

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**AVALIAÇÃO DE HABITAÇÕES CONSTRUÍDAS COM  
PAINÉIS DE PVC PREENCHIDOS COM CONCRETO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Karina Trevisan Latosinski**

**Santa Maria, RS, Brasil**

# **AVALIAÇÃO DE HABITAÇÕES CONSTRUÍDAS COM PAINÉIS DE PVC PREENCHIDOS COM CONCRETO**

**Karina Trevisan Latosinski**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de Concentração em Construção Civil e Preservação Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil**

**Orientador: Prof. Dr. José Mario Doleys Soares**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Trevisan Latosinski, Karina  
AVALIAÇÃO DE HABITAÇÕES CONSTRUÍDAS COM PAINÉIS DE PVC  
PREENCHIDOS COM CONCRETO / Karina Trevisan Latosinski.-  
2015.  
127 p.; 30cm

Orientador: JOSÉ MARIO DOLEYS SOARES  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil, RS, 2015

1. HABITAÇÃO 2. CONCRETO-PVC 3. AVALIAÇÃO PÓS  
OCUPACIONAL 4. SISTEMA CONSTRUTIVO I. DOLEYS SOARES, JOSÉ  
MARIO II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado**

**AVALIAÇÃO DE HABITAÇÕES CONSTRUÍDAS COM PAINÉIS DE  
PVC PREENCHIDOS COM CONCRETO**

elaborada por  
**Karina Trevisan Latosinski**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia civil**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**José Mario Doleys Soares, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Lisiane Pedroso Lima, Dra. (FEEVALE)**

**Luciana Fornari Colombo, Dra. (UFSM)**

Santa Maria, 09 de janeiro de 2015

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Prof. Dr. José Mario Doleys Soares pelo incentivo, disposição e confiança na realização dessa pesquisa. Pela amizade e compreensão frente aos percalços enfrentados durante esse período. Ainda, por compartilhar seus conhecimentos e dispor-se ao deslocamento até os empreendimentos analisados nesse trabalho.

À minha família que sempre me apoiou e incentivou na busca do conhecimento, sendo continuamente a minha fortaleza. Aos meus pais, Varlei e Vera, que sempre me passaram a tranquilidade necessária para buscar novos desafios. À minha vó, Claudina, que espera ansiosa pelo meu título de mestre, pelo carinho dedicado. À minha irmã, Daiane, pela amizade que mesmo de longe se mantém. Agradeço ao meu marido Wagner, que soube compreender minha distância em certas ocasiões e, mesmo assim, sempre me estimulou à seguir em frente.

À instituição Universidade Federal de Santa Maria pela graduação e oportunidade de seguir aprimorando meus conhecimento no Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – PPGEC/UFSM.

Ao PPGEC/UFSM pelo aprendizado e por todas as boas amizades feitas. Aos professores, à secretária Marília e aos colegas os meus sinceros agradecimentos. Ao Laboratório de Materiais da Construção Civil da UFSM pela colaboração na realização desse trabalho.

À CAPEs pela ajuda financeira concedida no ano de 2012.

Ao Eng. Marcus Daniel F. dos Santos pela contribuição com importantes informações necessárias ao desenvolvimento desse trabalho.

Às empresas Kaefe Construção e Incorporação, Pschichholz Edificações Inteligentes e Serial Engenharia, que foram atenciosas e prestativas em disponibilizar materiais que embasam significativamente essa pesquisa.

Aos moradores das tipologias estudadas que gentilmente doaram alguns minutos do seu tempo para responder ao questionário e tornaram viável a APO no sistema construtivo em estudo.

Agradeço a Deus por iluminar os meus caminhos e me manter firme na busca de bons objetivos e conseguir concluir essa etapa

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Universidade Federal de Santa Maria

### AVALIAÇÃO DE HABITAÇÕES CONSTRUÍDAS COM PAINÉIS DE PVC PREENCHIDOS COM CONCRETO

AUTORA: KARINA TREVISAN LATOSINSKI  
ORIENTADOR: JOSÉ MARIO DOLEYS SOARES  
Data e local da defesa: Santa Maria, 09 de janeiro de 2015.

