem o nível mínimo, ou seja, não são inferiores a 12°C. Verifica-se que as habitações simuladas têm baixa inércia térmica, apresentando uma amplitude média de 6,4°C, as curvas demonstram um pequeno atraso térmico apesar de sua não transposição.

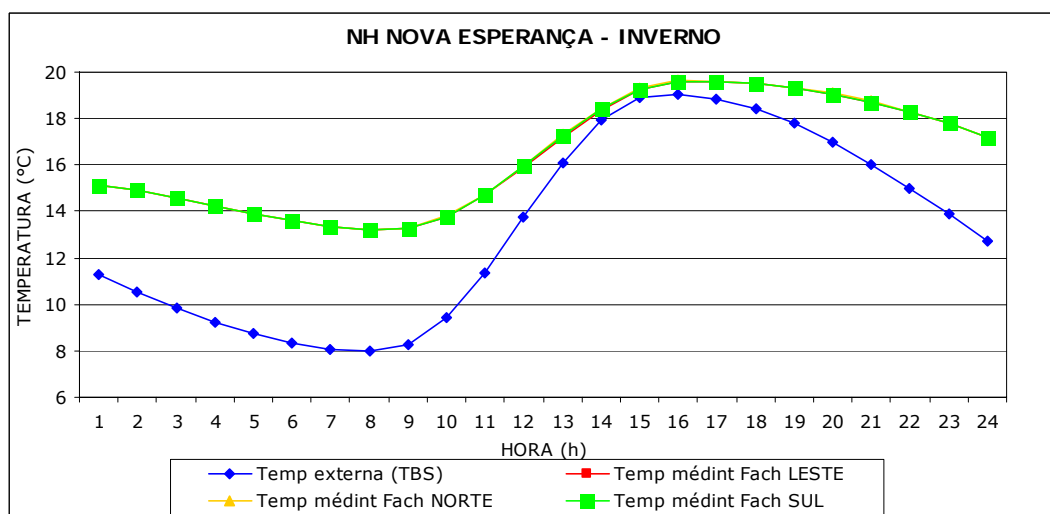


Figura 5.23: Temperaturas internas e externas simuladas na situação de inverno.

Como a moradia foi simulada em forma quase quadrada, nota-se que os efeitos das diferentes orientações solares são praticamente nulos. Percebe-se também que a temperatura mínima interna no interior das habitações esteve superior à temperatura externa em 3,0°C, nas horas mais frias do dia. Conclui-se assim que este sistema construtivo está adequado ao nível Mínimo apresentando temperaturas superiores a 13°C no dia típico de projeto (21/07).

5.3.1.3. Isolamento Térmico da Cobertura

A Tabela 5.19 apresenta o desempenho da cobertura frente aos critérios quantitativos propostos pelas normas já citadas, verificando o atendimento ou não às características termofísicas indicadas para os elementos de vedações horizontais. A cobertura é composta por telhado inclinado de chapas de fibro-cimento com espessura de 6mm, com forro de pinus e câmara de ar sem ventilação. Este sistema de cobertura é similar ao do NH São Luis, apresentando desta forma valores idênticos, estando totalmente adequado na situação de verão e parcialmente adequado no período de inverno, com os valores da transmitância térmica ultrapassando levemente o limite fixado pelo PNBR 02:136 (ABNT, 2004).

Tabela 5.19: Análise das características termofísicas com critérios para a Zona Bioclimática 2.

CRITÉRIOS	UNIDADE	NH Nova Esperança		PNBR 02:136	NBR 15220	ANÁLISE
		verão	inverno			
Espessura	e (cm)	0,6 + 1	0,6 + 1	----	----	----
Resistência Térmica Total	R_T (m ² .K)/W	0,4959	0,4259	----	----	----
Transmitância Térmica	U W/(m ² .K)	2,02	2,35	M ≤ 2,3	≤ 2,0	Adequado
Capacidade Térmica	C_T kJ/(m ² .K)	15	15	----	----	Adequado
Atraso Térmico	Φ hora	0,9	0,9	----	≤ 3,3	Adequado
Fator de Calor Solar	FCS %	4,0	4,7	----	≤ 6,5	Adequado

Nota: A transmitância térmica, o atraso térmico e o fator solar são determinados também para a situação de inverno em virtude de ser a condição predominante no Sul do Brasil.

5.3.1.4. Adequação de paredes externas

A Tabela 5.20 apresenta o desempenho da cobertura frente aos critérios quantitativos propostos pela Norma e pelo Projeto de Norma já citados, verificando o atendimento ou não às características termofísicas indicadas para os elementos de vedações horizontais. As vedações verticais são compostas por alvenaria de blocos cerâmicos 6 furos circulares (10x15x20cm) com reboco na face externa (2,5cm), totalizando 12,5 cm. Constatou-se que as paredes da habitação possuem transmitância térmica inferior ao valor máximo fixado pela NBR15220. A cobertura apresenta para o verão um valor calculado da transmitância térmica levemente superior ao limite estabelecido pela norma, ou seja, o valor calculado é de 2,02 W/(m².K) e o normatizado deve ser menor do que 2,00 W/(m².K). No inverno, este valor é bem superior ao limite estabelecido, sendo o calculado igual a 2,35h. O atraso térmico obtido para estas, paredes sem reboco interno, foi de 2,8h, bastante inferior ao valor fixado de 4,3 horas.

Tabela 5.20: Análise das características termofísicas com critérios para a Zona Bioclimática 2.

CRITÉRIOS	UNIDADE	NH Nova Esperança (inverno e verão)	PNBR 02:136	NBR 15220	ANÁLISE
Espessura	e (m)	0,15	----	----	----
Resistência Térmica Total	R_T (m ² .K)/W	0,3676	----	----	----
Transmitância Térmica	U W/(m ² .K)	2,72	≤ 2,5	≤ 3,0	Adequado
Capacidade Térmica	C_T kJ/(m ² .K)	131	≥ 45	----	Adequado
Atraso Térmico	Φ hora	2,8	----	≤ 4,3	Adequado
Fator de Calor Solar	FCS %	3,3	----	≤ 5,0	Adequado

5.3.1.5. Ventilação dos ambientes internos à habitação

Para a verificação ao atendimento do critério de área mínima de ventilação para os ambientes, foram calculadas e avaliadas as porcentagens de áreas ventiladas em todos os cômodos do projeto de habitação em estudo. Conforme pode ser visto na Tabela 5.21, as aberturas de ventilação no dormitório 1 e na cozinha apresentam valores inferiores ao fixado no PNBR 02:136.01. Estas habitações apresentam janelas de 1,20 m² nos dormitórios, na sala e na cozinha, assim, se a área de abertura para ventilação fosse 100% do vão, as áreas das esquadrias atenderiam ao estabelecido pela NBR 15220, mas sendo de correr só abrem 50% da área total, ficando assim bem abaixo do recomendado. Também neste Núcleo a abertura para ventilação na cozinha, fica abaixo do recomendado pelo PNBR 02:136.01 e até mesmo pela Lei Municipal. Apesar dos ambientes sala e cozinha não serem separados por porta, considerou-se cada ambiente em separado.

Tabela 5.21: Aberturas para ventilação.

AMBIENTE	ÁREA PISO	Área ventilação	% área existente	PNBR 02:136	NBR 15220	LEI MUNICIPAL	ANÁLISE
Sala	7,47 m ²	0,60 m ²	8,03 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Adequado
Dormitório 1	10,20 m ²	0,60 m ²	5,88 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Inadequado
Dormitório 2	6,95 m ²	0,60 m ²	8,63 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Adequado
Cozinha	10,00 m ²	0,60 m ²	6,00 %	≥ 8 %	15 < A < 25 %	≥ 6,25 %	Inadequado
Banheiro	3,70 m ²	0,39 m ²	10,54 %	-----	-----	≥ 4,16%	Adequado

5.3.1.6. Sombreamento das aberturas localizadas em paredes externas

Constata-se na análise de projeto a inexistência de elementos de sombreamento, como cortinas persianas, vegetação, brises e objetos externos, mas nas observações in loco, verifica-se a instalação de dispositivos em sua maioria compostos por cortinas, não só nos dormitórios, mas também nas salas e cozinhas, muitas vezes estas cortinas estão fixas impossibilitando a sua abertura de modo normal e regular, barrando a entrada de sol até mesmo no inverno. Alguns exemplos são mostrados nas figuras 5.24 e 5.25 abaixo.



Figura 5.24: Janela com cortinas na cozinha da UH NE H1-10.



Figura 5.25: pequena cobertura sobre a porta na UH NE H2-8.

5.3.2. Desempenho térmico - Análise comportamental

A avaliação comportamental de desempenho térmico envolveu aspectos relativos à temperatura das casas no verão e inverno, à ventilação nos ambientes, à presença de umidade ou mofo, entre outros aspectos. Com relação à temperatura da casa no verão, verificou-se a percentagem de insatisfeitos separando as respostas por orientação solar das habitações, conforme figura 5.26. No total, a opinião que prevaleceu foi a de que as casas são bastante quentes, com 55,6% (10UH); as opções normal/boa e agradável ficaram com 16,7% cada (3UH cada) e finalmente 11% (2UH) dos moradores se referiram a sua residência como quente. Como complemento das respostas os moradores das habitações com fachada SUL comentaram: "É bem abafada e quente." e "É bem fresquinha."; comentários fachada NORTE: "É bastante calor, a gente tem que ligar o ventilador.", "É bem quente."; comentário fachada LESTE: "É horrível, um forno.". Estes comentários revelam a divergência de opiniões típicas de uma variável tão subjetiva, mas a análise da figura revela que na orientação norte é a que apresenta todos os moradores insatisfeitos.

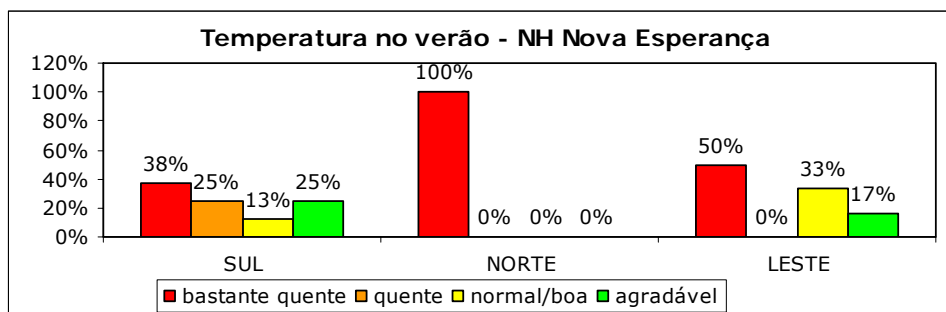


Figura 5.26: Classificação da temperatura no verão segundo os moradores.

Quando perguntados sobre a temperatura da casa no inverno, as respostas ficaram bem dispersas para as diferentes orientações de fachada, conforme figura 5.27. As respostas totais foram as seguintes: 38,9% (7 UH) para fria; 27,8% (5 UH) para normal/boa; e com 16,7% cada (3 UH cada) para bastante fria/péssima e agradável. As respostas justificativas ou subseqüentes foram: "É quentinha."; "A casa é bem fria." e "É

bem quentinha.”; “É bastante frio.” e “A casa é gelada.”. Quando perguntados sobre a utilização ou não de aquecimento nas habitações, 77,8% (14 UH) dos entrevistados afirmaram utilizarem o fogão à lenha no inverno, em 5,6% (2 UH) são utilizados aquecedores elétricos e nas outras 3 habitações (16,7%) não existe qualquer tipo de fonte extra de aquecimento.

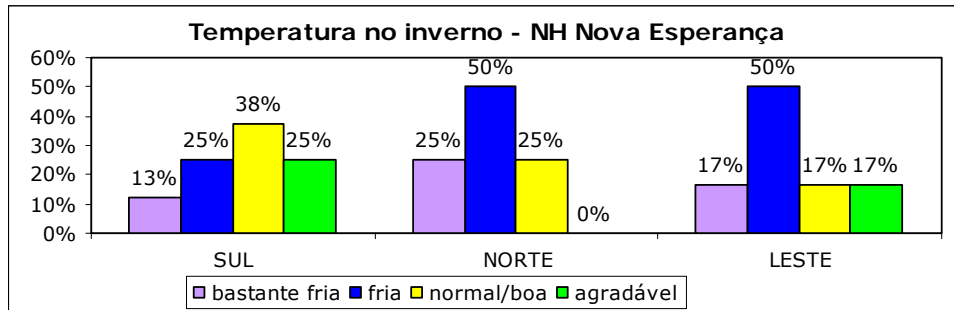


Figura 5.27: Classificação da temperatura no inverno segundo os moradores.

Com relação à ventilação, foi perguntado aos moradores como é a ventilação na cozinha, no banheiro e no resto da casa. Os valores relativos à cozinha demonstram que a maioria dos usuários (94,4% - 17UH) consideram a ventilação neste cômodo boa e os outros 5,6% (1UH) consideram ruim, a entrevistada que considerou a ventilação ruim tem sua cozinha ampliada não relocada até o limite do terreno sem nenhuma janela, somente 2 portas em paredes opostas ficam responsáveis pela ventilação. Para o banheiro a proporção diminui: 61,1% (11UH) consideram a ventilação no banheiro boa, 22,2% (4UH) consideram ruim e 16,7% (1UH) consideram regular, acrescenta-se que 3 dos entrevistados afirmaram que a janela do banheiro é muito pequena. Em 100% dos casos a ventilação na casa como um todo foi considerada boa, ou seja, todos os entrevistados afirmaram que as casas são bem ventiladas. Quando perguntados sobre o tamanho das janelas, a maioria 88,9% (16UH) considerou bom e 11,1% (2UH) considerou ruim. Alguns comentários de moradores são relatados a seguir: “Entra vento pelas frestas.”, “Tinha que ser maior.”, “Pelo tamanho da casa está bom.”. Mencionando o posicionamento ou orientação das janelas, uma moradora afirmou: “Está bom assim, para a frente e pra trás, se colocar para os lados dá pra os vizinhos.”.

Ainda com relação à associação entre aspectos de conforto térmico e aqueles da ventilação natural, foi perguntado aos moradores se achavam os ambientes úmidos, a maioria (60,5% - 11UH) dos entrevistados afirmou que não; 4 (22,2%) afirmaram que sim e 3 (16,7%) afirmaram que somente no inverno os ambientes ficam úmidos. Alguns comentários de moradores são relatados a seguir: “No inverno tem dias com bastante umidade.”, “É bastante frio e úmido.”, “Tem bastante umidade no inverno na casa inteira.”, “Quando chove é úmido.”. Quanto à presença de focos de umidade, mofo ou bolor, 66,7% (12UH) dos moradores afirmou terem notado umidade em alguns ambientes, comentando: “No inverno mofa nas paredes dos quartos.”, “Você acredita que no inverno dá umidade em paredes à norte!!!, nos quartos.”, “Nas paredes internas

do corredor está descascando o reboco [sobe infiltração das vigas de fundação por falta de impermeabilização].”.

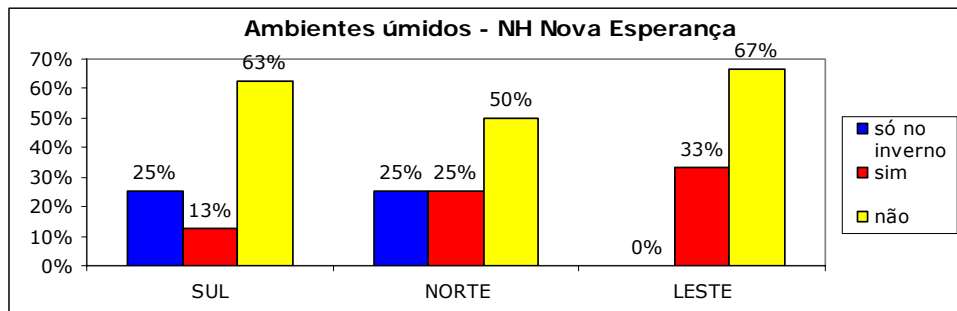


Figura 5.28: Classificação da umidade dos ambientes segundo os moradores.

5.3.3. Desempenho acústico - Análise técnica

As análises relativas ao desempenho acústico, englobam as medições *in loco* para a avaliação do isolamento das vedações e dos níveis de ruído existentes no interior das habitações em estudo, verificando-se os valores encontrados atendem àqueles especificados pela NBR 10151 (ABNT, 2000) e NBR 10152 (ABNT, 1987) e indicados pelo PNBR 02:136 (COBRACON/ABNT, 2004). As medições foram efetuadas nos dias 23 e 30 de março, segundo o método indicado na NBR 10151, na ocasião das medições não foi identificada nenhuma atividade excepcionalmente barulhenta no local e proximidades.

5.3.3.1. Nível tolerável de ruído no interior da habitação

O nível de ruído L_{Aeq} foi verificado no interior de uma habitação, onde foram feitas medições dos níveis de pressão sonora nos ambientes voltados para a rua, sendo a sala e o dormitório 1, com portas e janelas fechadas (portas internas inexistentes na UH NE H1-10). Os níveis apresentados são verificados para cada um dos ambientes frente aos limites especificados pela NBR 10152 na tabela 5.22. Pode-se constatar que os níveis de ruído no interior destas habitações apresentam valores muito diferentes, estando a habitação NE H2-2 adequada aos valores especificados, apresentando valores bem baixos. E em outro extremo a habitação NE H1-10 com valores que ultrapassam inclusive o limite aceitável de nível sonoro, mesmo tratando-se de ambiente dormitório, essa diferença de índices pode ser explicada pelo comportamento dos moradores que será analisado no item 5.3.4.

Tabela 5.22: Nível tolerável de ruído (L_{Aeq}) no interior da habitação.

UNIDADE	AMBIENTE	L_{Aeq} MEDIDO	NS conforto	NS aceitável	ANÁLISE
NE H1-10	Dormitório 01	51,6 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Inadequado
NE H1-10	Dormitório 01	48,9 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Inadequado
NE H2-2	Dormitório 01	18,3 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado
NE H2-2	Dormitório 01	30,8 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado

5.3.3.2. Isolamento acústico de vedações e cobertura – sons aéreos

O isolamento acústico das vedações externas foi verificado através de medições dos níveis de pressão sonora, em ambientes externos e nos ambientes internos das habitações voltados para a rua, sendo a sala e o dormitório 1, com portas e janelas fechadas (portas internas inexistentes na UH NE H1-10), analisando se a Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{2m,nT,w}$) atende ao nível mínimo. Os níveis de pressão sonora verificados para cada ambiente estão resumidos na tabela 5.23. Pode-se constatar a ineficiência das vedações quanto à capacidade de isolamento acústico do ruído proveniente do espaço exterior à moradia, onde apesar das vedações em alvenaria com tijolos furados oferecerem um bom isolamento acústico tem seu desempenho drasticamente reduzido devido à baixa qualidade das esquadrias e também o mau acabamento na sua execução.

Tabela 5.23: Isolamento acústico de vedações externas.