O Brasil possui um alto déficit habitacional, todavia, sabe-se que a adequada condição de moradia pode refletir melhorias na qualidade de vida da população. No sentido de resolver tal problema e agregar maior produtividade e qualidade às construções residenciais, novas técnicas e novos materiais são desenvolvidos. Essa pesquisa buscou um melhor entendimento do sistema construtivo inovador composto por perfis de policloreto de vinila – PVC – preenchidos por concreto através de avaliações durante e pós-construção. Foram visitados seis conjuntos habitacionais em distintas cidades do estado do Rio Grande do Sul, BR, para aplicação de questionários aos moradores. Os conjuntos habitados inspecionados foram: Canoas Minha Terra II, Condomínio Valparaíso, Condomínio São Luiz, Loteamento Parque Novo Hamburgo, Residencial Terra Nativa e Parque São Pedro – de variadas tipologias e padrões construtivos. Ainda, foi acompanhada a execução do empreendimento Canoas Minha Terra I com a finalidade de identificar as etapas principais da construção de uma edificação com tal sistema construtivo e também retirar amostras para ensaio. Essas amostras apresentaram resultados inferiores às normas pertinentes. Já as avaliações dos moradores foram positivas quanto ao conforto e aparência da edificação. Entretanto, o principal problema relatado e também identificado *in loco* foi o excessivo acúmulo de umidade nas paredes por efeito da condensação e, conseqüentemente, o aparecimento de fungos. Tal problema obteve menor frequência no condomínio que possui acabamento interno dos ambientes sem deixar o PVC exposto. Logo, o sistema construtivo em questão confere maior rapidez, facilidade de transporte e execução se comparado aos métodos convencionais. Contudo, ele necessita de artifícios projetuais, tais como revestimento ou incremento de ventilação, para que os usuários não tenham incômodos gerados pelo acúmulo de água nas paredes.

**Palavras chave:** habitação, concreto, policloreto de vinila, pós-ocupação.

# ABSTRACT

**Master dissertation  
Post Graduate program in Civil Engineering  
Federal University of Santa Maria**

## **EVALUATION OF HOUSING IN PROFILES OF PVC FILLED IN CONCRETE**

**AUTHOR: KARINA TREVISAN LATOSINSKI**

**ADVISER: JOSÉ MARIO DOLEYS SOARES**

**Date and place of defense: Santa Maria, January 09, 2015**

Brazil has a high deficit of housing. However, it is known that adequate housing condition may reflect in improvements in the quality of life of the population. Aiming the solution of this problem and the delivery of increased productivity and quality to residential buildings, new techniques and new materials are developed. This study has sought a better understanding of the innovative building system composed of polyvinyl chloride profiles - PVC - filled with concrete through assessments made during and after construction. Six housing complexes were visited in different cities of the state of Rio Grande do Sul, BR, where the questionnaires were administered to residents. The following housing complexes were examined: Canoas Minha Terra II, Valparaíso Condominium, São Luiz Condominium, Loteamento Park Novo Hamburgo, Residential Terra Nativa and Park São Pedro – whose typology and constructive standards were diverse. In addition, the implementation of the Canoas Minha Terra I project was accompanied in order to identify the main construction stages of a building with such construction system and to take samples for testing. These samples showed inferior results when compared to the appropriate norms. The residents' reviews were positive about the comfort and appearance of the building. However, the main problem reported and identified *in loco* was the excessive accumulation of moisture on the walls following condensation, and consequently the appearance of mold. This problem was less frequent in the condominium that had internal finishing of the rooms with no exposed PVC. Therefore, the constructive system at stake provides more rapidity, transportation facility and execution when compared to conventional methods. However, it requires projective artifices such as coating or increased ventilation, so that users do not have inconveniences generated by the accumulation of water on the walls.