Unidade	L_{Aeq} EXTERNO	L_{Aeq} INTERNO	$D_{2m,nT,w}$	Nível M	ANÁLISE
NE H1-10	63,8 dB(A)	58,5 dB(A)	5,3 dB(A)	30-34 dB(A)	Inadequado
NE H2-2	47,8 dB(A)	38,6 dB(A)	9,2 dB(A)	30-34 dB(A)	Inadequado

O fechamento de vãos de ventilação é feito por janelas de correr nos dormitórios, sala e cozinha e nos banheiros por janelas basculantes, todas com vidro simples 4mm, sem o adequado selamento. Em alguns casos são observadas fissuras e rachaduras entre as esquadrias e as paredes através das quais não apenas penetram o ruído aéreo, mas também a água se infiltra quando chove. Verificou-se a existência de fontes sonoras, como músicas, gritos de crianças, conversas entre vizinhos, cachorro latindo e obras distantes que são percebidas devido a própria topografia do local. Constatou-se que as ruas que contornam o Núcleo Nova Esperança são bastante utilizadas por ônibus urbanos e caminhões, enquanto que a Travessa A (ver figura 4.14), é utilizada somente por carros dos moradores, situação que pode ser percebida nos valores apresentados na tabela acima.

5.3.3.3. Isolamento acústico entre ambientes internos

O isolamento ao som aéreo de paredes internas foi verificado através de medições dos níveis de pressão sonora entre a sala e um dormitório próximos à rua, com portas e janelas fechadas (portas internas inexistentes na UH NE H1-10), analisando se a Diferença Padronizada de Nível Ponderada ($D_{2m,nT,w}$) atende ao nível mínimo. Os dados coletados nas habitações em estudo são apresentados na tabela 5.24, onde se pode compará-los. Pode-se verificar que também nesta situação o isolamento acústico entre ambientes é bastante insatisfatório nas edificações verificadas, tanto na casa que não apresenta portas internas como na que apresenta, onde podemos observar os baixos níveis de pressão sonora que estas divisórias conseguem isolar.

Tabela 5.24: Isolamento acústico de vedações internas.

Unidade	L _{Aeq} Sala	L _{Aeq} Dormitório	D2m,nT,w	Nível M	ANÁLISE
NE H1-10	58,5 dB(A)	50,5 dB(A)	8,0 dB(A)	25-29 dB(A)	Inadequado
NE H2-2	46,9 dB(A)	28,0 dB(A)	18,9 dB(A)	25-29 dB(A)	Inadequado



Figura 5.29: UH NE H1-10 sem portas internas.



Figura 5.30: Dormitório 1 da UH MB H1-6.

5.3.4. Desempenho acústico – Análise comportamental

Na avaliação comportamental de desempenho acústico buscou-se o conhecimento da opinião dos usuários sobre aspectos relativos ao barulho vindo de áreas externas, a origem destes sons, a privacidade e também quanto ao isolamento ao ruído proporcionado pelas vedações internas e externas. Com relação ao barulho vindo do exterior, foi perguntado se ele incomoda ou não, onde 55,6% (10UH) dos moradores afirmaram que os ruídos externos não incomodam e 44,4% (8UH) que incomoda ou incomoda muito, conforme figura 5.31. Seguem comentários dos entrevistados: “Tem dias que atrapalha.”; “Às vezes tem barulho, mas eu não me incomodo.”, “Às vezes tem barulho, mas é melhor ficar quieta.” e “É muito barulho.”. As entrevistas realizadas com os usuários destas edificações revelaram a fonte de ruído mais incômoda. Pode-se verificar que 50% (9UH) dos entrevistados escutam aparelhos de som em casas vizinhas, 27,8% (5UH) o tráfego de veículos pesados, e 22,2% (4UH) escutam crianças brincando na vizinhança, entre outros (figura 5.32). A seguir, um relato diferente: “Conforme a direção dos ventos, ouvimos o barulho até da Metasa [indústria metalúrgica].”.

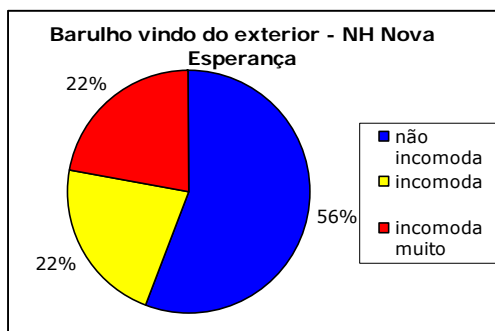


Figura 5.31: Classificação do ruído externo.

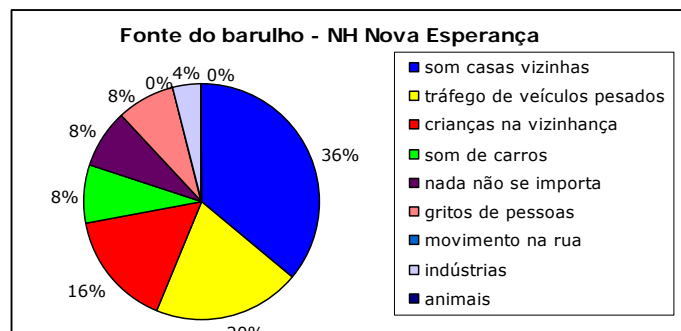


Figura 5.32: Fontes de ruído externo.

Quando perguntados se a distância entre janelas de casas vizinhas prejudica ou não a privacidade no interior das habitações, 77,8 % (14UH) dos moradores afirmaram que não prejudica e 22,2% (4UH) responderam que a pouca distância prejudica a privacidade, comentando: "Prejudica porque as casas são muito próximas umas das outras."; em contrapartida outros responderam: "Não prejudica, não tem janelas nos lados.", "Não incomoda, as paredes das divisas são cegas." e "As janelas ficam bem distantes umas das outras.". Com relação ao isolamento proporcionado pelas vedações externas, 66,7% (12UH) dos entrevistados afirmaram que as paredes externas deixam passar barulho. Também verificou-se que 61,1% (11UH) dos moradores acreditam que as paredes internas deixam passar barulho, apesar de ambas serem em alvenaria de tijolos 6 furos rebocada em quase todas as 18 casas. E relatam: "Conversando baixinho não passa barulho."; "O barulho é péssimo, entra muito barulho." e "Se fechar todas as janelas não entra muito barulho.". No entorno imediato às habitações não se observa nenhum tipo de comércio a não ser uma oficina mecânica de chapeação, a qual não foi mencionada por nenhum dos moradores como incômoda.

5.3.5. Desempenho lumínico - Análise técnica

As análises relativas ao desempenho lumínico, englobam as medições *in loco* para a avaliação das condições de iluminação natural nas dependências das habitações em estudo, verificando se os valores encontrados atendem àqueles propostos pelo PNBR 02:136.01 (COBRACON/ABNT, 2004) e também a análise referente às áreas mínimas de iluminação para os cômodos, verificando se os valores calculados atendem àqueles determinados pela Lei nº 3705/2004.

5.3.1.1. Iluminação natural

As medições foram realizadas em duas habitações, uma de meio de quadra e outra de esquina, no dia 22 de março, no período da manhã, neste dia o céu estava totalmente encoberto. As Tabelas 5.25 e 5.26 apresentam os resultados destas medições frente aos critérios quantitativos, verificando o atendimento ou não aos valores indicados para os níveis mínimos de iluminação natural. Os níveis de iluminação natural foram medidos no centro dos ambientes e sempre que possível sem obstruções por cortinas ou outros elementos.

Tabela 5.25: Análise da iluminância dos cômodos, UH NE H1-10 (meio de quadra).

UH: NE H1-10	ILUMINÂNCIA MÉDIA (lux)					
	AMBIENTE	MEDIDA	Nível M	Nível I	Nível S	Análise
	Sala	2690 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
	Dormitório 1	1423 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
	Dormitório 2	1338 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
	Cozinha	1280 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
	Banheiro	220 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado

Tabela 5.26: Análise da iluminância dos cômodos, UH SL I-14 (esquina).

UH: NE H2-8	ILUMINÂNCIA MÉDIA (lux)				
	AMBIENTE	MEDIDA	Nível M	Nível I	Nível S
Sala	659 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Dormitório 1	312 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Dormitório 2	357 lux	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Adequado
Cozinha	195 lux*	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Inadequado
Banheiro	20 lux*	≥ 60 lux	≥ 90 lux	≥ 120 lux	Inadequado

* Iluminação artificial.

Pode-se verificar nas tabelas que o nível de iluminância na maioria dos cômodos varia entre 200 e 1420 lux, faixa considerada boa. O valor medido na sala da UH NE H1-10 é 22 vezes maior do que o indicado para o Nível Superior do PNBR 02:136.01, podendo causar ofuscamento e elevados contrastes, além de outros problemas. Observa-se nestes casos também que a grande luminosidade da abóbada celeste garante um bom nível de iluminação no interior dos ambientes mesmo com o tamanho reduzido das aberturas, como bem exemplificado pelo dormitório 1. A cozinha e o banheiro da habitação UH NE H2-8, apresentaram níveis de iluminância abaixo do recomendado, devido às ampliações sofridas pela residência, resultando no enclausuramento da cozinha e do banheiro onde a janela abre para um terceiro dormitório, situação aceita pelo PNBR 02:136.01 desde atendido o nível mínimo. O resultado desta situação é a necessidade da utilização contínua de luz artificial, problema agravado pelos revestimentos e cores utilizadas nestes ambientes. A iluminação natural é, de modo geral, bem aproveitada em todos os compartimentos das habitações analisadas, o inconveniente está no fato de as aberturas não possuírem nenhum tipo de proteção externa, fato que leva os moradores a instalarem cortinas ou a fixarem jornais, panos e lençóis. As aberturas posicionadas no centro dos ambientes, foram executadas com caixilhos em ferro e vidro simples 4mm, a paredes em madeira tem pé-direito de 2,70m e internamente são pintados, em sua maioria, com tinta à óleo em cores claras.



Figura 5.33: Sala da UH NE H1-10, com nível de iluminamento excessivo.



Figura 5.34: Banheiro da UH NE H2-8, escuro.

Com relação à área mínima de iluminação para os ambientes, especificada pela Lei nº 3705/2004, seu atendimento consta da tabela 5.27, onde se verifica que todos os vãos satisfazem à área mínima exigida. As 18 UH do Núcleo apresentam 4 orientações

solares diversas resultando em dormitórios, salas e cozinhas também com 4 orientações distintas, que em sua maioria não são obstruídas por muros, vegetação ou outras edificações, com exceção daquelas habitações que sofreram grandes ampliações onde alguns ambientes resultaram totalmente enclausurados.

Tabela 5.27: Aberturas para iluminação - NHNE.

AMBIENTE	Área piso	Área iluminação	Área existente	LEI MUNICIPAL	ANÁLISE
Sala	7,50 m ²	2,16 m ²	28,80 %	≥ 12,5 %	Adequado
Dormitório 1	10,20 m ²	1,20 m ²	11,76 %	≥ 12,5 %	Inadequado
Dormitório 2	6,95 m ²	1,20 m ²	17,26 %	≥ 12,5 %	Adequado
Cozinha	10,00 m ²	3,12 m ²	31,20 %	≥ 12,5 %	Adequado
Banheiro	3,70 m ²	0,39 m ²	10,54 %	≥ 8,33%	Adequado

5.3.6. Desempenho lumínico – Análise comportamental

A avaliação comportamental de desempenho lumínico questionou a qualidade e quantidade de iluminação natural e artificial nos ambientes das habitações. A distribuição das opiniões dos entrevistados pelas 3 diferentes orientações de fachada pode ser visualizada na figura 5.35. Quando perguntados se acham a casa bem iluminada durante o dia, a maioria (66,7% - 12UH) do total de moradores respondeu que a casa é bem iluminada, 16,7% (3UH) responderam que iluminação é ótima e ainda 16,7% (3UH) dos entrevistados responderam que a iluminação natural é regular. A seguir apresentamos algumas opiniões dos moradores: "As janelas teriam que ser maiores.", "Até que sim, é bem iluminada.", é necessário acrescentar que 2 dos 3 entrevistados que consideraram a iluminação regular tiveram as casas absurdamente ampliadas, deixando muitos ambientes sem iluminação e ventilação. Com relação à iluminação artificial, todos (100%) os entrevistados responderam que a casa é bem iluminada à noite.

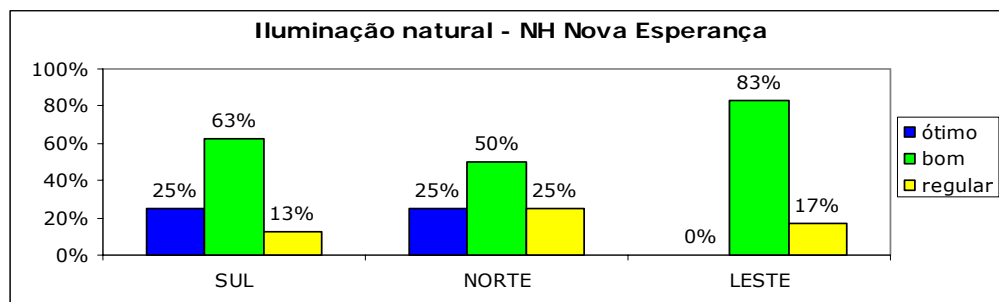


Figura 5.35: Classificação da iluminação natural segundo os moradores.

5.4. Análise comparativa dos resultados

Após as análises de cada Núcleo foram formuladas análises comparativas sobre os desempenhos térmico, lumínico e acústico. Para cada tópico seguem os cruzamentos de gráficos e tabelas e também comparações com a opinião dos usuários.

5.4.1. Desempenho térmico – Análise comparativa

Os gráficos comparativos das simulações para os dias de projeto de inverno e verão, contendo os valores das temperaturas internas das três tipologias construtivas em estudo são apresentados nas figuras 5.36 e 5.37 a seguir. Observa-se que o modelo simulado do Núcleo Habitacional Morar Bem (NHMB) apresenta as maiores temperaturas (mais desconfortável), principalmente à tarde, enquanto o modelo do Núcleo Habitacional São Luis (NHSL) apresenta as menores temperaturas (mais confortável). Na verdade, as temperaturas internas simuladas do Núcleo Habitacional Nova Esperança (NHNE) e NHSL, ambos com vedações em alvenaria, apresentaram um comportamento bastante semelhante entre si, com uma diferença inferior a 1°C para o dia de projeto de inverno, isso se deve ao fato de que os modelos (e também as habitações construídas) apresentam diferenças construtivas mínimas. Pode-se visualizar também pelos gráficos comparativos um ponto positivo: no inverno as temperaturas internas mínimas ficam mais distantes das temperaturas externas, ou seja, felizmente as edificações não perdem calor tão facilmente quanto ganham, confirmando a característica de armazenar calor no seu interior, favorável para o período de inverno.

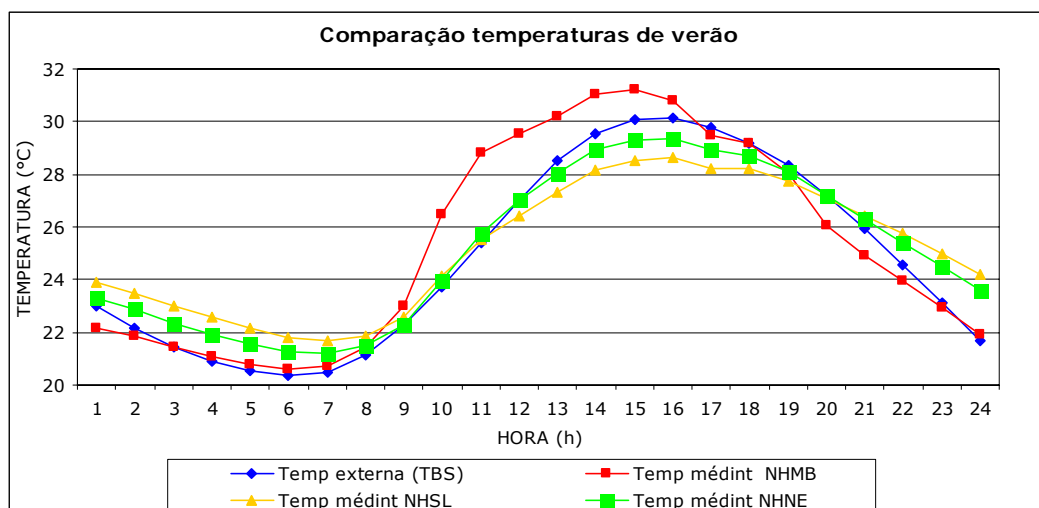


Figura 5.36: Comparação das temperaturas simuladas na situação de verão.

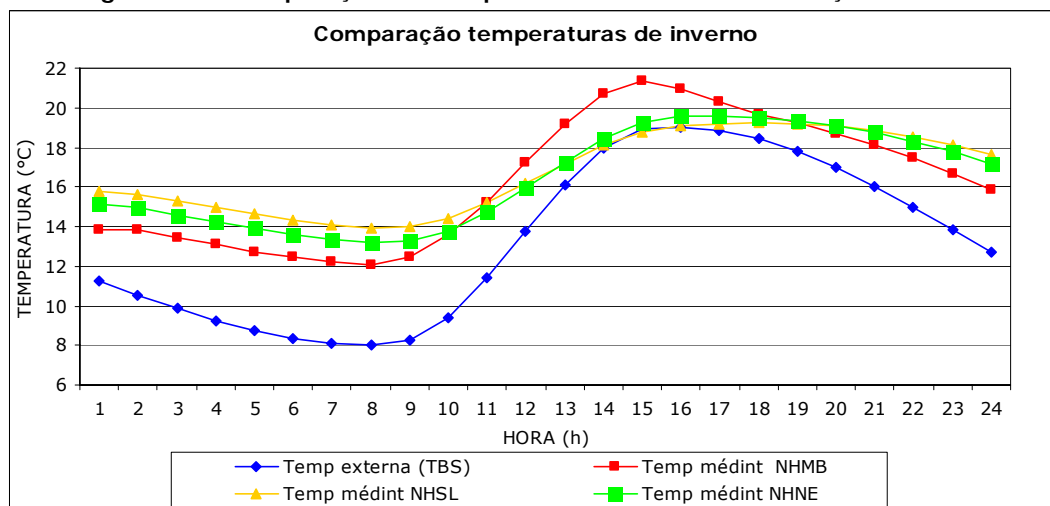
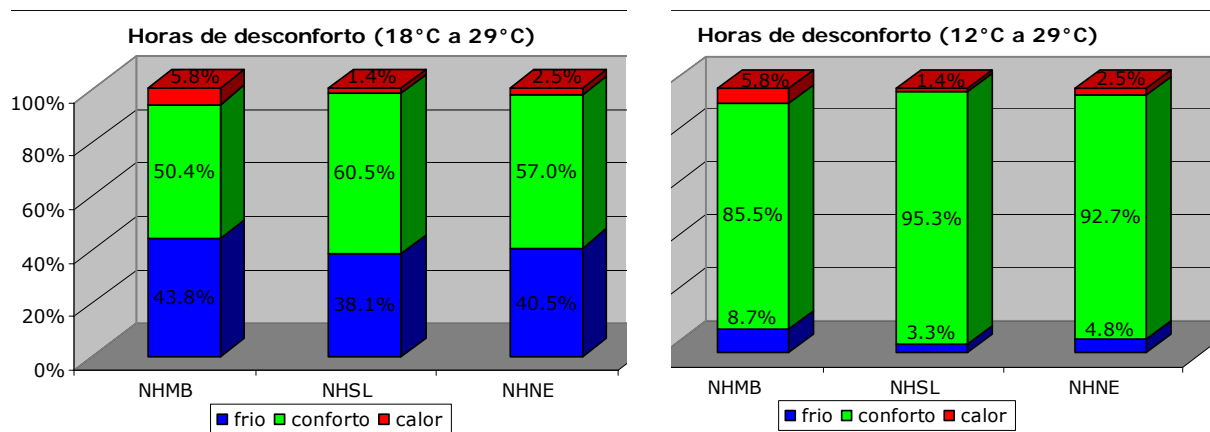


Figura 5.37: Comparação das temperaturas simuladas na situação de inverno.