**Keywords:** housing, concrete, polyvinyl chloride, post-occupation



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Centro de Educação Infantil em Balneário Camboriú/SC.....	25
Figura 2 – Canaleta e perfis utilizados na montagem do sistema pelo fabricante “A”.	30
Figura 3 – Perfis do fabricante “B”.....	31
Figura 4 – Representação esquemática do perfil base.....	31
Figura 5 – Elementos para ajuste das paredes.....	32
Figura 6 – Painéis do sistema construtivo.....	35
Figura 7 – Perfil multifuncional e perfil médio.....	38
Figura 8 – Etapas da pesquisa.....	43
Figura 9 – Croqui de implantação do Loteamento Canoas Minha Terra II.....	45
Figura 10 – Planta baixa esquemática: Loteamento Canoas Minha Terra I e II.....	46
Figura 11 – Croqui de implantação Residencial Valparaíso.....	47
Figura 12 – Planta baixa esquemática: Valparaíso.....	48
Figura 13 – Croqui de implantação Condomínio São Luiz.....	49
Figura 14 – Planta baixa esquemática: Condomínio São Luiz.....	49
Figura 15 – Croqui de implantação Loteamento Parque Residencial Novo Hamburgo.....	51
Figura 16 – Planta baixa esquemática: Loteamento Parque Novo Hamburgo I e II....	51
Figura 17 – Planta Baixa: Loteamento Parque Novo Hamburgo/ Fase III e IV.....	53
Figura 18 – Croqui de implantação: Residencial Terra Nativa.....	54
Figura 19 – Planta baixa casa térrea (baseada em prospecto de venda).....	54
Figura 20 – Planta baixa sobrado (baseada em prospecto de venda).....	55
Figura 21 – Croqui de implantação: Residencial Parque São Pedro.....	54
Figura 22 – Planta Baixa esquemática: sobrado Parque Residencial São Pedro.....	56
Figura 23 – Divisão das funções dos colaboradores abordados.....	60
Figura 24 – Etapas da construção: (a) finalização das paredes e transporte do oitão; (b) várias fases da fundação à cobertura.....	61
Figura 25 – Habitações finalizadas: (a) unidade em fase de limpeza para entrega; (b) casa habitada pertencente à primeira fase de entrega.....	62
Figura 26 – <i>Radier</i> : (a) utilização dos gabaritos metálicos; (b) marcação de nível....	62
Figura 27 – Canaletas: (a) fixação sobre a fundação nos locais onde ficarão as paredes; (b) detalhe do desnível para não entrada das águas.....	63
Figura 28 – Montagem dos perfis: (a) encaixe com auxílio do martelo; (b) ao fundo no chão, perfis previamente encaixados em blocos.....	64
Figura 29 – Perfis: (a) encaixe dos módulos de PVC; (b) posicionamento dos reforços metálicos verticais.....	64
Figura 30 – Detalhamento do perfil horizontal superior.....	65
Figura 31 – Preparação para lançar o concreto: (a) escoramento dos perfis; (b) gabaritos metálicos para conter o concreto.....	65
Figura 32 – Passagem dos tubos pela canaleta base.....	66
Figura 33 – Instalações: (a) saídas de esgotamento; (b) passagens específicas para instalações hidráulicas; (c) perfil com caixa de passagem elétrica.....	66
Figura 34 – Concretagem: (a) no alto, mangueiras conduzindo o concreto; (b) interior da edificação mostrando as calhas para despejo do material e andaimes.....	67
Figura 35 – Efeitos do concreto: (a) desperdício do concreto devido à quebra da peça de PVC; (b) abaulamento causado pelo acúmulo do material.....	68
Figura 36 – Falhas no preenchimento dos perfis: (a) formação de vazio ; (b) transbordamento de concreto na superfície da parede.....	68
Figura 37 – Desaprumo dos fechamentos em PVC: (a) abaulamento não corrigido, (b) falta de prumada nos cantos; (c) vãos de aberturas fora de esquadro.....	69
Figura 38 – Elementos que compõem o telhado: (a) componentes gerais da estrutura de alumínio, (b) beirais e oitões.....	69

Figura 39 – Acabamentos: (a) parte externa, passarinheira; (b) forro interno PVC....	70
Figura 40 – Visão interna das aberturas:(a) portas de madeira: (b) alizar mal acabado.....	70
Figura 41 – Questionamento sobre a etapa mais importante da obra na concepção dos colaboradores.....	72
Figura 42 – Ensaio de compressão das paredes moldadas: (a) aspecto do concreto, (b) parede 1, (c) parede 3.....	73
Figura 43 – Avaliação sobre o tamanho dos cômodos – Canoas Minha Terra II.....	74
Figura 44 – Levantamento fotográfico: (a) ambiente interno do banheiro; (b) unidade com aquecedor solar de água para os chuveiros.....	74
Figura 45 - Avaliação sobre o tamanho dos cômodos – Valparaíso.....	78
Figura 46 – Levantamento fotográfico: (a) ambiente interno, ampliação; (b) fachada externa.....	78
Figura 47 – Avaliação sobre o tamanho dos cômodos – São Luiz.....	82
Figura 48 – Levantamento fotográfico: (a) fachada das unidades; (b) mofo internamente.....	82
Figura 49 – Levantamento fotográfico: (a) revestimento interno, (b) oitão externo.....	83
Figura 50 – Avaliação sobre o tamanho dos cômodos – Parque Res. Novo Hamburgo .....	86
Figura 51 – Levantamento fotográfico: (a) layout interno, (b) revestimento externo... ..	87
Figura 52 – Avaliação sobre o tamanho dos cômodos – Terra Nativa.....	90
Figura 53 – Levantamento fotográfico: (a) sobrados do conjunto; (b) casas térreas..	91
Figura 54 – Levantamento fotográfico: (a) trinca na textura; (b) lareira implantada; (b) manta colocada na cobertura.....	92
Figura 55 – Avaliação sobre o tamanho dos cômodos – São Pedro.....	94
Figura 56 – Levantamento fotográfico: (a) casa amarela com grades nas aberturas; (b) marca ocasionada por perfil incendiado.....	95
Figura 57 – Levantamento fotográfico: (a) colocação de manta na cobertura; (b) manchas na coloração do PVC.....	96
Figura 58 – Discussão: atendimento às expectativas do PVC.....	99
Figura 59 – Discussão: iluminação solar.....	99
Figura 60 – Discussão: desconforto térmico no verão.....	100
Figura 61 – Discussão: desconforto térmico no inverno.....	100
Figura 62 – Discussão: insegurança do material quanto incêndio.....	102
Figura 63 – Discussão: umidade excessiva.....	102
Figura 64 – Discussão: aparecimento de mofo.....	103

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Principais publicações .....	23
Tabela 02 – Principais propriedades do PVC.....	26
Tabela 03 – Requisitos para a caracterização dos componentes do sistema.....	28
Tabela 04 – Resultados dos Ensaios de Compressão Centrada de Painéis de PVC Preenchidos com Concreto Leve – Cargas Críticas Médias.....	33
Tabela 05 – Resultados dos ensaios de impacto de corpo mole.....	34
Tabela 06 – Avaliação dos ensaios realizados COPPE/UFRJ julho de 2001 para paredes com 64 mm de espessura.....	36
Tabela 07 – Resumo dos conjuntos habitados abordados.....	44
Tabela 08 – Programas de Provisão Habitacional envolvidos.....	57
Tabela 09 – Resultados dos ensaios realizados nas pequenas paredes.....	72
Tabela 10 – Resultados dos ensaios de compressão nos corpos de prova.....	73
Tabela 11 – Resumo do Loteamento Canoas Minha Terra II.....	78
Tabela 12 – Resumo Residencial Valparaiso.....	81
Tabela 13 – Resumo Condomínio São Luiz.....	85
Tabela 14 – Resumo Loteamento Parque Novo Hamburgo.....	89
Tabela 15 – Resumo Residencial Terra Nativa.....	93
Tabela 16 – Resumo Residencial Parque São Pedro.....	97
Tabela 17 – Síntese geral: principais aspectos positivos e negativos levantados.....	104