A maior diferença encontrada ao se analisar os gráficos é a inércia térmica das vedações em alvenaria, que proporciona uma amplitude térmica diária menor do que a apresentada pela vedação em madeira, que apresenta picos mais elevados de temperatura máxima e picos mais baixos de temperatura mínima. Além disso, o modelo simulado do NHMB apresenta picos de temperatura anteriores aos da temperatura externa, enquanto nos outros modelos os picos acontecem entre 16h e 17 h, revelando maior atraso térmico. O modelo simulado do NHSL teve a melhor performance porque apresenta as vedações verticais rebocadas em ambas as faces, apesar de apresentar a mesma composição de cobertura que o modelo do NHNE.

Para se caracterizar com mais precisão o comportamento das edificações em estudo, decidiu-se por simular todo o ano climático para a verificação das horas de desconforto, conforme metodologia proposta por Barbosa (1997) com o nome de *Método das horas anuais de desconforto* quantificando assim as horas anuais em que as temperaturas internas dos 3 Núcleos em estudo ficariam fora da zona de conforto térmico entre 18°C e 29°C estipulada por Givoni (1992) e também entre 12°C e 29°C recomendada pelo PNBR 02:136. O resultado comparativo das simulações com o ano climático de referência para Passo Fundo está apresentado na figura 5.38, onde são apresentadas as quantidades de horas de frio, conforto e calor.

**Figura 5.38: Resultados da simulação em horas de desconforto.**

Pode-se perceber que os percentuais de desconforto por calor são muito pequenos se comparados aos percentuais de desconforto por frio quando o limite mínimo é 18°C, o que demonstra que em Marau o desconforto é muito maior no inverno. Esse fato indica que a necessidade de favorecer o ganho de calor no inverno é mais importante do que a de combater o ganho de calor no verão para garantir o conforto aos usuários das habitações de interesse social. Estes resultados também foram encontrados em outros trabalhos realizados na região sul (DUMKE, 2002; MENEZES, 2006). Fica visível que os dias de projeto selecionados para inverno e verão são representativos, conforme podemos ver nos percentuais de horas de desconforto (com limite mínimo de 12°C) que acontecem em menos de 9% das horas em todos os núcleos. Se forem transformados em horas, os percentuais para um ano, entre 12°C e 29°C, revelarão que no modelo do

NHSL, que apresenta o menor percentual, os 7,3% de horas em situação de desconforto correspondem a quase 17 dias em que a temperatura do modelo estaria fora da faixa recomendada. Para o caso do NHMB, os 14,5% de horas em situação de desconforto correspondem à quase 53 dias por ano.

A quantidade de horas anuais fora da zona de conforto deve ser menor que 30% (DUMKE, 2002) para que a edificação seja considerada dentro do limite aceitável. Assim apesar da alta transmitância térmica verificada para paredes e coberturas, conforme o gráfico acima com limites estabelecidos pelo PNBR 02:136 (entre 12°C e 29°C), todas as habitações analisadas seriam classificadas como confortáveis. Entretanto, é importante salientar que este limite mínimo de 12°C é bastante baixo se comparado ao limite de 18°C estabelecido por Givoni (1992) e corroborado por Barbosa (1997), segundo o qual os modelos de habitações simuladas estariam fora da zona de conforto em mais de 40% das horas. Também considera-se importante esclarecer que estes valores resultantes de simulações, apesar de sua confiabilidade são apenas indicativos de prováveis situações, diferentemente de medições que são caracterizadas como constatações.

Analisando-se a tabela 5.28, pode-se constatar que a solução de coberturas apresentada nos projetos, com telhas de fibro-cimento de 4 ou 6 mm e forro em lambris de 1 cm, não cumpre com todas as condicionantes estabelecidas pela NBR 15220 para a Zona Bioclimática 2, e não está bem adequada a esta região e clima onde está localizada a cidade de Marau. Pois, se na situação de verão ou calor, que responde por 13,4% das horas do ano, ela se enquadra às diretrizes apresentadas pela norma, na situação de inverno ou frio, 57,5% das horas do ano, portanto, a maioria, esta solução apresenta valores para transmitância, um tanto superiores aos indicados, resultando em desconforto térmico.

Tabela 5.28: Análise comparativa das características termofísicas das coberturas dos Núcleos.

	CRITÉRIOS	NH Morar Bem		NH São Luis		NH N. Esperança		PNBR 02:136	NBR 15220
		verão	inverno	verão	inverno	verão	inverno		
COBERTURAS	Espessura (cm)	0,4 + 1	0,4 + 1	0,6 + 1	0,6 + 1	0,6 + 1	0,6 + 1	----	----
	Resistência T Total - R_T ((m ² .K)/W)	0,4928	0,4228	0,4959	0,4259	0,4959	0,4259	----	----
	Transmitância T - U (W/(m ² .K))	2,03	2,37	2,02	2,35	2,02	2,35	$M \leq 2,3$	$\leq 2,0$
	Capacidade T - C_T ((m ² .K)/W)	12	12	15	15	15	15	----	----
	Atraso Térmico - ϕ (horas)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	----	$\leq 3,3$
	Fator Calor Solar - FCS (%)	4,1	4,7	4,0	4,7	4,0	4,7	----	$\leq 6,5$

A partir destes resultados sugere-se a inclusão de uma barreira radiante (manta aluminizada) como forma de aumentar a resistência térmica da cobertura. Assim os cálculos das características termofísicas das coberturas foram refeitos com mudança de um elemento: a câmara de ar passou a ser configurada como sendo uma superfície de baixa emissividade (ao invés de alta emissividade) por conter uma barreira radiante que pode ser uma manta aluminizada ou manta de Tetra Pak com a face aluminizada voltada para a telha. Assim, é possível verificar na tabela 5.29 que com a inclusão de apenas

uma barreira radiante na superfície superior da câmara de ar, a cobertura tem sua eficiência praticamente duplicada. Ou seja, os valores de Transmitância e Fator Solar são quase reduzidos pela metade e a Resistência e o Atraso Térmico quase dobram.

Tabela 5.29: Análise das características termofísicas das coberturas COM barreira radiante.

	CRITÉRIOS	NH Morar Bem		NH São Luis		NH N. Esperança		PNBR 02:136	NBR 15220
		verão	inverno	verão	inverno	verão	inverno		
COBERTURAS	Espessura (cm)	0,4 + 1	0,4 + 1	0,6 + 1	0,6 + 1	0,6 + 1	0,6 + 1	----	----
	Resistência T Total - R_T ((m ² .K)/W)	0,8928	0,8228	0,8959	0,8259	0,8959	0,8259	----	----
	Transmitância T - T (W/(m ² .K))	1,12	1,22	1,12	1,21	1,12	1,21	$M \leq 2,3$	$\leq 2,0$
	Capacidade T - C_T ((m ² .K)/W)	12	12	15	15	15	15	----	----
	Atraso Térmico - ϕ (horas)	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	----	$\leq 3,3$
	Fator Calor Solar - FCS (%)	2,2	2,4	2,2	2,4	2,2	2,4	----	$\leq 6,5$

Pode-se constatar também pela tabela 5.30 que as paredes em alvenaria se encontram dentro dos limites admissíveis na NBR 15220 e no PNBR 02:136 para transmitância térmica, atraso térmico e fator solar, sendo portando tecnologia construtiva adequada a este clima. Deve-se salientar, porém, que a norma é para médias e não situações críticas de inverno e verão. Para o verão, o melhor resultado ficou com o sistema do NHSL, onde os valores da transmitância da parede pouco ultrapassaram os limites recomendados pela Norma NBR 15220. A pior situação foi a do sistema do NHMB, constituído de tábuas de madeira simples sem câmara de ar, que apresentou a transmitância e a capacidade da parede bem distantes dos limites aceitáveis.

Tabela 5.30: Análise comparativa das características termofísicas das paredes dos Núcleos.

	CRITÉRIOS	NH Morar Bem		NH São Luis		NH N. Esperança		PNBR 02:136	NBR 15220
		verão	inverno	verão	inverno	verão	inverno		
PAREDES	Espessura (m)	0,02		0,15		0,125		----	----
	Resistência T Total - R_T ((m ² .K)/W)	0,2570		0,3950		0,3676		----	----
	Transmitância T - T (W/(m ² .K))	3,89		2,53		2,72		$\leq 2,5$	$\leq 3,0$
	Capacidade T - C_T ((m ² .K)/W)	18		183		131		≥ 45	----
	Atraso Térmico - ϕ (horas)	0,8		3,6		2,8		----	$\leq 4,3$
	Fator Calor Solar - FCS (%)	4,7		3,0		3,3		----	$\leq 5,0$

Deve-se salientar que a parede simples em madeira, com apenas 2 cm de espessura, apresenta baixa condutividade térmica como característica própria da madeira mole (Pinus), colaborando para o seu desempenho térmico, que poderia ser grandemente melhorado se a parede fosse dupla com câmara de ar. Os sistemas construtivos de madeira são tradicionais no Sul do Brasil, por seu bom desempenho no inverno, e não podem ser descartados como alternativa para habitação (DUMKE, 2002). O que deve ser lembrado aqui é que nessas construções antigas a madeira é usada sempre em duas camadas com câmara de ar e também que o atendimento ou não aos requisitos depende da espécie de madeira utilizada, da sua espessura e composição construtiva. A utilização da madeira na construção civil deve ser pensada sob o enfoque

da sustentabilidade ambiental e econômica, sempre com madeira de reflorestamento e certificada.

A grande carga térmica a que a cobertura está submetida no verão faz com que a influência da transmissão de calor através dos materiais e da absorção da radiação solar pelo telhado seja mais significativa, assim, os resultados para vedações e coberturas revelam que a transmitância parece influir no grau de conforto e a inércia térmica não. Entretanto, o limite superior fixado para o atraso térmico aplicado à Zona Bioclimática 2 é questionável, pois o clima temperado de Passo Fundo e região apresenta elevada variação diária de temperatura, para o qual se recomendam construções com elevada inércia térmica. Salieta-se a necessidade do controle da radiação incidente, tanto nas paredes quanto nos vidros das fachadas, este controle pode ser feito pela orientação e dimensionamento das aberturas e pela utilização de elementos protetores ou vegetação. Comparando-se os resultados da aplicação da zona de conforto de GIVONI com as diretrizes da NBR 15220 e do PNBR 02:136 observou-se que, mesmo que a temperatura dos ambientes internos esteja fora da zona de conforto em quase 40% do tempo, as diretrizes das normas podem ser satisfeitas, como demonstram os resultados da análise do NHSL para o período de verão.

Verificou-se que apesar das temperaturas no interior dos modelos ficarem acima do limite de 29°C em apenas 5,8% do tempo, as respostas dos usuários apresentaram altos índices para as opções quente e muito quente para a situação de verão, estando a maioria insatisfeitos 68,4%, conforme figura 5.39 abaixo. Percebe-se também que o maior percentual de insatisfação ocorre no NHMB, justamente onde foram encontrados os maiores percentuais de desconforto. A opinião dos usuários também confirma que o Núcleo que apresenta o melhor desempenho no verão é o NHSL.

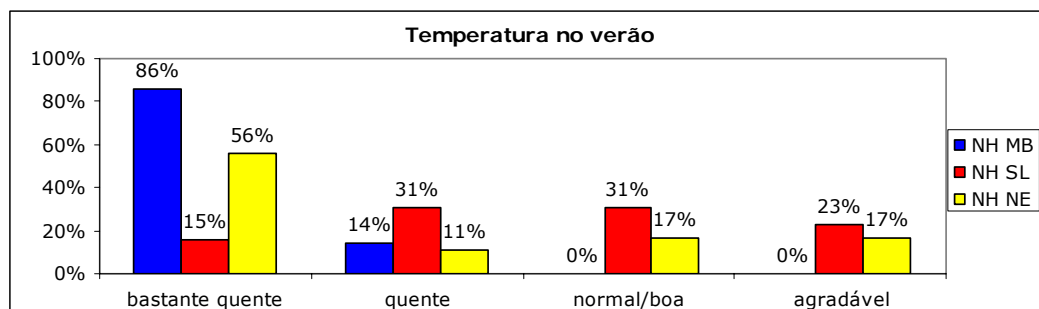


Figura 5.39: Classificação da temperatura no verão segundo os moradores.

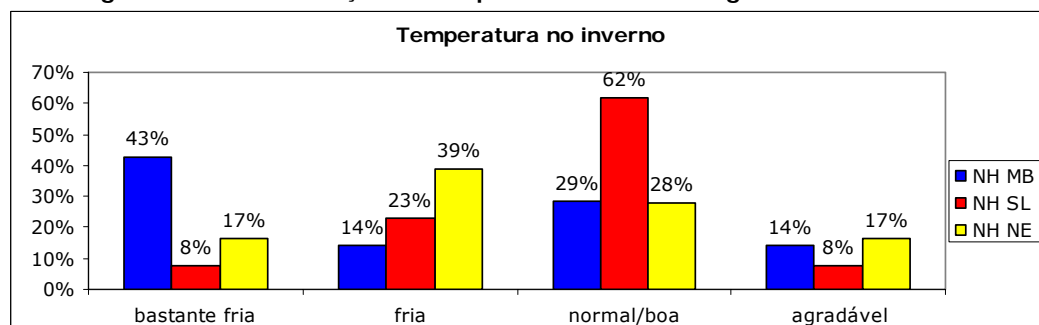


Figura 5.40: Classificação da temperatura no inverno segundo os moradores.

Segundo o gráfico comparativo (entre 12°C e 29°C), os três modelos revelaram bom desempenho térmico, em função da maioria de horas de conforto proporcionada aos habitantes. Entretanto, esta situação não é confirmada pelos índices totais de insatisfação com a temperatura da casa no inverno, apesar da redução para 50% e também da existência de fogões à lenha em mais de 76% das unidades (vide figura 5.40). Destaque-se que, enquanto os dados dos gráficos são apenas resultados da simulação de modelos genéricos, as impressões transmitidas pelas pessoas tendem a representar uma avaliação retrospectiva “média” registrada na memória. Além disso, é fundamental lembrar que o grau de satisfação de um indivíduo com sua habitação é caracterizado pela subjetividade da sensação de conforto, que varia de pessoa para pessoa e também está intimamente ligado a um referencial de experiências vivenciadas.

Para fins de comparação das percentagens de áreas de aberturas para ventilação nos três Núcleos, construiu-se o gráfico da figura 5.41 com os valores da relação piso-abertura. Quanto à ventilação, conforme o gráfico acima só a tipologia do NHMB atende integralmente à Lei nº 3705/2004 e ao PNBR 02:136, apresentando área de ventilação acima do mínimo recomendado. O projeto do NHSL deixa de atender ao mínimo recomendado somente no ambiente cozinha e a tipologia do NHNE fica abaixo no mínimo em dois ambientes, dormitório 1 e cozinha. Esta situação de inadequação da ventilação da cozinha é muito prejudicial às atividades deste ambiente. É importante observar que nenhum dos ambientes dos projetos atende à NBR 15220, por ser bem mais rígida.

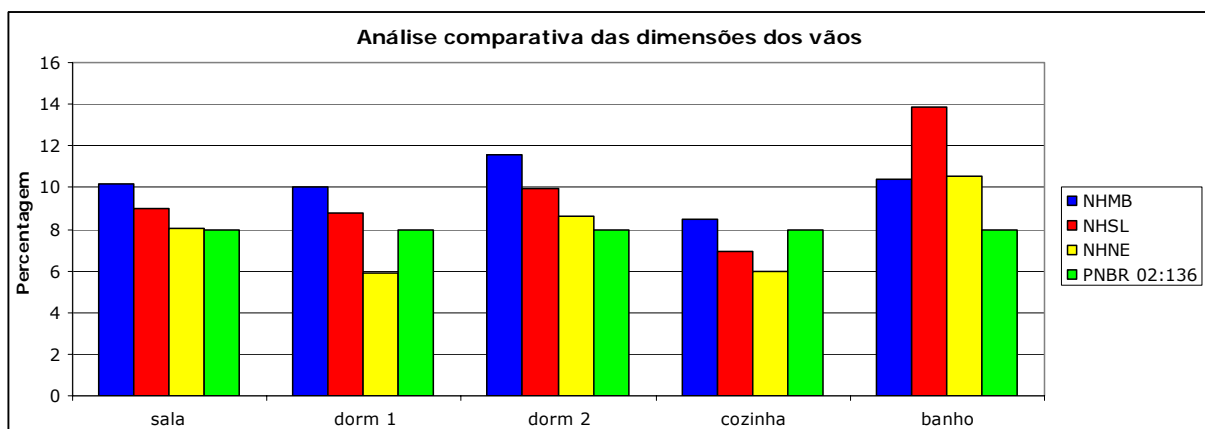


Figura 5.41: Comparação entre áreas de aberturas para ventilação dos compartimentos.

É interessante notar que apesar das esquadrias no NHMB serem maiores, a ventilação na cozinha foi considerada *boa* por somente 71,4% dos moradores, para o NHSL e o NHNE estes índices foram 92,3% e 94,4%, respectivamente. Com os banheiros ocorreu a mesma situação: a ventilação foi considerada *boa* por 69,2% dos usuários do NHSL, 61,1% do NHNE e por apenas 57,1% dos entrevistados no NHMB. Contrariamente a esses índices, quando perguntados sobre o tamanho das janelas, 100% dos entrevistados do NHMB o consideraram *bom*, para o NHSL e o NHNE estes índices foram 76,9% e 88,9%, respectivamente. Os valores gerais relativos à satisfação dos usuários a respeito da ventilação natural são: 89,5% para a cozinha, 63,2% para o banheiro e

100% para a habitação como um todo, demonstrando o óbvio, o local mais crítico e com a menor área de ventilação é o banheiro. Essas porcentagens podem ser melhor visualizadas na figura 5.42 a seguir.

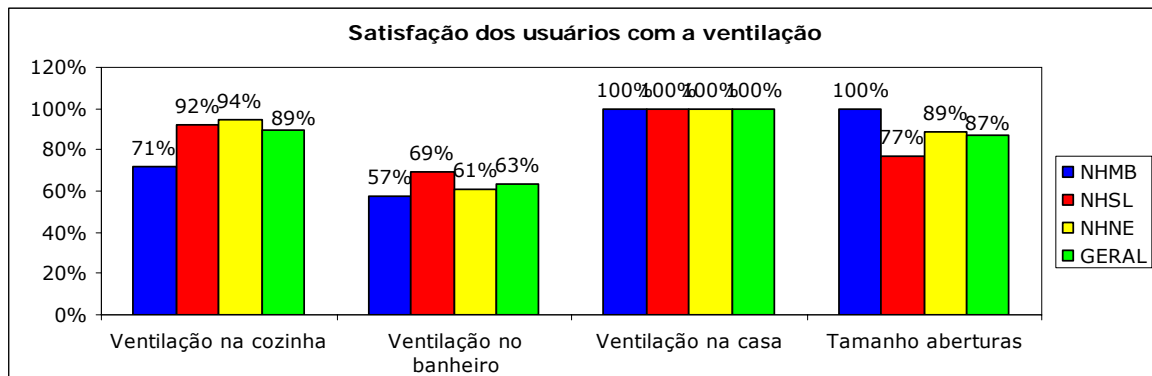


Figura 5.42: Comparativo da satisfação dos usuários com a ventilação de compartimentos.