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1 Apresentação	12
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo geral	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
1.3 Justificativa	15
1.4 Estrutura da dissertação	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>17</b>
2.1 Breve histórico das Políticas Habitacionais Brasileiras	17
2.1.1 Programa Minha Casa Minha Vida	18
2.2 Déficit habitacional brasileiro	19
2.3 Novas tecnologias na produção de habitações	20
2.3.1 Sistemas Construtivos inovadores	22
2.3.1.1 Sistema de paredes em concreto com formas de PVC incorporadas	22
2.4 Sistema Concreto-PVC: componentes e especificações	24
2.4.1 Policloreto de Vinila – PVC	25
2.4.2 Concreto	27
2.4.3 Identificação e caracterização dos fabricantes do sistema	29
2.4.3.1 Fabricante “A”	29
2.4.3.1.1 Ensaios realizados com o perfil do fabricante “A”	30
2.4.3.2 Fabricante “B”	30
2.4.3.2.1 Ensaios realizados com o perfil do fabricante “B”	32
2.4.3.3 Fabricante “C”	34
2.4.3.3.1 Ensaios realizados com o perfil do fabricante “C”	35
2.4.3.4 Fabricante “D”	37
2.4.3.4.1 Ensaios realizados com o perfil do fabricante “D”	38
2.5 Abordagem sobre o desempenho do sistema construtivo	39
2.6 Avaliação Pós-Ocupação	40
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>43</b>
3.1 Método de pesquisa	43
3.2 Identificação e caracterização dos casos	43
3.2.1 Conjuntos habitados	44
3.2.1.1 Loteamento Canoas Minha Terra II	45
3.2.1.2 Condomínio Valparaíso	46
3.2.1.3 Condomínio São Luiz	48
3.2.1.4 Loteamento Parque Residencial Novo Hamburgo	50
3.2.1.4.1 Fase I e II	50
3.2.1.4.2 Fase III e IV	52
3.2.1.5 Residencial Terra Nativa	53
3.2.1.6 Residencial Parque São Pedro	55
3.2.2 Obra em execução	57
3.2.3 Perfil dos usuários de acordo com os empreendimentos	57
3.3 Definição da amostra	58
3.4 Instrumento utilizado para avaliação	58
3.4.1 Processo de abordagem para avaliação pós-ocupacional	59
3.4.2 Processo de avaliação da execução do sistema	59
3.5 Amostras do material e ensaios	60

<b>4 RESULTADOS E ANÁLISES</b> .....	<b>61</b>
<b>4.1 Acompanhamento do processo executivo e levantamento fotográfico</b> .....	<b>61</b>
4.1.1 Aspectos gerais.....	61
4.1.2 Fundações.....	62
4.1.3 Fechamentos verticais.....	63
4.1.4 Instalações: elétrica e hidráulica.....	66
4.1.5 Lançamento do concreto.....	67
4.1.6 Fechamento horizontal.....	69
4.1.7 Esquadrias.....	70
4.1.8 Avaliação pelos colaboradores.....	71
4.1.9 Resultados dos ensaios.....	72
<b>4.2 Avaliações Pós-ocupacionais (APO)</b> .....	<b>74</b>
4.2.1 Levantamento Loteamento Canoas Minha Terra II.....	74
4.2.2 Levantamento Residencial Valparaíso.....	78
4.2.3 Levantamento Condomínio São Luiz.....	82
4.2.4 Levantamento Loteamento Parque Residencial Novo Hamburgo.....	86
4.2.5 Levantamento Residencial Terra Nativa.....	90
4.2.6 Levantamento Residencial Parque São Pedro.....	94
<b>4.3 Síntese e análise dos resultados encontrados</b> .....	<b>98</b>
4.3.1 Discussão sobre o acompanhamento executivo e avaliação dos colaboradores.....	98
4.3.2 Discussão sobre a avaliação dos usuários.....	99
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>104</b>
<b>5.1 Sugestões para próximos trabalhos</b> .....	<b>107</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>109</b>
<b>APÊNDICE A – Questionários</b> .....	<b>113</b>
<b>ANEXO A – Levantamento fotográfico</b> .....	<b>117</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.2 Apresentação