Pode-se verificar que este subdimensionamento das aberturas além de acarretar problemas à ventilação e reduzir a incidência de insolação direta nos ambientes, colabora para o aumento da umidade, e conseqüentemente para o surgimento de focos de umidade, mofo e bolor no interior das habitações em uma região onde a umidade relativa gira em torno de 72%. Este raciocínio é comprovado pelos índices encontrados nas entrevistas onde 100% dos moradores do NHMB afirmaram que suas casa não são úmidas, mas este índice caiu para 61,6% no NHNE e para 38,5% no NHSL. A presença de focos de mofo ou bolor é percebida por 66,7% dos entrevistados no NHNE, 61,5% no NHSL e 42,9% no NHMB.

Percebe-se que “as áreas para ventilação das habitações de interesse social estão sendo sub-dimensionadas e que os projetistas não estão atentando para o fato de que, dependendo do sistema utilizado [janelas de correr, basculantes, etc.], a área da janela não corresponde à área que permite a ventilação.” (GRIGOLETTI, SEDREZ E SATTLER, 2002). Também de acordo com UEL (2002) “a ventilação é mais responsável pelo desempenho térmico da edificação que os materiais utilizados em paredes e coberturas”. Assim, salienta-se a importância do correto dimensionamento, localização, orientação e sombreamento das aberturas, por serem os elementos que mais promovem as trocas de calor com o ambiente externo e que possibilitam a captação dos ventos e o controle da insolação dentro dos ambientes (PEREIRA E KREMER, 2000). Verifica-se também que os projetos não exploraram as recomendações de estratégias que possibilitariam um condicionamento térmico passivo para a situação climática do município de Marau, ou seja, ignorou-se a estratégia que utiliza massa térmica para a situação de inverno, principalmente no NHMB. Também a ventilação cruzada fica prejudicada tanto no inverno como no verão, com a pequena dimensão das esquadrias nos Núcleos NHSL e NHNE. A correta utilização destas estratégias traria um incremento de conforto térmico às habitações, assim como a correta implantação das edificações nos lotes poderia proporcionar o máximo aproveitamento da orientação Norte.

5.4.2. Desempenho acústico – Análise comparativa

Com relação aos níveis de ruídos admitidos no interior das habitações, pode-se visualizar pela tabela 5.31 comparativa que a maioria das amostras analisadas apresenta níveis sonoros dentro dos limites de conforto, apenas a unidade NE H1-10 apresentou níveis que extrapolam até mesmo os limites aceitáveis.

Tabela 5.31: Nível tolerável de ruído (L_{Aeq}) no interior da habitação.

UNIDADE	AMBIENTE	L_{Aeq} MEDIDO	NS conforto	NS aceitável	ANÁLISE
MB H1	Dormitório 01	32,7 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado
MB H1	Dormitório 01	32,1 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado
MB H1	Sala	38,1 dB(A)	40,0 dB(A)	50,0 dB(A)	Adequado
MB H1	sala	48,1 dB(A)	40,0 dB(A)	50,0 dB(A)	Aceitável
UNIDADE	AMBIENTE	L_{Aeq} MEDIDO	NS conforto	NS aceitável	ANÁLISE
SL I-9	Dormitório 01	30,3 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado
SL I-9	Dormitório 01	33,0 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado
SL I-14	Dormitório 01	35,0 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado
SL I-14	Dormitório 01	36,5 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Aceitável
UNIDADE	AMBIENTE	L_{Aeq} MEDIDO	NS conforto	NS aceitável	ANÁLISE
NE H1-10	Dormitório 01	51,6 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Inadequado
NE H1-10	Dormitório 01	48,9 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Inadequado
NE H2-2	Dormitório 01	18,3 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado
NE H2-2	Dormitório 01	30,8 dB(A)	35,0 dB(A)	45,0 dB(A)	Adequado

Os resultados da avaliação de conforto acústico destas amostras demonstram uma total inadequação dos sistemas construtivos. Pode-se observar pela tabela 5.32 que as condições de isolamento acústico nos ambientes são insatisfatórias em todos os sistemas construtivos, tanto no isolamento entre ambientes internos como entre ambientes internos e externos. Confirma-se assim que a configuração arquitetônica, associada à ausência de revestimentos e a adoção de critérios construtivos visando reduzir o custo, foram os principais responsáveis pela baixa qualidade acústica, e pela insuficiente privacidade proporcionada pelas habitações.

Tabela 5.32: Isolamento acústico de vedações.

Unidade	L_{Aeq} EXTERNO	L_{Aeq} INTERNO	D2m,nT,w	Nível M	ANÁLISE
MB H1-6	60,9 dB(A)	45,5 dB(A)	15,4 dB(A)	30-34 dB(A)	Inadequado
SL I-9	49,5 dB(A)	31,9 dB(A)	17,6 dB(A)	30-34 dB(A)	Inadequado
SL I-14	63,0 dB(A)	35,8 dB(A)	27,2 dB(A)	30-34 dB(A)	Inadequado
NE H1-10	63,8 dB(A)	58,5 dB(A)	5,3 dB(A)	30-34 dB(A)	Inadequado
NE H2-2	47,8 dB(A)	38,6 dB(A)	9,2 dB(A)	30-34 dB(A)	Inadequado
Unidade	L_{Aeq} Sala	L_{Aeq} Dormitório	D2m,nT,w	Nível M	ANÁLISE
MB H1-6	53,7 dB(A)	32,4 dB(A)	21,3 dB(A)	25-29 dB(A)	Inadequado
SL I-9	51,3 dB(A)	31,9 dB(A)	19,4 dB(A)	25-29 dB(A)	Inadequado
SL I-14	38,9 dB(A)	30,2 dB(A)	8,7 dB(A)	25-29 dB(A)	Inadequado
NE H1-10	58,5 dB(A)	50,5 dB(A)	8,0 dB(A)	25-29 dB(A)	Inadequado
NE H2-2	46,9 dB(A)	28,0 dB(A)	18,9 dB(A)	25-29 dB(A)	Inadequado

Ao longo da pesquisa de campo notou-se que estes Núcleos Habitacionais, como em muitos outros casos, apresentam um traçado espacial que gera excessiva

aproximação entre as unidades construídas, o que parece contribuir para um alto grau de desconforto acústico, se levadas em consideração às normas. Entretanto, a opinião dos usuários destas habitações é diferente: no NHSL, 84,6% dos moradores acredita que a distância das janelas não prejudica a sua privacidade, no NHNE, 77,8% e no NHMB 71,4%. A análise técnica demonstrou que o desempenho das vedações é péssimo, mas a avaliação dos usuários não permite deduzir esse fato, já que 52,6% dos entrevistados afirmaram que o ruído proveniente de áreas externas não incomoda (vide figura 5.43). Apesar destas percentagens, quando perguntados sobre a origem destes ruídos, as fontes mais citadas foram: aparelhos de som em casas vizinhas - 34%, tráfego de veículos pesados - 21,3%, crianças brincando na vizinhança - 10,6%, entre outros.

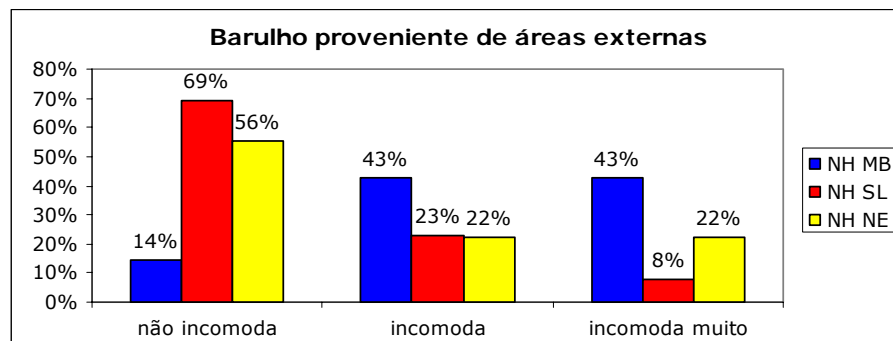


Figura 5.43: Classificação do ruído externo.

Assim, apesar da análise técnica apontar em direção oposta, na opinião dos moradores o ruído não é realmente uma grande fonte de desconforto, pois ele incomoda muito apenas 21,1% dos moradores. Percebe-se neste caso, a subjetividade e as diferentes tolerâncias acústicas existentes entre os moradores e também que a percepção auditiva é alterada com o passar do tempo de exposição aos ruídos, ou seja, acontece uma perda de sensibilidade causada pela exposição contínua, os moradores “acostumam-se” de modo a aumentar o nível de aceitação ao ruído. Sabe-se que a música alta e as vozes são elementos que invadem a privacidade domiciliar e provocam incômodo, porém o desejo de evitar atrito com os vizinhos, não raro, leva os usuários a calarem-se, suportando elevados níveis sonoros com resignação.

5.4.3. Desempenho lumínico – Análise comparativa

Com relação aos níveis mínimos de iluminação natural medidos no interior das unidades em amostra pode-se perceber que na maioria dos ambientes, apresenta valores bem acima do mínimo, estando perfeitamente adequados. As situações em que os ambientes apresentaram valores abaixo dos mínimos estipulados aconteceram por vários motivos: pela impossibilidade de se retirar as proteções, geralmente em tecido, pregadas às janelas pelos próprios moradores; pelo fato das aberturas destes ambientes abrirem para outros cômodos ou até mesmo pela inexistência de aberturas para iluminação.

Conclui-se que as condições de iluminação natural das unidades habitacionais nos três sistemas construtivos analisados estão adequadas, pela concordância dos valores medidos com os níveis mínimos de iluminância estipulados tanto pelo PNBR como pela Lei nº 3705/200. Pela análise da questão relativa à iluminação, a maioria (92,1%) dos entrevistados considera a iluminação natural da habitação ótima (23,7%) ou boa (68,4%). Na realidade, a análise técnica confirma tal tendência. Porém quando os núcleos são analisados separadamente, percebe-se que os usuários do NHNE apontaram uma pequena insatisfação com relação à iluminação do interior da unidade, onde 16,7% consideraram ótima, 66,7% consideraram boa e 16,7% consideraram regular. Essas porcentagens podem ser melhor visualizadas na figura 5.44 a seguir.

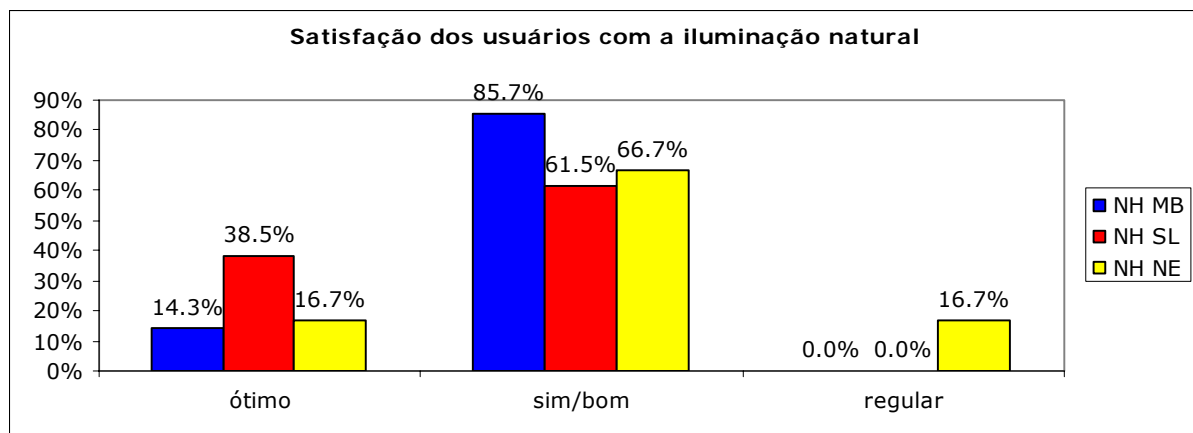


Figura 5.44: Satisfação dos usuários com a iluminação natural.

Constatou-se, como também já havia sido verificado em outros trabalhos (WERNA, 2001) que a possibilidade de ampliações proporcionada pela tipologia de unidades térreas isoladas, apesar de ser considerada positiva em muitos aspectos, na maioria dos casos é prejudicial à habitabilidade das UH. Principalmente quando estas unidades não têm previsão de ampliações em projeto, assim os usuários executam estas modificações de forma aleatória e pouco profissional que na maioria dos casos resultam em desrespeito às condições de segurança, salubridade e conforto, além dos requisitos legais. Este problema poderia ser contornado se as habitações fornecidas contassem com projetos adequados de ampliações. Acredita-se que estas mudanças e ampliações promovidas pelos moradores tenham ocorrido sem a orientação de profissionais qualificados e procurando contemplar as melhorias ao menor custo possível, acarretando o confinamento de vários ambientes e prejudicando aspectos como iluminação, ventilação e, conseqüentemente, a salubridade desses ambientes.

5.4.4. Satisfação dos usuários – Análise comparativa

Buscando uma melhor visualização dos comparativos e também evidenciar as opiniões dos moradores dos três núcleos com relação às condições de conforto térmico, acústico e lumínico, foi utilizado o Diagrama de Pareto (ORNSTEIN, 1992). Este é de

fácil leitura e ordena através da pontuação atribuída a cada item analisado, aqueles geradores de maior insatisfação, sintetizando os aspectos positivos e negativos do ambiente construído. A utilização do diagrama de Pareto permite a apresentação gráfica e a leitura do desempenho insuficiente (abaixo da média mínima aceitável) e do desempenho satisfatório (acima da média mínima aceitável) para cada núcleo e comparativamente entre os três.

Para a tabulação dos dados e a geração dos Diagramas de Pareto, foram determinados valores de notas correspondentes às respostas da entrevista de opinião dos usuários, da seguinte forma: Péssimo, nota 1 (um); Ruim, nota 2 (dois); Regular, nota 3 (três); Bom, nota 4 (quatro) e Ótimo, nota 5 (cinco). Em algumas questões foram adotadas escalas de valores vinculadas a outros atributos, dependendo do critério perguntado (ver apêndice 04). Variando as notas entre um (mínima) e cinco (máxima), estipulou-se um valor de 60% sobre a nota máxima para considerar a avaliação do aspecto como favorável, ou seja, nota 3 (três). Neste caso, o ponto médio é considerado no valor 3 (indicada no diagrama pela barra em cor preta tracejada), valor abaixo do qual o desempenho é considerado insatisfatório e acima do qual é considerado satisfatório.

Na análise comparativa do Diagrama de Pareto (ver figura 5.45) da satisfação dos usuários com relação às condições de conforto térmico, acústico e lumínico se verifica que considerando todas as questões, os moradores no Núcleo São Luis tem grau mais alto de satisfação, com apenas 4 questões com desempenho abaixo do nível mínimo aceitável. Já no grupo de moradores dos núcleos MB e NE o desempenho está abaixo do mínimo aceitável para 6 e 7 questões, respectivamente. Sendo que, no geral, ainda há mais de 50% dos itens com desempenho acima do mínimo aceitável.

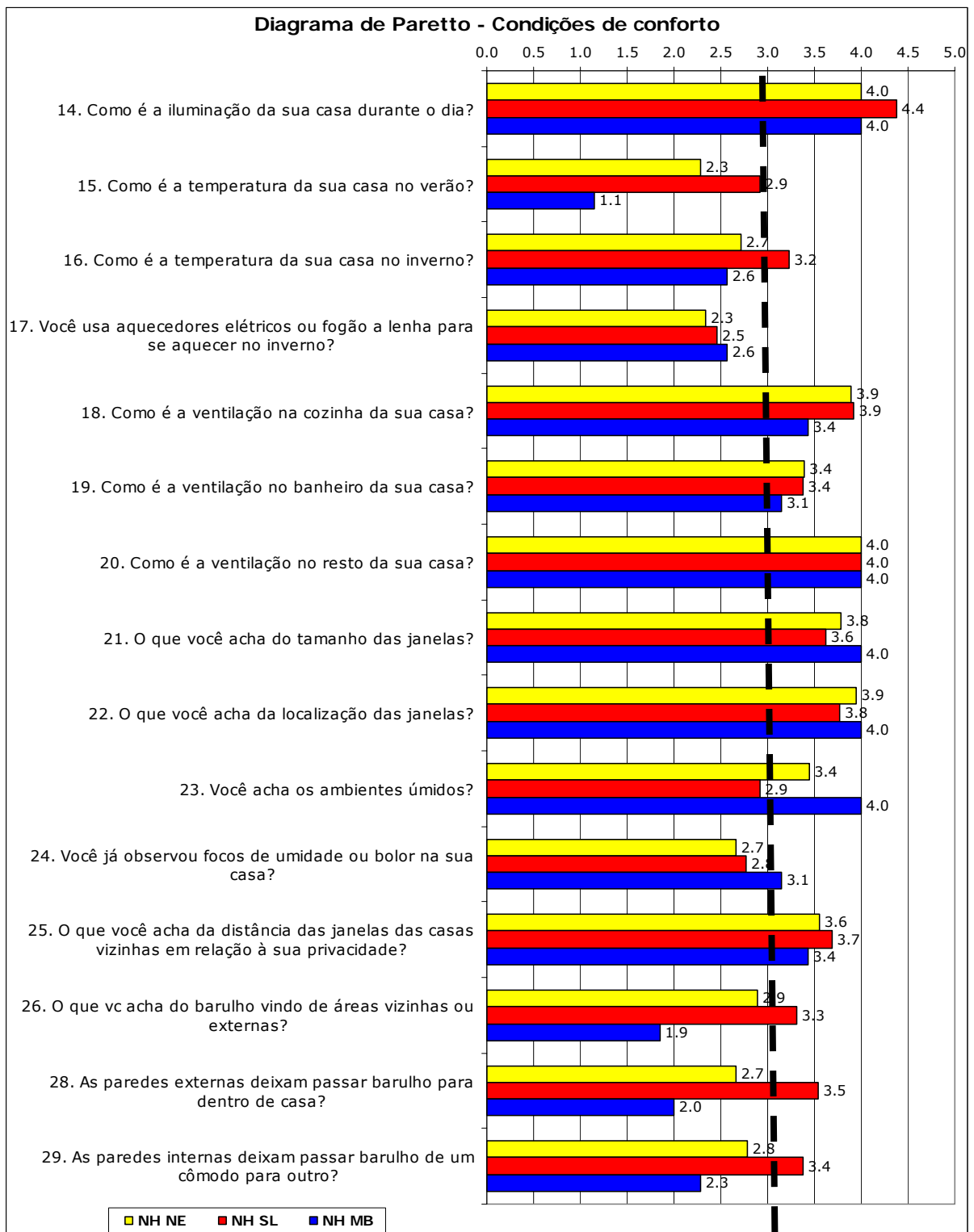


Figura 5.45: Diagrama de Pareto – Condições de conforto.

CAPÍTULO 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou analisar o desempenho de habitações de interesse social em Marau-RS, identificando aquela que se apresenta mais adequada aos requisitos de conforto ambiental, por meio de comparações entre análises técnicas e comportamentais. Uma revisão bibliográfica ampla contribuiu, entre outros fatores, com explicações sobre as habitações de interesse social e como acontece a sua provisão no Brasil. Pôde-se compreender os diversos aspectos que envolvem esta questão, como os fatores políticos e econômicos, os quantitativos - relativos ao déficit - e também os qualitativos - relativos à qualidade projetual e construtiva empregada nestas construções. A conceituação de tecnologias adequadas e seus vários aspectos, dentre eles principalmente os ambientais, possibilitaram identificar diversas recomendações que podem ser aplicadas no reconhecimento daqueles sistemas construtivos, que se apresentam como mais adequados aos empreendimentos habitacionais, para as populações de baixa renda.

Os estudos sobre satisfação dos usuários e os desempenhos do ambiente construído contribuíram para a compreensão da importância da realização de análises de desempenho e também da normalização que necessita ser avaliada, ampliada e aperfeiçoada em nosso país. Além disso, as pesquisas, projetos de norma e novas normas brasileiras encontradas possibilitaram a constatação da relevância dada atualmente ao conforto ambiental. Essa revisão de literatura foi importante na identificação dos parâmetros utilizados para se analisar o desempenho de conforto ambiental, bem como a verificação de seus métodos de análise foi fundamental para a seleção daqueles que se apresentaram mais adequados ao estudo que se pretendeu realizar.

6.1. Considerações quanto aos estudos de caso

O levantamento dos programas habitacionais promovidos pela Prefeitura Municipal de Marau foi realizado através de coleta de dados na Secretaria de Desenvolvimento Social, o que permitiu confeccionar um quadro-inventário com informações básicas sobre todos os programas. Desse modo foi possível identificar os sistemas construtivos e tipologias das habitações sociais construídas nos últimos anos em Marau, que são caracterizadas, em sua grande maioria, por habitações com cobertura de telha fibrocimento 6mm, paredes em alvenaria de blocos cerâmicos seis furos de 15,00cm, rebocadas nas duas faces, com forro e divisórias em madeira e piso de cimento alisado. As aberturas externas são metálicas, com vidro 3mm. Também foram coletados dados relativos a aspectos históricos, econômicos, ambientais, de política habitacional e legislação municipal, de modo a descrever melhor o contexto da cidade e da questão habitacional de Marau-RS. A seleção dos estudos de caso ocorreu nesta etapa da

pesquisa, quando foram escolhidos os três núcleos habitacionais que pudessem representar da melhor forma os sistemas construtivos existentes no município. Assim, o Núcleo Habitacional Morar Bem (NHMB) apresenta vedações internas e externas em madeira, o Núcleo Habitacional São Luís (NHSL) apresenta vedações externas em alvenaria e internas em madeira e o Núcleo Habitacional Nova Esperança (NHNE) apresenta vedações externas e internas em alvenaria. Todos os núcleos apresentam cobertura de fibro-cimento com forro em madeira.

6.2. Considerações quanto aos procedimentos de pesquisa

A metodologia utilizada visava comparar os desempenhos apresentados pelos núcleos em estudo através de dois tipos de análises: técnicas e comportamentais. Para isto, foi necessária a utilização de diversas técnicas de pesquisa, que se complementaram na realização dos estudos de caso. Com relação às análises técnicas: na geração de dados relativos à temperatura no interior das habitações, optou-se pela simulação computacional, utilizando-se o software EnergyPlus através da interface E2AC, que se mostrou bastante útil no entendimento do comportamento térmico dos diferentes modelos de habitações simulados. A simplificação e padronização necessárias aos modelos simulados, embora sendo apenas resultados indicativos, possibilitaram a obtenção de respostas térmicas especificamente relacionadas aos sistemas construtivos das vedações. Assim, estes resultados não tiveram a influência de variáveis que, em situação real, provavelmente acarretariam variações das condições ambientais devido ao próprio uso das habitações pelos usuários, alterações na taxa de ventilação e uso de equipamentos. Algumas habitações de cada tipologia construtiva foram selecionadas para as medições *in loco*, sendo os dados de nível de pressão sonora e iluminâncias coletados em cada habitação em quantidade de amostras suficientes para as avaliações serem consideradas expeditas, de forma a estabelecer as condições acústicas e lumínicas no interior destas. Para as análises comportamentais foi utilizada a técnica de entrevistas, onde foram entrevistados os usuários de 38 das 40 unidades habitacionais (UH) do total dos três núcleos, sendo 7 UH no NHMB, 13 UH no NHSL e 18 UH no NHNE. Estas entrevistas formaram a base para o delineamento da satisfação dos moradores com relação às condições de conforto de suas residências. Vale dizer que estas atividades se constituíram em precioso treinamento para a pesquisadora, na forma do contato direto com uma realidade urbana para a qual, em geral, a academia não prepara.

6.3. Considerações quanto ao desempenho térmico

Considerando-se as análises comparativas relativas ao desempenho térmico, foi constatado que os resultados negativos apresentados pelo NHMB, relativos às temperaturas internas e às características termofísicas das habitações, foram confirmados pelos usuários que apontaram 100% de insatisfação para a temperatura das casas no verão e apenas 43% de satisfação no inverno. Apesar dos resultados positivos do NHNE, as opiniões dos moradores apontaram para um desempenho térmico insatisfatório desta tipologia, com somente 34% de satisfeitos no inverno e 45% de satisfeitos no verão. Somente no NHSL as respostas dos moradores confirmaram as análises técnicas, onde 54% dos entrevistados estavam satisfeitos com a temperatura das casas no verão e 70% no inverno.

Apesar de 100% dos entrevistados ter afirmado estar satisfeitos com a ventilação em suas casas, as dimensões das aberturas nas habitações dos núcleos apresentaram-se inadequadas em algumas situações, onde salienta-se as dimensões das janelas das cozinhas. Para este ambiente, contrariamente aos valores das análises técnicas, os percentuais de aprovação quanto à ventilação foram 92,3% e 94,4%, para os núcleos NHSL e NHNE, respectivamente. Constatou-se que em nenhuma das janelas de nenhum núcleo foi prevista proteção externa das aberturas para sombreamento no verão, entretanto na maioria das habitações os moradores providenciaram proteções internas, como cortinas ou panos precariamente fixados às paredes. Os resultados gerais das análises de desempenho térmico demonstram que as habitações estudadas satisfazem parcialmente às exigências das normas analisadas quanto ao desempenho térmico, mas que alguns parâmetros não atendem ao estabelecido.

RECOMENDAÇÕES: Recomendam-se assim algumas alternativas: (1) uma solução bastante eficiente e barata seria a colocação de manta ou barreira radiante (isolante térmico) abaixo das telhas existentes que duplicaria a eficiência da câmara de ar, essa manta poderia ser confeccionada em placas de caixas do tipo Tetra Pak abertas e com a face aluminizada voltada para a telha. Este material - que tem função de amortecimento do frio ou do calor - pode ser uma alternativa de baixíssimo custo e ecologicamente benéfica, como medida passiva em edificações térreas (KRÜGER, 2006). (2) Sugere-se que tanto a espessura como o material das telhas seja repensado, pois as telhas de fibro-cimento - que caracterizam a cobertura como leve - são provavelmente a principal causa do desconforto e poderiam ser substituídas por telhas cerâmicas, que oferecem maior inércia térmica, o que é desejável para o clima frio da região sul. Salienta-se aqui a importância do tipo de telha na obtenção do conforto térmico, sobretudo nas habitações térreas, onde já foi observado um desempenho superior das moradias com telhas cerâmicas (DUMKE, 2002). (3) Outra alternativa relativamente econômica seria a

pintura branca nas telhas. Sendo mais viável economicamente e mais eficiente termicamente, para a situação de verão.

A colocação de forro em madeira em todos os núcleos é considerada positiva, já que reduz o calor transmitido pela cobertura no verão e impede a perda de calor pelas frestas das telhas nas noites de inverno. A espessura das paredes em madeira, no caso no NHMB, deveria ser reformulada, pois seu desempenho melhora quando utilizada em camada dupla com câmara de ar. O correto dimensionamento das aberturas e a conseqüente melhora na ventilação seriam verificados com o atendimento do que estabelece a NBR 15220. Com relação ao sombreamento das aberturas, ele pode ser efetivado com o emprego de varandas, beirais maiores, venezianas, utilização de vegetação ou árvores caducas, e até mesmo com reentrâncias e saliências no volume da edificação.

6.4. Considerações quanto ao desempenho acústico

Os resultados das análises comparativas do desempenho acústico apresentados pelos três núcleos foram muito semelhantes, e demonstram que a baixa capacidade de isolamento, tanto das vedações externas como internas, proporciona níveis altos de ruído em todos os cômodos das moradias, prejudicando o repouso e as atividades que exigem concentração. Isso ocorre porque os três sistemas construtivos analisados apresentam problemas nos encontros entre esquadrias e paredes, que em muitos casos foram mal executados, resultando em inúmeras frestas e vazios entre as esquadrias e os vãos das paredes. Outras causas do baixo desempenho acústico são o baixo isolamento proporcionado pelas próprias aberturas e a falta de isolamento pelo forro. Ao contrário dos resultados similares das análises técnicas, as opiniões dos moradores foram divergentes. Os moradores dos núcleos NHMB e NHNE confirmaram a inadequação dos sistemas com 100% e 66,7% de insatisfeitos, respectivamente, para as paredes externas. Mas o NHSL apresentou 76,9% de entrevistados satisfeitos com as paredes externas. Acredita-se que esta diferença de opiniões pode ser influenciada não só pela diferença no sistema construtivo, mas pelos diferentes hábitos de uso dos moradores. Verifica-se que estes sistemas construtivos estão inadequados em relação ao seu desempenho acústico.

RECOMENDAÇÕES: Recomendam-se assim para construções futuras a escolha de sistemas construtivos que não deixem frestas, bem como que se tomem os devidos cuidados de execução e acabamento, tanto das vedações e seus vãos como das esquadrias que serão inseridas nestes. Estes dados podem servir de subsídios aos valores apresentados pelo projeto de norma que ainda está disponível para discussão, quando da sua aplicação em habitações de interesse social, pois os valores recomendados devem apresentar diferenças relacionadas ao seu campo de aplicação.

6.5. Considerações quanto ao desempenho lumínico

Os resultados das análises comparativas do desempenho lumínico apresentados pelos três núcleos foram muito semelhantes, e demonstram que as condições de iluminação natural das unidades habitacionais nos três sistemas construtivos analisados estão adequadas, situação que é confirmada pelo índice de satisfação geral dos moradores que, alcançou mais de 90% dos entrevistados. Ainda assim, percebe-se a necessidade de revisão das legislações vigentes, onde a preocupação em especificar um pouco mais a tipologia de aberturas também esteja presente, para que não haja conflitos entre as dimensões das aberturas e os valores de iluminâncias dentro dos ambientes. E também para que haja uma correta distribuição dessas iluminâncias e que a iluminação aconteça com qualidade e não só com quantidade.

RECOMENDAÇÕES: Apesar dos sistemas construtivos terem apresentado um resultado favorável, quanto à iluminação natural, os problemas apresentados nos ambientes que abrem para outros compartimentos implicam na necessidade da utilização de luz artificial. Este problema pode ser parcialmente resolvido com a utilização de cores claras neste ambiente, mas revela o que pode vir a acontecer a estas habitações se ocorrerem novas ampliações. Também com relação à falta de proteções externas para o controle da radiação e sua presença excessiva no interior dos ambientes, verifica-se a necessidade de uso de algum atenuante que reduza o nível de iluminâncias médias para se chegar a iluminância adequada.

6.6. Considerações quanto ao desempenho de conforto ambiental

Uma observação global das análises permitiu constatar que existem comportamentos distintos, quanto ao desempenho de conforto ambiental, entre os três núcleos habitacionais estudados. Pode-se afirmar que os sistemas construtivos relativos aos núcleos NHMB e NHNE apresentam desempenho abaixo do recomendado, para moradias que se propõem satisfazer as necessidades do usuário de baixa renda. Apenas o sistema construtivo do NHSL teve resultado relativamente bom, por estar adequado a mais da metade dos requisitos. Assim, conclui-se que o sistema construtivo que se apresenta mais adequado às condições de conforto ambiental, ao clima e à realidade da região é do Núcleo Habitacional São Luis.

Deve-se ressaltar aqui a importância de iniciativas como a do projeto de norma de desempenho 02:136 (ABNT, 2004), que não apenas chama à atenção para os parâmetros mínimos de desempenho que uma edificação deve atender, como também oferece mais uma ferramenta para os projetos. Considerando, assim, fundamental a realização de pesquisas como esta que se dispõe a confrontar a realidade das diversas regiões do Brasil com os parâmetros estabelecidos pelas normas e projetos de normas.

Salientamos um ponto negativo encontrado, nessa proposta de norma, já que se reporta à diversas normas nacionais e internacionais. Apesar da importância fundamental destas normas, elas têm seu acesso dificultado, principalmente pelo fato de não terem livre distribuição, permanecendo, na maioria dos casos, restritas ao meio acadêmico e desconhecidas dos profissionais atuantes no mercado de trabalho, tanto privado como público. Esta situação demonstra a fragilidade destas normas com relação ao seu cumprimento, mesmo que estejam regulamentadas pelo Código de Defesa do consumidor (Lei 8078/90). É importante salientar também que tanto as normas relativas à conforto ambiental quanto o projeto de norma de desempenho PNBR 02:136 (ABNT, 2004), partes 1 a 6 são bastante mais restritivos que as leis tanto nacionais como municipais, no caso de Marau. Dessa maneira acredita-se que estas leis deveriam ser repensadas e ter como base documentos e normas técnicas que padronizem o desempenho.

Verifica-se que dentre os principais resultados alcançados ao longo deste estudo, os objetivos inicialmente estabelecidos foram atingidos. A sistemática e os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa mostraram-se viáveis para se especificar e avaliar o desempenho de edificações residenciais unifamiliares. Neste sentido destaca-se que a avaliação de desempenho de conforto ambiental em habitações no interior do país, pode ampliar o conhecimento sobre o tema de pesquisa, demonstrando ao mesmo tempo a cultura construtiva e os hábitos e opiniões das populações que estão longe das grandes cidades. Também verifica-se que a baixa qualidade dos projetos, tem relação direta com o desconhecimento da técnica, da falta de rigor construtivo e com a preocupação maior de reduzir custo mesmo que em detrimento da qualidade.

Graças à riqueza de informações obtidas durante a pesquisa de campo associada ao embasamento proporcionado pela fundamentação teórica, pôde-se propor sugestões de mudanças não apenas às edificações existentes, mas principalmente para projetos futuros de habitações de interesse social na região. Cabe salientar que, as análises comparativas efetuadas são apenas uma pequena contribuição ao conhecimento das condições de conforto ambiental nestas habitações, mas que ainda há muito a ser explorado nesta área. Para que realmente haja um avanço na qualidade das habitações e conseqüentemente na qualidade de vida destas populações, é necessário que os resultados de pesquisas como estas cheguem até o poder público e aos profissionais que idealizam estes projetos, para que possam garantir efetivas melhorias utilizando as estratégias corretas.

6.7. Recomendações para trabalhos futuros

A metodologia utilizada nesta pesquisa consistiu em análises expeditas. Entende-se, desse modo, que ainda há muito a estudar a respeito das necessidades dos usuários e de como melhorar as condições de habitabilidade nas edificações. Acredita-se que trabalhos futuros poderão aprofundar a investigação e apresentar novas alternativas. Assim, seria importante que pesquisas fossem ampliadas nos seguintes temas:

- Aumentar a quantidade das simulações, testando outras tecnologias e soluções construtivas, de eficiência energética, econômicas e passivas (cortinas, venezianas, vegetação), com o objetivo de se propor medidas que visem melhorar o desempenho térmico de habitações.
- Aplicar os requisitos e critérios separadamente para cada tipo de conforto, com métodos mais específicos e detalhados a fim de analisar essas e outras tipologias construtivas existentes ou que possam vir a ser construídas.
- Analisar a fundo a funcionalidade destas habitações, bem como sua área mínima, de modo a verificar como esta interfere no desempenho de habitabilidade (RIFRANO LEITE, 2003).
- Analisar a fundo a flexibilidade destas habitações, de modo a verificar como estas interferem nas modificações e ampliações feitas pelos usuários.
- Realizar medições térmicas "*in situ*".

CAPÍTULO 7. REFERÊNCIAS

- ABIKO, A. K.; FARACO JR., O. Unidades habitacionais populares nos últimos 30 anos: evolução da área útil, custos de construção e renda exigida. In: ENTAC 98, 6º, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: NPC/UFSC, 1998. Artigo técnico. CD-ROM.
- ABIKO, A. K. Tecnologias Apropriadas em Construção Civil. In: FREIRE, W. J. e BERALDO, A. L. (org). **Tecnologias e Materiais Alternativos de Construção**. Campinas: Editora Unicamp, 2003. Disponível em: <http://alexabiko.pcc.usp.br/artigos/TecnologiasApropriadas.pdf>. Acesso: out/2005.
- AGUDELO, L. P. P.; CASAGRANDE Jr., E. F. Construção & Sustentabilidade: Um estudo de caso na cidade de Curitiba. **Instituto para o desenvolvimento da habitação ecológica IDHEA**. Acesso em 11/08/2004. Disponível em: <http://www.idhea.com.br/artigos3.asp>
- ALUCCI, M. P. Critérios relativos ao atendimento das exigências de ventilação na habitação. In: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988a.
- ALUCCI, M. P. Critérios para implantação de conjuntos habitacionais em clima quente-úmido. In: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988b.
- ALUCCI, M. P.; CARNEIRO, C. M.; BARING, J. G. A. **Implantação de conjuntos habitacionais: recomendações para adequação climática e acústica**. São Paulo: IPT, 1986.
- ALVA, E. N. Qualidade ambiental urbana. In: ENCAC 97, 4º, 1997, **Anais...** Salvador: FAUFBA/ANTAC, 1997. Mesa redonda. CD-ROM.
- ANDRADE, L. S.; DUARTE, C. R. S. Cultura, tecnologia e habitação social. In: ENTAC 95, 4º, 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANTAC, 1995. Artigo técnico. CD-ROM.
- AKUTSU, M. Avaliação do desempenho térmico de edificações: a necessidades de revisão normativa. In: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988.
- AKUTSU, Maria; LOPES, David. Simulação do desempenho térmico de edificações. In: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10151**: Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.
- _____ ABNT. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.
- _____ ABNT. **NBR15215**: Iluminação natural - Partes 1, 2, 3 e 4. Rio de Janeiro, 2005.
- _____ ABNT. **NBR5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1991.
- _____ ABNT. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações Rio de Janeiro, 2005.
- _____ ABNT. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático Brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- _____ ABNT. **Projeto 02:136.01.001**: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2004.
- _____ ABNT. **Projeto 02:136.01.004**: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Parte 4: Fachadas e paredes internas. Rio de Janeiro, 2004.
- _____ ABNT. **Projeto 02:136.01.005**: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Parte 5: Coberturas. Rio de Janeiro, 2004.
- BARBOSA, M. J. **Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares**. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- BARBOSA, M. J.; LEMOS, P.N. Avaliação comparativa de desempenho térmico entre cinco sistemas construtivos de habitação popular. In: ENCAC 99, 5º, 1999, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 1997. Artigo técnico. CD-ROM.