A carência de moradia adequada é uma questão que envolve fatores econômicos, sociais, ambientais e também tecnológicos. No contexto da habitação se apoiam os principais anseios da população, tais como educação, inclusão, saúde, acessibilidade, segurança e demais necessidades para uma vida saudável (CHERKEZIAN e BOLAFFI, 1998). Assim, entende-se que a habitação tem forte relação causa e efeito no espaço urbano construído e nas relações sociais.

A habitação pode ser considerada como um dos indicadores das condições de vida de uma sociedade. O direito à moradia é uma necessidade básica do cidadão assegurada pela Constituição Federal (BRASIL, 1988). Desse modo, as políticas públicas para atendimento das populações menos favorecidas são de vital importância e devem realmente incorporar qualidade ao habitat dos destinatários.

Klein *et al.* (2004) afirmam que o esforço para a produção de moradia no Brasil é grande, mas se produz de forma artesanal, com custo elevado e qualidade inferior ao desejável. Tal forma de produção da habitação juntamente com o ainda expressivo déficit habitacional brasileiro denota a necessidade de alternativas, sobretudo no que se refere ao modo de produção das unidades habitacionais.

É importante racionalizar a construção desenvolvendo alternativas tecnológicas que atendam as necessidades de custo acessível, qualidade e durabilidade da edificação, facilidade de produção e redução do desperdício e dos impactos ambientais. Dessa maneira, uma das dificuldades dos empreendedores e demais agentes promotores de habitação é eleger a tecnologia que melhor atenda as necessidades e demandas na fase da construção das unidades.

As inovações tecnológicas são incentivadas pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQPH) e, através do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT) são organizados os procedimentos de avaliação técnica desses novos produtos para suprir a carência de normativas específicas. Busca-se aumentar a competitividade do setor produtivo e também beneficiar a sociedade com tecnologias mais eficientes e sustentáveis (BRASIL, 2010 b).

Um dos sistemas construtivos avaliados pelo SINAT é composto por perfis modulares encaixáveis de policloreto de vinila (PVC) preenchidos por concreto. Esse

sistema é empregado na construção de habitações de diferentes padrões no Estado do Rio Grande do Sul (RS), em diferentes cidades. Em decorrência disso, motiva a análise pós ocupacional nesses casos. Optou-se pelo estudo de tal, dentre outros sistemas inovadores, em virtude da significativa quantidade de loteamentos residenciais encontrados e da escassez de publicações à respeito do assunto.

O RS faz parte da classificação do clima subtropical, em uma faixa de transição para o clima temperado. De acordo com Köppen (1992), o estado possui grande variação térmica sazonal com verões quentes e invernos rigorosos. Dessa forma, a análise das edificações é relevante dentro do contexto climático das cidades de Canoas, Novo Hamburgo, Pelotas e Rio Grande, porém os resultados dessa pesquisa têm potencial para a adaptação do sistema estrutural em climas e culturas semelhantes.