- BARBOSA, M. J.; LAMBERTS, R. Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares, aplicada a Londrina-PR. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.2, n.1, p. 15-28, jan./mar. 2002, il.
- BARON, C. M. P.; MARTUCCI, R. História de tecnologias para conjuntos habitacionais. In: ENTAC 95, 4º, 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANTAC, 1995. Artigo técnico. CD-ROM.
- BENEVENTE, V. A. **Derivações da avaliação pós-ocupação (APO) como suporte para verificação da aceitação de propostas habitacionais concebidas a partir de soluções espaciais e tecnológicas não usuais**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - FAU-PGR, São Paulo, 2002.
- BERNARDI, F. **História de Marau: uma comunidade laboriosa**. Prefeitura Municipal de Marau, Sem editora, Marau, 1992.
- BNDES. **Qualidade e produtividade da construção civil**. Angela Maria M. M. Santos. Gerência Setorial de Construção Civil. Área de Operações Industriais 2 - Ao2. nº 36, Março - 2001. Acesso em 26/09/2004. Disponível em: www.bndes.gov.br/conhecimento/setorial/get2is36.pdf
- BOGO, A. J. Avaliação de desempenho térmico de sistemas construtivos de paredes em madeira em habitações. In: ENCAC 2003, 7º, 2003, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba-PR: ANTAC, 2003. Artigo técnico. CD-ROM.
- BOGO, A. J.; BARTH, F. Habitações em Madeira em Santa Catarina: Análise de Desempenho Térmico de Paredes. In: I CTHAB'03, Congresso Brasileiro sobre Habitação Social – Ciência e Tecnologia, 1º, 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GHab/UFSC, 2003.
- BONDUKI, N. G. Habitat II e a emergência de um novo ideário em políticas urbanas. In: GORDILHO-SOUZA, A. (org.). **Habitar contemporâneo: novas questões no Brasil dos anos 90**. Salvador: Universidade Federal da Bahia/FA/MAU/Lab-Habitar, 1997.
- BONDUKI, N. **Origens da habitação Social no Brasil: arquitetura moderna, lei do inquilinato, e difusão da casa própria**. 2ºed. São Paulo: Estação Liberdade, 1999.
- BONIN, L. C. Considerações sobre a utilização do conceito de desempenho como instrumento para a modernização tecnológica na construção de edificações. In: ENTAC 98, 3º, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC/ANTAC, 1998. Artigo técnico. CD-ROM.
- BORGES, C. A. M. **Projeto Norma de desempenho**. São Paulo: Sindusconsp, Junho, 2006. Acesso em 08/08/2006. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br>
- BRAGA, M. A. A importância da adequação de sistemas construtivos a contextos específicos: método de avaliação de projetos. In: ENTAC 98, 6º, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC/ANTAC, 1998. Artigo técnico. CD-ROM.
- BRASIL. **Constituição Federal, Código Civil e Código de Processo Civil**. 3ª Ed. N. P. de Abreu Filho (org). Porto Alegre, Verbo Jurídico, 2003.
- BRASIL. **Política Nacional de Habitação**. Caderno Ministério das Cidades – Habitação. 2004a. Acesso em 22/11/2004. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/novo>
- BRASIL. **Política Nacional de Habitação**. Secretaria Nacional de Habitação. Ministério das Cidades. 22 de setembro de 2004b. Apresentação ppt. Acesso em 25/10/2004. Disponível em: <http://www.fehab.com.br/APRES/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20Hereda.pdf>
- BRUNA, Paulo J. V. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. São Paulo: Perspectiva. 1976. (Coleção Debates, 136)
- CARNEIRO, D. D.; VALPASSOS, M. V. **Financiamento à habitação e instabilidade econômica: experiências passadas, desafios e propostas para a ação futura**. Rio de Janeiro: FGV, 2003.
- CARLO, J.; LAMBERTS, R. Elaboração de protótipos para simulação do desempenho termo-energético de edificações. In: ENTAC 2006, 11º, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC/ANTAC, 2006. Artigo técnico. CD-ROM.
- CHAFFUN, N. Dinâmica Global e desafio urbano. IN: BONDUKI, N. G. (org.). **Habitat: as práticas bem-sucedidas em habitação, meio ambiente e gestão urbana nas cidades brasileiras**. 2ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 1997.
- CIB. **Agenda 21**, para a construção sustentável/ trad. De. I. Gonçalves, T. Whitaker; ed. De G. Weinstock, D.M. Weinstock. – São Paulo: s.n., 2000.
- COELHO, L. O.; MAGALHÃES, E. W. **A provisão habitacional e a análise de seu produto**. Brasil - São Paulo, SP. 2001. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia

- de Construção Civil. BT/PCC/273. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTCAP273.pdf> Acesso em 24/10/2005.
- COSTA S., Urânia; SOUZA, Henor A. de; NEVES, Francisco de Assis das. **Avaliação comparativa do desempenho acústico de painéis de vedação pré-fabricados**. In: ENCAC 2001, 6º, 2001, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro, SP: ANTAC, 2001. Artigo técnico. CD-ROM.
- CUNHA, E. (Coord.); FRANDOLOSO, M. A.; MASCARÓ, J. J. **Elementos de Arquitetura de Climatização Natural**: método projetual buscando a eficiência energética nas edificações. Passo Fundo: Editora UPF, 2003. 145 p.
- DEGELMAN, L. **Arquivo climático de Passo Fundo (TMY2)**. Florianópolis: UFSC, 2005.
- DIÁRIO DO SENADO FEDERAL. _____. n° 34163, quinta-feira 30 de outubro de 2003.
- DUMKE, Eliane M. S.; KRÜGER, Eduardo L. A vila tecnológica de Curitiba: uma aplicação de tecnologias apropriadas em habitação de interesse social? In: KRÜGER, E. L. (Org). **Tecnologias Apropriadas**. Publicação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – PPGTE/CEFET-PR/ Curitiba: CEFET-PR, 2000. Coletânea "Educação e Tecnologia" CEFET-PR.
- DUMKE, Eliane M. S. **Avaliação do desempenho térmico em sistemas construtivos da Vila Tecnológica de Curitiba como subsídio para a escolha de tecnologias apropriadas em habitação de interesse social**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia). CEFET-PR, Curitiba, 2002.
- DUTRA, O. ENTREVISTA - Carta de intenções. Ministro das Cidades fala sobre as propostas do Governo para a elaboração da Política Nacional da Habitação, Por Ubiratan Leal. In: **Construção Mercado**, n° 38, setembro 2004.
- EMBRAPA Trigo. **Clima de Passo Fundo - Normais Climatológicas**. Acesso em: agosto de 2006. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/cli_pf1.html
- FEE. Fundação de Economia e Estatística. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria da Coordenação e Planejamento. **Déficit Habitacional: necessidades habitacionais nos municípios do Rio Grande do Sul**. METRODATA/NERU. Atualizado em agosto de 2004. Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/> Acesso em: janeiro de 2005.
- FREIRE, E. H. B.; PIZZOLATO, N. D. Habitações populares: seleção de sistemas construtivos. In: SEMENGE 99, 5º, 1999, Niterói-RJ. **Anais...** Niterói: UFF, 1999. Artigo técnico.
- FRITSCH, Rodrigo C. **Avaliação de ruído urbano: o caso da área central de Passo Fundo-RS**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia – Infra-estrutura e meio ambiente). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.
- FJP. **Déficit habitacional no Brasil: Municípios selecionados e microrregiões geográficas / Fundação João Pinheiro**, Centro de Estatística e Informações. 2ª edição. Projeto PNUD-BRA-00/019 – Habitar Brasil – BID. – Belo Horizonte, 2005. Acesso em: 25/01/2006. Disponível em: <http://www.fjp.gov.br>
- FOLZ, R. R.; MARTUCCI, R.. **Mobiliário na habitação social**. In: ENTAC 2002, 9º, 2002, Foz de Iguaçu-PR. **Anais...** Foz de Iguaçu-PR: ANTAC, 2002. Artigo técnico. CD-ROM.
- GARCIA, D. B.; VECCI, M. A M.; RODRIGUES, F. C. **Análise comparativa do isolamento do ruído aéreo de painel de vedação via processo experimental e numérico**. In: ENTAC 2004; CLACS 2004, 10º, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP/ANTAC, 2004. Artigo técnico. CD-ROM.
- GHISI, E., et al. Normalização em conforto ambiental: desempenho térmico, lumínico e acústico de edificações. In: ROMAN, H. R.; BONIN, L. C.. **Normalização e certificação na construção habitacional**. Editores da Coletânea Roberto Lamberts e Maria Lúcia Horta de Almeida. Porto Alegre, RS: ANTAC, 2003. cap. 2.
- GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. In: **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v.35, n.2, p.57-63 Mar/abr. 1995a.
- GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa tipos fundamentais. In: **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v.35, n.3, p.20-29 Mai/Jun. 1995b.
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2002.
- GRAÇA, V. A. C.; SCARAZZATO, P. S.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Método simplificado para a avaliação de iluminação natural em anteprojetos de escolas de ensino estadual de São Paulo. In: ENCAC 2001, 6º; ELACAC 2001, 3º, 2001, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro, SP: ANTAC, 2001. Artigo técnico. CD-ROM.

- GRIGOLETTI, G. C.; SEDREZ, M. M.; SATTLER, M. A. Avaliação de variáveis relacionadas ao conforto térmico de tipologias habitacionais da Vila Tecnológica de Porto Alegre. In: ENTAC 2002, 9º, 2002, Foz de Iguaçu-PR. **Anais...** Foz de Iguaçu-PR: ANTAC, 2002. Artigo técnico. CD-ROM.
- GUIAMARAU, 2005. Acesso em novembro de 2005. Disponível em: <http://www.guiamarau.com.br/>
- GUTIERREZ, E. e GUTIERREZ, R. **Arquitetura e assentamento ítalo-gaúchos, 1875-1914**. Passo Fundo: EdIUPF, 2000.
- IBGE. **Censo Demográfico 2000**. - IBGE – CIDADES@. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em novembro de 2005.
- IBGE. **Comentários – SINAPI, 2005**. Acesso em jan/2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/sinapi/default.shtm>.
- INSTITUTO CIDADANIA. **Projeto Moradia**. Brasil, 2000. Acesso em 18/02/2005. Disponível em: http://www.pt.org.br/site/assets/projeto_moradia.pdf
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. **Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social**. MPO/Sepurb – PBQP-H. 1998.
- _____. IPT. **Validação de softwares aplicativos para simulação do comportamento térmico de habitações**. Relatório Técnico Final N° 72 919-205. São Paulo: IPT. Divisão de Engenharia Civil – Agrupamento de componentes e sistemas construtivos, FINEP, 2004.
- JOBIM, M. S. S., OLIVEIRA R., MEDEIROS P. R. S. Avaliação do nível de satisfação do cliente na Habitação: discussão conceitual. In: V Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 5º, 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: UFSC, 2005.
- JORNAL DE MARAU. **Fato Positivo: O sonho da casa própria**. Ano XX, nº 444, 11/06/2005.
- KALIL, R. M. L. **Tecnologias construtivas não-convencionais: incidência na atuação dos agentes intervenientes nos processos de edificação**. 1983. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1983.
- KATINSKY, J. Técnica, Tecnologia e Educação em Países Subdesenvolvidos. In: MASCARÓ, L. (coord.). **Tecnologia & arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1989.
- KLUWE, R. M. et al. Uma habitação sustentável para a população de baixa renda no município de Alvorada-Rs. In: ENTAC 2000, 8º, 2000, Salvador. **Anais...** Salvador, BA: ANTAC, 2000. Artigo Técnico. CD-ROM.
- KRÜGER, E. L. **Analyse von Bausystemen im sozialen Wohnungsbau Brasiliens**. Hannover, 1998. Tese de Doutorado (Technische Universität Hannover), Universität Hannover, 1998.
- KRÜGER, E. L. Tecnologias apropriadas. In: KRÜGER, E. L. (Org). **Tecnologias Apropriadas**. Publicação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – PPGTE/CEFET-PR/ Curitiba: CEFET-PR, 2000. Coletânea "Educação e Tecnologia" CEFET-PR. 2000a.
- KRÜGER, E. L. Tecnologias apropriadas: reflexões. In: KRÜGER, E. L. (Org). **Tecnologias Apropriadas**. Publicação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – PPGTE/CEFET-PR/ Curitiba: CEFET-PR, 2000. Coletânea "Educação e Tecnologia" CEFET-PR. 2000b.
- KRÜGER, E. L. Tecnologias apropriadas e habitação social no Brasil. In: KRÜGER, E. L. (Org). **Tecnologias Apropriadas**. Publicação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – PPGTE/CEFET-PR/ Curitiba: CEFET-PR, 2000. Coletânea "Educação e Tecnologia" CEFET-PR. 2000c.
- KRÜGER, E. L. Eficiência energética em edificações. In: KRÜGER, E. L. (Org). **Tecnologias Apropriadas**. Publicação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – PPGTE/CEFET-PR/ Curitiba: CEFET-PR, 2000. Coletânea "Educação e Tecnologia" CEFET-PR. 2000d.
- KRÜGER, E. L. Checklist para Avaliação de Sistemas Construtivos para habitação de Interesse Social. In: I CTHAB'03, Congresso Brasileiro sobre Habitação Social – Ciência e Tecnologia, 1º, 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GHab/UFSC, 2003.
- KRÜGER, E. L.; SUETAKE, G. Y.; ADRIAZOLA M. K. O. Comparação do desempenho térmico de coberturas Constituídas de embalagens TetraPak com Manta reflexiva e placas de EPS. In: ENTAC 2006, 11º, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC/ANTAC, 2006. Artigo técnico.
- LABEEE/UFSC. **Programa Transmitância versão 1.0 (beta)**. LEE, A. S.; LAMBERTS, R. Florianópolis: LABEEE/UFSC, s.d. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br>>. Acesso em: nov. de 2005.

- LABEEE/UFSC. **Eficiência energética para empresas. E2-ArCondicionado (E2AC)**. Florianópolis: LABEEE/UFSC, s.d. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/edois/e2ac.html>, acesso em: junho de 2006.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, publicações e trabalhos científicos. 4º ed. São Paulo: Atlas, 1992.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 2ª ed. São Paulo: ProLivros, 2004.
- LABAKI, L. C.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. Avaliação do conforto térmico e luminoso de prédios escolares da rede pública. In: ENCAC 2001, 6º, 2001, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro, SP: ANTAC, 2001. Artigo técnico. CD-ROM.
- LAY, M. C. D.; REIS, A. T. L. Satisfação e comportamento do usuário como critérios de avaliação pós-ocupação da unidade e do conjunto habitacional. In: ENTAC 93, 3º, 1993, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP: ANTAC, 1993. Artigo técnico. CD-ROM.
- LEITE, L. C. R. **Habitação de interesse social**: metodologia para análise da funcionalidade - Estudo de caso do Projeto Chico Mendes - Florianópolis/SC. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- LEMOES, C. A. C. **História da casa brasileira**. 2º ed. São Paulo: Contexto, 1996. 83 p.
- LOPES, W. G. R.; INO, A. Habitação em Taipa de Mão: Alternativa de Construção mais Sustentável. In: ENTAC 2000, 8º, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA: UFBA/ANTAC, 2000. Artigo técnico.
- LUCINI, H. C. **Habitação Social: Procurando Alternativas de projeto**. Itajaí: ed. UNIVALI, 2003. (Série raízes nº6)
- MAIA, M. L.; SALGADO, M. S. Qualidade do projeto e o desempenho do edifício: uma discussão sobre o processo de projeto. In: V Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 5º, 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: UFSC, 2005.
- MALARD, M. L. Os objetos do cotidiano e a ambiência. In: ENCAC 1993, 2º, 1993, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: UFCS/ANTAC, 1993. Artigo técnico. CD-ROM.
- MALARD, M. L. **Avaliação Pós-Ocupação, Participação de Usuários e Melhoria da Qualidade de Projetos Habitacionais: uma abordagem fenomenológica com o apoio do Estúdio Virtual de Arquitetura – EVA**. Belo Horizonte, MG Edital 2 – FINEP, UFMG, 2002. Acesso em 18/02/2005. Disponível em: <http://habitare.infohab.org.br/>
- MANFREDINI, C.; MAIA, M. A. L.; FEDRIZZI, B. A percepção da unidade territorial de conjuntos habitacionais, sob o ponto de vista de seus moradores. In: NUTAU 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo, 2002. Artigo técnico.
- MARAU. **Lei Orgânica Municipal de Marau**, sem data. Marau. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.
- _____. **Lei Ordinária nº 338**, de 27 de setembro de 1966. Autoriza o Poder Executivo Municipal a firmar mediante escritura particular, contrato com a Companhia de Habitação do Estado do Rio Grande do Sul, para a execução do Plano de Habitação do Estado. Marau, 1966. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.
- _____. **Lei Ordinária nº 1190**, de 17 de setembro de 1986. Autoriza o município a participar do "Programa Mutirão da Moradia", criar o Fundo Municipal de Habitação Popular e dá outras providências. Marau, 1986. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.
- _____. **Lei Ordinária nº 1213**, de 12 de janeiro de 1987. Dispõe sobre o parcelamento do solo e condomínios por unidades autônomas para fins urbanos e dá outras providências. Marau, 1987. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.
- _____. **Lei Ordinária nº 1374**, de 28 de dezembro de 1989. Implanta e regulamenta o Programa Marauense de Habitação Popular e dá outras providências. Marau, 1989. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.
- _____. **Lei Ordinária nº 1428**, de 12 de julho de 1990. Regulamenta no Município de Marau, o fornecimento de Projeto Popular de Habitação e dá outras providências. Marau, 1990. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.

_____. **Lei Ordinária nº 1984**, de 27 de maio de 1993. Dispõe sobre a constituição do Conselho Municipal de Habitação e Bem-estar Social e criação do Fundo Municipal a ele vinculado e dá outras providências. Marau, 1993. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.

_____. **Lei Ordinária nº 2091**, de 29 de dezembro de 1993. Altera dispositivos da Lei nº 1428, de 12 de julho de 1990, que regulamenta no município de marau, o fornecimento de Projeto Popular de Habitação e dá outras providências. Marau, 1993. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.

_____. **Lei Ordinária nº 2797**, de 19 de abril de 1999. Dispõe sobre a emissão e controle de ruídos ou sons excessivos ou incômodos e dá outras providências. Marau, 1999. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.

_____. **Lei Ordinária nº 2966**, de 25 de julho de 2000. Altera e acrescenta dispositivos da Lei nº 1213, de 12 de janeiro de 1987, que dispõe sobre o parcelamento do solo e condomínios por unidades autônomas para fins urbanos e dá outras providências. Marau, 2000. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.

_____. **Lei Ordinária nº 3246**, de 28 de maio de 2002. Altera dispositivos constantes da Lei nº 2797, de 19 de abril de 1999 que dispõe sobre a emissão e controle de ruídos ou sons excessivos ou incômodos e dá outras providências. Marau, 2002. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.

_____. **Lei Ordinária nº 3322**, de 11 de novembro de 2002. Institui o Código de Obras e Edificações do Município de Marau, e dá outras providências. Marau, 2002. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.

_____. **Lei Ordinária nº 3705**, de 15 de setembro de 2004. Altera artigos da Lei Municipal 3.322 de 11 de novembro de 2002 que institui o Código de Obras e Edificações do Município de Marau e dá outras providências. Marau, 2004. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/> Acesso em: junho de 2006.

MARICATO, E. **Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

MARTUCCI, R.; BASSO, A. Uma visão integrada da análise e avaliação de conjuntos habitacionais: aspectos metodológicos da pós-ocupação e do desempenho tecnológico. In: ABIKO, A. K.; ORNSTEIN, S. W. (Ed.). **Inserção urbana e avaliação pós-ocupação (APO) da habitação de interesse social**. Editores da Coletânea Roberto Lamberts e Maria Lúcia Horta de Almeida. São Paulo, SP: FAUUSP, 2002. cap. 10.

MARQUES, A. M. O.; CORBELLA, O. D. Aporte para discussão das normas de ventilação. In: ENTAC 2000, 8º, 2000, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA: ANTAC, 2000. Artigo técnico. CD-ROM.

MASCARÓ, J. L. **Infra-estrutura habitacional alternativa**. Porto Alegre: Sagra, 1991.

MASCARÓ, L. (coord.). **Tecnologia & arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1989.

MASCARÓ, J. L. O custo do emprego e o valor da produção da edificação: uma forma de avaliar a adequação da tecnologia a ser usada em um setor econômico. In: MASCARÓ, L. (coord.). **Tecnologia & arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1989b.

MASCARÓ, J. L.. **O custo das decisões arquitetônicas**. 3º ed. Porto Alegre: Masquatro, 2004.

MEIRA, G. R.; SANTOS, J. Y. R. Avaliação pós-ocupação em um conjunto habitacional: Um estudo de caso. In: ENTAC 1998, 7º, 1998, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: UFSC/ANTAC, 1998. Artigo técnico. CD-ROM.

MENEZES, M. S. **Avaliação do Desempenho Térmico de Habitações Sociais de Passo Fundo – RS**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia – Infra-estrutura e meio ambiente). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2006.

MITIDIERI FILHO, C. V. et al. Sistema de Avaliação Técnica de Novos Produtos e Sistemas para a Construção de Habitações: uma Proposta para o Brasil. In: IV SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DA REDE CYTED XIV.C, 4º, 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo, Brasil: IPT, 2002. vol 1.

MISTURA, C. M. **Ecofilosofando sobre o ambiente, meio ambiente e infraestrutura**. 2005. Acesso em 13/11/05. Disponível em: <http://www.portalnet.com.br/guiamarau>

MONTEIRO, R. R. OLIVEIRA, R. Ambiente Construído: Classificação e Conceituação dos Elementos que Conferem a Qualidade. In: COBRAC 2004, 6º, 2004, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: UFSC, 2004. Artigo Técnico.

- MOREIRA, H. et al. O processo de inovação tecnológica no setor habitacional: o caso da vila Tecnológica de Curitiba. In: **Revista Educação e Tecnologia**, Curitiba: CEFET-PR, ano 1, n. 2, dez 1997. Acesso em jan/ 2006. Disponível em: <http://www.ppgte.cefetpr.br/revista/vol2/artigos/processo.pdf>.
- NUTEF. **Perfil dos Municípios do Rio Grande do Sul**. Acesso em novembro de 2005. Disponível em: http://nutep.adm.ufrgs.br/munisRS/municipios.asp?ID_MUNICIPIO=244
- OLIVEIRA, M. C. G.; HEINECK, L. F. M. Habitabilidade - um estudo sobre os fatores que influenciam a satisfação de usuários de ambientes construídos. In: ENTAC 1998, 7º, 1998, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: UFSC/ANTAC, 1998. Artigo técnico. CD-ROM.
- OLIVEIRA, Ot. J.; MELHADO, S. B. O papel do projeto em empreendimentos públicos: dificuldades e possibilidades em relação à qualidade. In: II Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2º, 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2002.
- ORNSTEIN, S. W.; ROMÉRO, M. **Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído**. São Paulo, Studio Nobel/EDUSP, 1992.
- ORNSTEIN, S. W.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. Inventário de métodos e técnicas de avaliação pós-ocupação aplicado a conjuntos habitacionais: o caso do Jardim São Luis. In: ENTAC 1998, 7º, 1998, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: UFSC/ANTAC, 1998. Artigo técnico. CD-ROM.
- PANDOLFO, A. **Modelo para avaliação e comparação de projetos de habitação com base no valor**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - UFSC, Florianópolis, 2001.
- PEDRAZZI, T. et al. Avaliação do desempenho acústico em salas de aula do CEFET-PR. In: ENCAC 2001, 6º, 2001, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro, SP: ANTAC, 2001. Artigo técnico. CD-ROM.
- PELLI, V. S. Notas para uma Tecnologia Apropriada à construção na América Latina. In: MASCARÓ, L. (coord.). **Tecnologia & arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1989.
- PEREIRA, F. O R. (Coord.) (S.D.). **Projeto de normalização em conforto ambiental - Texto Iluminação 04 - Iluminação natural: medição das condições internas**. Florianópolis, UFSC/FINEP.
- PEREIRA, F.O.R ; KREMER, A. (Edit). **Características da Habitação de Interesse Social na Região de Florianópolis: Desenvolvimento de Indicadores para Melhoria do Setor**, Relatório Final de Projeto de Pesquisa, FINEP- Habitare/BID, CD-Rom, Florianópolis/SC, 2000.
- PICARELLI, M. **Habitação, uma Interrogação**. São Paulo: FAUUSP, 1986.
- PINHEIRO, A C. **Participação popular e política pública habitacional Santa Maria/RS**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) - UFSC, Florianópolis, 2004.
- Prefeitura Municipal de Marau - PMM. **Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social: Urbano e Rural – Projeto Moradia Digna**. Diretoria da Habitação, Secretaria da Indústria, Comércio e Habitação, Prefeitura Municipal de Marau. 2003.
- _____. PMM. **Folder Eventos do Cinquentenário Marau 2005**. Prefeitura Municipal de Marau, Secretaria de Esporte, Cultura e lazer, Marau, 2005.
- PRADO, E. S.; PELIN, E. R. **Moradia no Brasil: reflexões sobre o problema habitacional brasileiro**. [s.l.]: CBBMM, 1993.
- _____. **Programa de Difusão Tecnologia para Construção de Habitação de Baixo Custo**. (PROTECH). Brasília: PROTECH, 1994.
- REIS, A. T.; LAY, M. C. D.. Principais fatores afetando a satisfação e o comportamento dos usuários em conjuntos habitacionais. In: ENTAC 95, 4º, 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANTAC, 1995. Artigo técnico. CD-ROM.
- ROCHA, A. R.; OLIVEIRA, R. O usuário da habitação no contexto da APO. In: ENEP 98, 1998, Niterói, RJ. **Anais ...** Niterói, RJ: 1998. Artigo técnico. CD-ROM.
- RODRIGUES, A. M. **Moradia nas cidades brasileiras**. 9ª ed. São Paulo: Contexto, 2001.
- ROLNIK, R. O Brasil e o Habitat. IN: GORDILHO-SOUZA, A. (org.). **Habitar contemporâneo: novas questões no Brasil dos anos 90**. Salvador: UFBA/FA/MAU/Lab-Habitar, 1997.
- ROMÉRO, M. A.; ORNSTEIN, S. W. (Edit e Coord). **Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social**. -- Porto Alegre : ANTAC, 2003. -- (Coleção Habitare)
- RORIZ, M.; GHISI, E.; LAMBERTS, R.. Uma proposta de norma técnica brasileira sobre desempenho térmico de habitações populares. In: ENCAC 99,- 5º, ENLACAC 99- 2º, 1999, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 1999. Artigo técnico.

- ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo: FAU/USP, 1980.
- SANTOS, M. J. O.; DUARTE, C. R. S. Análise das condições acústicas em comunidades de baixa renda a partir da percepção dos moradores. In: NUTAU'98, 2º, 1998, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP: NUTAU/FAU/USP, 1998. Artigo técnico.
- SARDEIRO, P. S.; BASSO, A. Avaliação do desempenho das aberturas laterais de conjuntos habitacionais visando o conforto ambiental tendo como metodologia a APO. In: NUTAU'2002, 4º, 2002, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP: NUTAU/FAU/USP, 2002. Artigo técnico.
- SILVA, E. **Geometria funcional dos espaços da habitação**: contribuição ao estudo da problemática da habitação de interesse social. Porto Alegre, ed. da Universidade, UFRGS, 1982.
- SILVA & SILVA, M. O. **Política Habitacional Brasileira**: verso e reverso. Cortez Editora, São Paulo, 1989.
- SILVEIRA, W. J. C. **Geração de renda através de obras sociais para viabilização econômica das comunidades**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - UFSC, Florianópolis, 2000.
- SILVEIRA, W. J. C. **Sistemas Construtivos para habitações de Interesse social**. 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - UFSC, Florianópolis, 1994.
- SITE-PMM. **Site da Prefeitura Municipal de Marau**. Acesso em novembro de 2005. Disponível em: <http://www.pmmarau.com.br/cidade.php>
- SOUZA, M. C. R. **Normalização brasileira em conforto acústico**. In: ENCAC 95 - 3º, ENLACAC 95 - 1º, 1995, Gramado. **Anais...** Porto Alegre, RS: ANTAC, 1995. Artigo técnico.
- SOUZA, R. et al. **Sistemas de Gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo: Pini, 1995.
- SOUZA, L. C. L. et al. **Bê-a-Bá da acústica arquitetônica: ouvindo a arquitetura**. Bauru, SP: L.C.L. de Souza, 2003.
- SZÜCS, C. P. (coord). **Recomendações e alternativas para Novos Projetos de Habitação Popular a partir das Interações entre usuários e Moradia**. Relatório Final. HABITARE-FINEP, Ghab/ARQ/UFSC, Florianópolis, 1999. (CD-ROM)
- SZÜCS, C. P.; NASCIMENTO, L. L. **Habitação de interesse social: flexibilidade do projeto, contextualização das soluções**. Ano 2. Relatório final de atividades. Ghab/CTC/DAU/UFSC - CNPQ. 2000.
- SZÜCS, C. P. **Qualidade na habitação social: requisitos de projeto**. POSARQ/UFSC. Notas de aula. 2004.
- TAMANINI, C. A. M. **Avaliação comparativa de desempenho térmico entre três sistemas construtivos de edificações escolares de Maringá/PR**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- TAVARES, J. C. F.; GUALBERTO FILHO, A. Análise do desempenho lumínico de habitações populares: caso Santa Cruz – PB. In: ENEGEP 98, 1998, Niterói, RJ. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção Niterói**, RJ: ANTAC, 1998. Artigo técnico.
- TOLEDO, A. M.. **Critérios para o dimensionamento de aberturas de ventilação natural dos edifícios**. In: ENCAC 2001- 6º, ENLACAC 2001- 3º, 2001, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro, SP: ANTAC, 2001. Artigo técnico.
- TURIK, N. Exigências de desempenho higrotérmico da envolvente de habitações populares térreas. In: ENCAC 1990, 1º, 1990, Gramado. **Anais...** Porto Alegre, RS: ANTAC, 1990. Artigo técnico.
- TURNER, J. C. Da provisão centralizada à autogestão local: novas direções para a política habitacional. In: MASCARÓ, L. (coord.). **Tecnologia & arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1989.
- VEFAGO, L. H. M. **Fachadas pré-fabricadas em argamassa reforçada com fibra de vidro em três estudos de caso na grande porto alegre**. 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). UFSC, Florianópolis, 2006.
- VIANNA, N. S. **Tecnologia e arquitetura**. In: MASCARÓ, L. (coord.). **Tecnologia & arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1989.
- WERNER, E. et al. **Pluralismo na habitação**. São Paulo: Annablume, 2001.
- WICKERT, Ana Paula. **Linha 15: patrimônio, memória e cultura**. Passo Fundo: EdiUPF, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Ficha nº _____ Data ____/____/____

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO - PÓSARQ

Hora - início: _____ fim: _____

PESQUISA - MESTRADO /MARIANE SPANNENBERG

Quadra: _____ Lote: _____

Conjunto Habitacional: () São Luis () Morar Bem () Nova Esperança

DESEMPENHO ACÚSTICO

Nível tolerável de ruído no interior da habitação	Nível tolerável de ruído no interior da habitação.	Salas 35-45 dBA, Quartos 30-40 dBA
Isolamento acústico de vedações externas e da cobertura - sons aéreos	Isolamento ao som aéreo da envoltória da habitação.	Nível máximo no exterior de 50 dBA (Norma acústica) Diferença de (30-34_M; 35-39_I; ≥40_S) dBA entre vedações externas de salas e dormitórios.
Isolamento acústico entre ambientes	Isolamento ao som aéreo de paredes internas	Diferença de (25-29_M; 30-34_I; ≥35_S) dBA entre paredes de ambientes de uma mesma unidade.

*as medições devem ser executadas com portas e janelas fechadas. A 1,00 m de pisos e paredes mín.

HORA	Exterior x Interior				Interior x Interior			
	Pátio	Sala			Sala (TV)		Quarto	
0:10								
0:20								
0:30								
0:40								
0:50								
1:00								
1:10								
1:20								
1:30								
1:40								
1:50								
2:00								
2:10								
2:20								
2:30								
2:40								
2:50								
3:00								
3:10								
3:20								
3:30								
3:40								
3:50								
4:00								
4:10								
4:20								
4:30								
4:40								
4:50								
5:00								

OBSERVAÇÕES: _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Ficha nº _____ Data ____/____/____

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO - PÓSARQ

Hora - início: _____ fim: _____

PESQUISA - MESTRADO /MARIANE SPANNENBERG

Quadra: _____ Lote: _____

Conjunto Habitacional: () São Luis () Morar Bem () Nova Esperança

DESEMPENHO LUMÍNICO

Requisito	Critério	Índices
Iluminação natural	Níveis mínimos de iluminação natural Sala de estar, Dormitório, Copa / cozinha, Banheiro	M ≥ 60, I ≥ 90, S ≥ 120

Realização de medições no plano horizontal, a 0,75m acima do nível do piso, com o emprego de luxímetro portátil, erro máximo ± 5% do valor medido, nos períodos da manhã (entre 9 e 10h) e da tarde (entre 15 e 16h), nas seguintes condições:

- medições em dias com cobertura de nuvens maior que 50%;
- medições realizadas com a iluminação artificial desativada, sem a presença de obstruções opacas (janelas e cortinas abertas, portas internas abertas, sem roupas estendidas nos varais, etc);
- medições no centro dos ambientes;
- considerar todas as orientações típicas das diferentes unidades;

Condições de céu: (céu claro sem nuvens) (parcialmente encoberto) (totalmente encoberto)

ambiente	atividades	LUX					Quali t.	análi se
		mín				máx		
Sala								
Cozinha								
Casal								
Quarto01								
Quarto02								
Banheiro								

S - sombrio

C - claro

A - adequado

I - inadequado

Premissas de projeto

- a) disposição dos cômodos;
- b) orientação geográfica da edificação;
- c) dimensionamento e posição das aberturas;
- d) tipo de janela e de envidraçamento;
- e) rugosidade e cor de paredes, tetos e pisos;
- f) influência de interferências externas (construções vizinhas, por exemplo).
- G) a presença de taludes, muros, coberturas de garagens e outros obstáculos do gênero não devem prejudicar os níveis mínimos de iluminamento especificados;

OBSERVAÇÕES:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Ficha nº _____ Data ____/____/____

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO - PÓSARQ

Hora – início: _____ fim: _____

PESQUISA – MESTRADO /MARIANE SPANNENBERG

Quadra: _____ Lote: _____

Conjunto Habitacional: () São Luis () Morar Bem () Nova Esperança**CARACTERÍSTICAS DO MORADOR**

1. Idade e sexo do entrevistado: (F) (M) _____
2. Quantas pessoas moram nesta casa? _____
3. Composição familiar: (1) pai/mãe (2) pai/mãe, filhos (3) pai/filhos (4) mãe/filhos (5) fam agreg. (6) outros
4. Quantidade de: homens _____ mulheres _____ crianças (0 a 12 anos) _____ idosos _____
5. Qual a ocupação do chefe da família? _____
6. Quantas pessoas trabalham fora? _____
7. Escolaridade: chefe da família _____ Cônjuge _____
8. Têm filhos na escola? Quantos _____
9. Renda familiar: (até1 SM ____)(1-3 SM____) (3-5 SM____) (5-7 SM____) (7-10 SM____)(mais de 10SM____) (outra)
10. Origem da família: bairro _____ cidade _____ UF _____
11. Primeiro morador da UH? _____ Se não, à quanto tempo reside na UH? _____
12. Qual era o tipo da moradia anterior? (__casa ou apto alug) (__casa ou apto emprest) (__casa própria) (__outro)
13. Você considera esta casa com relação à anterior: (pior) (igual) (melhor) (muito melhor) (porque?) _____
14. Participou da associação quando da construção das casas? Continua participando? _____
15. Você participou da elaboração do projeto arquitetônico da moradia? _____

FUNCIONALIDADE - adequação ao uso

16. O que você acha do tamanho da casa? () péssimo; () ruim; () bom; () ótimo;
17. O que você acha do tamanho da cozinha? () péssimo; () ruim; () bom; () ótimo;
18. O que você acha do tamanho do banheiro? () péssimo; () ruim; () bom; () ótimo;
19. O que você acha do tamanho da sala? () péssimo; () ruim; () bom; () ótimo;
20. O que você acha do tamanho dos quartos? () péssimo; () ruim; () bom; () ótimo;
21. Você sente falta de uma área de serviço fechada? _____
22. Onde você realiza as atividades que faria na área de serviço? _____
23. O que vc acha espaço para os móveis e utensílios domésticos? () péssimo; () ruim; () bom; () ótimo;
24. Você gostaria de possuir algum eletrodoméstico que não cabe na casa? _____
25. O abrir e fechar de janelas é atrapalhado por algum móvel? _____
26. Falta espaço para andar dentro da casa? _____
27. O que você acha da sala e cozinha não/serem separadas? _____
27. Qual a frequência de utilização da sala? _____
28. Onde vc estuda e lê? _____ Onde vc recebe amigos? _____ O que vc acha dessa situação? _____
29. Você sente falta de espaço para desenvolver alguma atividade na sua casa? (sim) (não) qual? _____
30. Você gostaria de ter uma varanda? _____
31. Alguém dorme na sala ou na cozinha na sua casa? (1) sim (2) não Se sim, onde? (1) sala (2) cozi (3) ambo
32. Você sente falta de privacidade no uso dos ambientes? _____
33. O que você acha da disposição dos cômodos de sua casa? () péssimo; () ruim; () bom; () ótimo;
34. Se pudesse, você organizaria os cômodos de forma diferente? _____
35. É exercida alguma atividade comercial ou de serviços aqui na casa? _____
36. O que você acha da aparência da sua casa? () péssimo; () ruim; () bom; () ótimo;
37. Como é a área livre do terreno? Gramada ou calçada? Pq? _____
38. Você possui automóvel? (sim) (não) O que você acha do espaço para estacionar o veículo? _____
39. Qual a sua opinião sobre a segurança da moradia contra bandidos? () péssima; () ruim; () boa; () ótima
40. Vc fez alguma reforma ou ampliação na sua casa? Em que peça? Qual a área ampliada? _____
41. Você pretende ampliar a casa? Qual seria a primeira peça? _____
42. Forma de ampliação interna da residência: () fundos () frente () lateral () vertical () edícula _____