Os materiais plásticos são tradicionalmente empregados nas instalações hidrossanitárias das edificações em tubos de PVC e de policloreto de vinila clorado (CPVC). Porém, vem se consolidando na construção civil o uso de elementos tais como os plásticos termofixos (resina), os elastômeros (silicone e neoprene) e, ainda, derivados do PVC como esquadrias, pisos e telhas. A principal vantagem desses materiais é a durabilidade. No caso do uso conjunto de PVC e concreto um expressivo benefício é a rapidez de construção e facilidade de encaixe das peças para compor as edificações.

Logo, o estudo é pertinente porque pretende fazer uma análise geral desde o material utilizado, execução e adequação ao contexto inserido até a aceitação dos moradores usuários. Através de tal estudo, portanto, espera-se compreender as etapas construtivas e o desempenho pós-ocupacional de edificações com esse sistema respondendo a questão: Como o sistema construtivo concreto-PVC é utilizado e avaliado por seus usuários no RS? Com isso, será possível elencar as potencialidades em relação aos métodos empregados usualmente na construção de habitações. O entendimento dessas questões é essencial para a correta escolha do método construtivo aplicado em empreendimentos habitacionais, pois tem efeito nas fases de projeto e nas implicações durante a vida útil da edificação.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

O objetivo da pesquisa é verificar o comportamento de sistema construtivo constituído por perfis de policloreto de vinila (PVC) preenchidos com concreto em unidades habitacionais térreas e sobrados existentes em cidades do Rio Grande do Sul/BR através de avaliação durante as fases construtiva e pós-ocupacional. Busca-se com isso, apontar aspectos positivos e negativos do sistema construtivo de acordo com os resultados obtidos pelas respostas dos moradores, executores, verificações em ensaios e vistoria *in loco*.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Como forma de analisar o desempenho do sistema construtivo em questão, os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Avaliar a pós-ocupação dos empreendimentos construídos sob o aspecto funcional, tecnológico e arquitetônico através da opinião de moradores e vistorias técnicas a fim de fornecer recomendações de uso para novos projetos;
- identificar potencialidades, bem como dificuldades no processo de execução do sistema construtivo com base na opinião dos colaboradores executores;
- realizar ensaios com as amostras retiradas do conjunto em execução visitado para verificar se a resistência do material encontrado na obra está em conformidade com as recomendações técnicas pertinentes;
- verificar a viabilidade do sistema construtivo frente às características do ambiente em que se insere, considerando a replicação de tal técnica para demais cidades de igual contexto;

### **1.3 Justificativa**

Verificar a qualidade dos projetos arquitetônicos e a eficiência desses na vida dos usuários é sempre pertinente, não somente no âmbito da habitação de interesse social (HIS). Entretanto, atentar maior preocupação com tais edificações destinadas às famílias de baixa renda – zero a três salários mínimos – é importante para auxiliar moradores que, sem recursos, não podem investir em melhorias nas habitações e conseqüentemente nas suas condições de vida.

Inicialmente, essa pesquisa se propôs a avaliar habitações de interesse social construídas com paredes de concreto com PVC incorporado. Todavia, nos mesmos municípios em que estavam locados esses empreendimentos também existiam conjuntos habitacionais com outros padrões de renda e com maior tempo de ocupação. Considerando a relevância do tempo de ocupação e da variação de tipologias, buscou-se analisar a opinião de ambos os moradores.

A relevância da avaliação pós-ocupação (APO) está em demonstrar o cenário existente no local considerado e retroalimentar os próximos projetos e estudos. Nesta pesquisa, a avaliação voltou-se ao sistema construtivo composto por paredes de concreto desenvolvidas em formas de perfis de PVC, que é considerado um método inovador pelo SINAT e ainda possui poucas publicações relativas ao desempenho ocupado e comportamento do material. Logo, a avaliação sistematizará informações que permitirão auxiliar indiretamente os moradores abordados e diretamente os envolvidos no meio técnico por meio da publicação da pesquisa e demais artigos no meio científico. Os relatos sobre as experiências construtivas poderão, dessa forma, disseminar e difundir o conhecimento sobre o comportamento da tecnologia.