CONFORTO LUMÍNICO

43. Como é a iluminação da sua casa durante o dia? () péssimo; () ruim; () regular; () bom; () ótimo;

CONFORTO TÉRMICO

44. Como é a temperatura da sua casa no verão? () péssimo; () ruim; () regular; () bom; () ótimo;

45. Como é a temperatura de sua casa no inverno? () péssimo; () ruim; () regular; () bom; () ótimo;

46. Você usa aquecedores elétricos ou fogão a lenha para se aquecer no inverno? (2) sim (4) não _____

47. Como é a ventilação na cozinha da sua casa? () péssimo; () ruim; () regular; () bom; () ótimo;

48. Como é a ventilação no banheiro da sua casa? () péssimo; () ruim; () regular; () bom; () ótimo;

49. Como é a ventilação no resto da sua casa? () péssimo; () ruim; () regular; () bom; () ótimo;

50. O que você acha do tamanho das janelas? () péssimo; () ruim; () regular; () bom; () ótimo;

51. O que você acha da localização das janelas? () péssimo; () ruim; () regular; () bom; () ótimo;

52. Você acha os ambientes úmidos? (2) sim (4) não _____

53. Você já observou focos de umidade ou bolor na sua casa? (2) sim (4) não (3) onde? _____

CONFORTO ACÚSTICO

54. O que vc acha da distância das janelas das casas vizinhas em relação à sua privacidade?

() péssimo; () ruim; () regular; () bom; () ótimo;

55. O que vc acha do barulho vindo de áreas vizinhas ou externas?

() péssimo () ruim () regular () bom () ótimo

56. De onde vem o barulho que lhe perturba? () som casas vizinhas () veículos pesados () crianças na vizinhança () som de carros () outra fonte

57. As paredes externas deixam passar barulho para dentro de casa? (2) sim (4) não _____

58. As paredes internas deixam passar barulho de um cômodo para outro? (2) sim (4) não _____

ESTANQUEIDADE

59. Qual a condição da cobertura, com relação a goteiras e infiltração de água?(péssimo)(ruim)() bom;() ótimo;

DURABILIDADE E MANUTENABILIDADE

60. O que você acha dos materiais da casa: paredes, cobertura, piso? _____

61. O que você acha das paredes internas serem em madeira/alvenaria? _____

62. Qual a sua opinião sobre o acabamento das paredes da moradia?

() péssimo; () ruim; () bom; () ótimo; () não tinha acabamento

63. Qual a qualidade dos materiais das portas e janelas, bem como a facilidade de abrir e fechar?

() péssima; () ruim; () boa; () ótima

64. Você já observou algum problema na sua casa (por ex., inst. elétrica, caixilhos; trincas; etc.) (1) sim (2) não (3) quais? _____ (4) onde? _____

65. Houve a necessidade de reparos ou reformas na casa? _____

66. Qual a melhoria mais importante que foi feita na casa? (1) alteração e retirada de paredes (2) rev. paredes (3) piso (4) forro (5) inst. hidrául. (6) inst. elétr. (7) aberturas (8) nsa (9) por quê? _____

CUSTOS

67. Quanto a prefeitura/associação cobrou pela sua moradia? _____

68. Quanto já se gastou em consertos na sua casa? (valor médio das respostas positivas) _____

69. Quanto já se gastou em melhorias na sua casa? (valor médio das respostas positivas) _____

70. Levando em conta o preço da casa, você está satisfeito com ela? _____

Comentários adicionais do entrevistado

Agradecemos muito a sua valorosa cooperação.

TABELA GERAL: Resultado comparativo da opinião dos usuários com relação às condições de conforto térmico, acústico e lumínico.

	Questões																
	Nºm	amp	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29
NE H1-16	3	2	4	4	4	2	4	3	4	4	4	4	2	4	4	4	4
NE H1-15	5	2	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2
NE H1-14	5	4	5	1	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2
NE H1-13	4	2	4	2	2	2	4	4	4	4	4	2	4	4	2	2	
NE H1-12	4	2	4	2	4	2	4	2	4	4	4	3	2	4	4	2	2
NE H1-11	4	2	4	4	5	2	4	4	4	4	4	4	2	4	4	2	4
NE H1-10	6	2	4	1	4	2	4	2	4	4	4	4	4	4	1	2	2
NE H2-11	1	4	4	5	2	2	4	4	4	4	2	2	4	2	4	4	
NE H2-10	5	2	3	5	4	2	4	2	4	2	4	3	2	4	4	2	2
NE H2-09	5	4	5	1	5	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NE H2-08	9	2	3	4	2	2	2	3	4	4	3	2	2	2	1	2	2
NE H2-07	4	2	4	5	2	2	4	4	4	4	4	4	2	4	2	2	2
NE H2-06	2	4	4	1	1	4	4	4	4	4	2	2	4	4	2	2	
NE H2-05	2	2	4	1	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NE H2-04	5	2	4	1	2	2	4	3	4	2	4	4	2	2	2	4	4
NE H2-03	2	4	5	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	2	1	2	2
NE H2-02	2	2	3	1	2	2	4	4	4	4	4	3	2	2	1	2	2
NE H2-01	2	2	4	1	1	2	4	4	4	4	4	3	2	4	2	4	4
SL I-01	5	2	4	4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	4	2	4	4
SL I-02	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SL I-03	2	2	5	1	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SL I-05	5	2	4	1	4	2	4	4	4	4	4	3	2	4	2	4	4
SL I-06	6	2	4	2	4	4	4	2	4	4	4	2	2	4	4	4	4
SL I-07	5	2	5	2	2	4	4	4	4	4	4	2	2	4	1	2	4
SL I-08	5	2	4	4	4	2	4	2	4	2	3	4	2	4	4	4	2
SL I-09	3	2	4	2	4	2	4	4	4	4	4	3	4	4	2	4	4
SL I-10	4	2	4	1	4	2	4	4	4	3	3	2	2	4	4	4	4
SL I-11	2	4	5	5	5	2	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4
SL I-12	3	4	5	2	1	2	3	4	4	4	4	2	2	2	4	2	2
SL I-13	5	2	5	5	2	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	2
SL I-14	5	2	4	5	4	2	4	2	4	2	3	2	4	2	4	4	2
MB H1-02	5	2	4	1	1	2	4	2	4	4	4	4	4	2	1	2	2
MB H1-03	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	2	2
MB H1-04	5	4	4	1	2	2	2	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2
MB H1-05	6	2	4	1	5	2	4	2	4	4	4	4	4	4	2	2	4
MB H1-06	4	2	4	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4	1	2	2
MB H1-07	4	2	4	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2
MB H1-08	1	2	4	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	1	2	2
MÉDIANE	3.9	2.6	4.0	2.3	2.7	2.3	3.9	3.4	4.0	3.8	3.9	3.4	2.7	3.6	2.9	2.7	2.8
MÉDIASL	4.1	2.3	4.4	2.9	3.2	2.5	3.9	3.4	4.0	3.6	3.8	2.9	2.8	3.7	3.3	3.5	3.4
MÉDIAMB	4.1	2.6	4.0	1.1	2.6	2.6	3.4	3.1	4.0	4.0	4.0	4.0	3.1	3.4	1.9	2.0	2.3
DESVPAD	1.6	0.9	0.5	1.6	1.4	0.8	0.6	0.9	0.0	0.6	0.3	0.9	1.0	0.8	1.3	1.0	1.0

Nºm – número de moradores na unidade habitacional.

Amp – ampliações na unidade habitacional.

Tabela 01: Escala de valores de satisfação ou atributos adotada na tabela geral.

		VALORES				
		1	2	3	4	5
ATRIBUTOS	14. Como é a iluminação da sua casa durante o dia?	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
	15. Como é a temperatura da sua casa no verão?	Bastante quente	Quente	-----	Boa	Agradável
	16. Como é a temperatura da sua casa no inverno?	Bastante fria	Fria	-----	Boa	Agradável
	17. Você usa aquecedores elétricos ou fogão a lenha para se aquecer no inverno?	-----	Sim	-----	Não	-----
	18. Como é a ventilação na cozinha da sua casa?	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
	19. Como é a ventilação no banheiro da sua casa?	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
	20. Como é a ventilação no resto da sua casa?	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
	21. O que você acha do tamanho das janelas?	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
	22. O que você acha da localização das janelas?	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
	23. Você acha os ambientes úmidos?	-----	Sim	Só no inverno	Não	-----
	24. Você já observou focos de umidade ou bolor na sua casa?	-----	Sim	-----	Não	-----
	25. O que você acha da distância das janelas das casas vizinhas em relação à sua privacidade?	-----	Prejudica	-----	Não prejudica	-----
	26. O que vc acha do barulho vindo de áreas vizinhas ou externas?	Incomod muito	incomod	-----	Não incomod	-----
	28. As paredes externas deixam passar barulho para dentro de casa?	-----	Sim	-----	Não	-----
29. As paredes internas deixam passar barulho de um cômodo para outro?	-----	Sim	-----	Não	-----	

Isolamento térmico da cobertura

Apresenta seção única, com 6,00m de largura e 8,00m de comprimento, totalizando uma área de 48,00m² e espessura total (e) de 0,074m (dado gerado pelo software), conforme pode ser visto na figura 5.1.

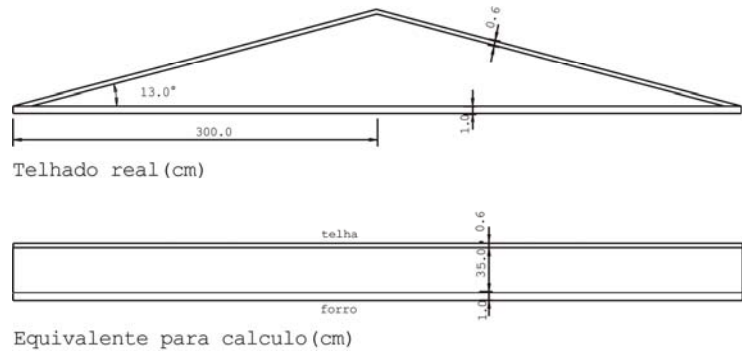


Figura 5.1: Telhado inclinado de fibrocimento, forro de pinus e câmara de ar não ventilada.

Os dados de entrada referentes às propriedades do componente são descritos na tabela 5.1, as propriedades térmicas dos materiais da cobertura estão indicadas na tabela 5.2, a seguir. Os dados da câmara de ar inseridos no software foram: tipo de ventilação: não ventilada, natureza da superfície: alta emissividade e espessura: maior que 0,05m. Todos foram selecionados no software Transmitância, com base na NBR-15220 (ABNT, 2005).

Tabela 5.1: Dados do Elemento/Componente

Fluxo de calor (inverno)	ascendente
Resistência Superficial Interna	0,10 (m ² .K)/W
Fluxo de calor (verão)	descendente
Resistência Superficial Interna	0,17 (m ² .K)/W
Resistência Superficial Externa	0,04 (m ² .K)/W
Superfície Externa	Reboco claro
Absortância (α) para Radiação Solar	0,50
Emissividade (ε) para Radiações	0,85

Tabela 5.2: Dados dos materiais componentes

Material	Espessura	Condutividade	Densidade	Calor específico
Placas de fibro-cimento	e = 0,004 m	λ = 0,65	ρ = 1600	c = 0,84
Câmara de ar	e = 0,35 m	λ = 0,2871	ρ = 0	c = 1,00
Forro de pinus	e = 0,01 m	λ = 0,15	ρ = 525	c = 1,34

Adequação de paredes externas

Apresenta seção composta por uma única camada de madeira, com espessura total (e) de 0,02m com altura de 2,70m e comprimento de 6,00m, conforme pode ser visto na figura 5.2.

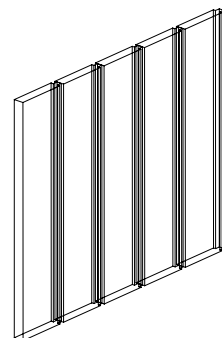


Figura 5.2 - Parede de madeira simples do tipo macho e fêmea.

Os dados de entrada referentes às características do componente são descritos na tabela 5.4, as propriedades térmicas dos materiais da vedação externa estão indicadas na tabela 5.5, a seguir. Os elementos em madeira de portas e janelas foram desconsiderados nos cálculos por constituírem uma parcela muito pequena da área total.

Todos foram selecionados no software Transmitância, com base na NBR-15220 (ABNT, 2005).

Tabela 5.4: Dados do Elemento/Componente

Fluxo de calor (inverno e verão)	horizontal
Resistência Superficial Interna	0,13 (m ² .K)/W
Resistência Superficial Externa	0,04 (m ² .K)/W
Superfície Externa	Pintura amarela
Absortância (α) para Radiação Solar	0,30
Emissividade (ε) para Radiações	0,90

Tabela 5.5: Dados do material componente

Material	Espessura	Condutividade	Densidade	Calor específico
Madeira (pinho ou pinus)	e = 0,02 m	λ = 0,23	ρ = 675	c = 1,34

Isolamento Térmico da Cobertura

Para o cálculo e análise do Isolamento Térmico da Cobertura, foi utilizada a metodologia descrita na NBR-15220 (ABNT, 2005), Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.

A cobertura é composta por telhado inclinado de chapas de fibro-cimento com forro de pinus e câmara de ar sem ventilação. Apresenta seção única, com 6,00m de largura e comprimento médio de 6.70, totalizando uma área de 40,20m² e espessura total (e) de 0,076m (dado gerado pelo software), conforme pode ser visto na figura 5.2. Os dados de entrada referentes às propriedades do componente são descritos na tabela 5.1 (apresentada anteriormente), as propriedades térmicas dos materiais da cobertura estão indicadas na tabela 5.4, a seguir. Os dados da câmara de ar inseridos no software foram: tipo de ventilação: não ventilada, natureza da superfície: alta emissividade e espessura: maior que 0,05m. Todos foram selecionados no software Transmitância, com base na NBR-15220 (ABNT, 2005).

Tabela 5.4: Dados dos materiais componentes

Material	Espessura	Condutividade	Densidade	Calor específico
Placas de fibro-cimento	e = 0,006 m	λ = 0,65	ρ = 1600	c = 0,84
Câmara de ar	e = 0,35 m	λ = 0,2871	ρ = 0	c = 1,00
Forro de pinus	e = 0,01 m	λ = 0,15	ρ = 525	c = 1,34

Adequação de paredes externas

As vedações verticais são compostas por alvenaria de blocos cerâmicos 6 furos circulares (10x15x20cm) com reboco em ambas as faces (2,5cm + 2,5cm). Assim, apresenta três seções distintas compostas por: três camadas (reboco + tijolo + reboco); cinco camadas (reboco + tijolo + ar + tijolo + ar + tijolo + reboco) três camadas (reboco + argamassa + reboco), com espessura total (e) de 0,15m, conforme pode ser visto na figura 5.1.

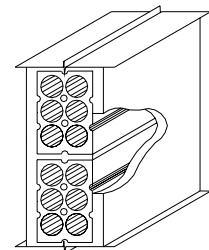


Figura 5.2 - Parede de blocos cerâmicos seis furos circulares rebocados em ambas as faces.

Os dados de entrada referentes às propriedades do componente são descritos na tabela 5.4, as propriedades térmicas dos materiais da vedação externa estão indicadas na tabela 5.5, a seguir. Os dados da câmara de ar inseridos no software foram: tipo de ventilação: não ventilada, natureza da superfície: alta emissividade e espessura: de 0,02m à 0,05m. Para tijolos ou outros elementos com câmaras de ar circulares, deve-se transformar a área da circunferência em uma área equivalente a um quadrado com centros coincidentes.

Os elementos metálicos de portas e janelas foram desconsiderados nos cálculos por constituírem uma parcela muito pequena da área total. Todos foram selecionados no software Transmitância, com base na NBR-15220 (ABNT, 2005).

Tabela 5.2: Dados dos materiais componentes

Material	Espessura	Condutividade	Densidade	Calor específico
Tijolo cerâmico	$e = 0,10$ m	$\lambda = 0,90$	$\rho = 1450$	$c = 0,92$
Argamassa comum	$e = 0,05$ m	$\lambda = 1,15$	$\rho = 1950$	$c = 1,00$
Câmara de ar	$e = 0,03$ m	$\lambda = 0,3125$	$\rho = 0$	$c = 1,00$

Isolamento Térmico da Cobertura

A cobertura é composta por telhado inclinado de chapas de fibro-cimento com forro de pinus e câmara de ar sem ventilação. Apresenta seção única, com largura média de 6,85m e comprimento médio de 7,00m, totalizando uma área de 48,00m² e espessura total (e) de 0,076m (dado gerado pelo software), conforme pode ser visto na figura 5.3.

Os dados de entrada referentes às propriedades do componente são descritos na tabela 5.1 (apresentada anteriormente), as propriedades térmicas dos materiais da cobertura estão indicadas na tabela 5.6, a seguir. Os dados da câmara de ar inseridos no software foram: tipo de ventilação: não ventilada, natureza da superfície: alta emissividade e espessura: maior que 0,05m. Todos foram selecionados no software Transmitância, com base na NBR-15220 (ABNT, 2005).

Tabela 5.6: Dados dos materiais componentes

Material	Espessura	Condutividade	Densidade	Calor específico
Placas de fibro-cimento	$e = 0,006$ m	$\lambda = 0,65$	$\rho = 1600$	$c = 0,84$
Câmara de ar	$e = 0,35$ m	$\lambda = 0,2871$	$\rho = 0$	$c = 1,00$
Forro de pinus	$e = 0,01$ m	$\lambda = 0,15$	$\rho = 525$	$c = 1,34$

Adequação de paredes externas

As vedações verticais são compostas por alvenaria de blocos cerâmicos 6 furos circulares (10x15x20cm) com reboco na face externa (2,5cm), totalizando 12,5 cm. Assim, apresenta três seções distintas compostas por: duas camadas (reboco + tijolo); quatro camadas (reboco + tijolo + ar + tijolo + ar + tijolo) e duas camadas (reboco + argamassa), com espessura total (e) de 0,125m, conforme pode ser visto na figura 5.1.

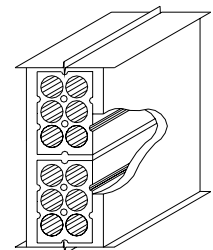


Figura 5.2 - Parede de blocos cerâmicos seis furos circulares rebocados em ambas as faces.

Os dados de entrada referentes às propriedades do componente são descritos na tabela 5.4, as propriedades térmicas dos materiais da vedação externa estão indicadas na tabela 5.5, a seguir. Os dados da câmara de ar inseridos no software foram: tipo de ventilação: não ventilada, natureza da superfície: alta emissividade e espessura: de 0,02m à 0,05m. Os elementos metálicos de portas e janelas foram desconsiderados nos cálculos por constituírem uma parcela muito pequena da área total. Todos foram selecionados no software Transmitância, com base na NBR-15220 (ABNT, 2005).

Tabela 5.2: Dados dos materiais componentes

Material	Espessura	Condutividade	Densidade	Calor específico
Tijolo cerâmico	$e = 0,10$ m	$\lambda = 0,90$	$\rho = 1450$	$c = 0,92$
Argamassa comum	$e = 0,025$ m	$\lambda = 1,15$	$\rho = 1950$	$c = 1,00$
Câmara de ar	$e = 0,03$ m	$\lambda = 0,3125$	$\rho = 0$	$c = 1,00$