### **1.4 Estrutura da dissertação**

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos:

No Capítulo I encontra-se a introdução, que contextualiza e justifica a relevância do tema da pesquisa e também aponta os principais objetivos do estudo.

No Capítulo II é abordada a revisão bibliográfica de temas pertinentes ao trabalho, tais como habitação de interesse social, programas habitacionais,

tecnologias construtivas inovadoras, avaliação pós-ocupação e, especificamente, o sistema construtivo composto por paredes de concreto e formas incorporadas de PVC.

No Capítulo III é apresentada a descrição do método de pesquisa adotado para desenvolvimento do trabalho, contemplando a caracterização dos conjuntos habitacionais visitados e a quantificação da amostra populacional escolhida.

No Capítulo IV são mostrados os resultados das abordagens nos conjuntos habitacionais, as análises desses resultados e os comparativos entre os conjuntos visitados.

No Capítulo V são apresentadas as conclusões obtidas e identificadas as considerações para próximos trabalhos.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo expõe referências teóricas sobre políticas e programas habitacionais brasileiros, a situação deficitária de moradias no país e tecnologias envolvidas na construção civil para remediar essa problemática. Em relação aos sistemas construtivos, apresentam-se conceituações relacionadas aos perfis de PVC e concreto, foco principal desse trabalho. Ainda, são abordadas referências ligadas à metodologia da pesquisa utilizada, tal como avaliação pós-ocupação em conjuntos habitacionais populares e avaliações de desempenho para sistemas construtivos.

### **2.1 Breve histórico das Políticas Habitacionais Brasileiras**

Durante o período do governo Getúlio Vargas (1930-1945) a temática da habitação social se fortaleceu, “consolidou-se a noção de que cabia ao Estado garantir condições dignas de moradia e que, para tanto, era preciso investir recursos públicos e fundos sociais”, diz Bonduki (1998). Desde então, prevalecia o incentivo ao financiamento da casa própria principalmente pelas carteiras prediais dos Institutos de Aposentadorias e Pensões (IAPs).

Após o golpe militar de 1964, na tentativa de estimular a economia, criou-se o Banco Nacional da Habitação (BNH) e o Sistema Financeiro da Habitação (SFH). Esse último, posteriormente, instituiu nos financiamentos uma fonte de recursos vinculada aos salários, Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS).

Pela primeira vez no país se estruturava uma política habitacional com gestão centralizada. No entanto, o BNH não atingia a camada mais pobre da população porque excluía da triagem as famílias com renda inferior a um salário mínimo (BONDUKI, 1998). Foram constituídas as Companhias Habitacionais (COHABS), que atuavam como agentes promotores da construção de moradias para a população de baixa renda, sendo responsáveis pela capilaridade do sistema, visto que tinham controle estadual ou municipal.

Segundo Azevedo (1988), a expansão foi progressivamente transformando o BNH em um banco de variados segmentos. Porém a questão habitacional calcava-se no número de unidades produzidas com predomínio das implantações periféricas dos assentamentos. A política urbana ficava subordinada à produção em massa,

privilegiando aspectos financeiros privados (empresariais e fundiários) em detrimento das questões sociais (MARICATO, 1998).

Desde o início da década de 1980 o sistema de crédito baseado no FGTS e na poupança sofreu com a recessão econômica e seus efeitos no mercado de trabalho. Em meio à crise, no ano de 1986 o governo decretou a extinção do BNH. Suas atribuições foram pulverizadas para diversos órgãos e os ativos transferidos para a Caixa Econômica Federal (CEF). No período seguinte, até a criação do Ministério das Cidades em 2003 a descontinuidade nas estratégias adotadas denotou certa fragilidade institucional em relação à uma política habitacional.

A partir da implementação do Ministério das Cidades e criação da Secretaria Nacional de Habitação (SNH), foi iniciado um movimento para estruturar diretrizes relacionadas à moradia articuladas aos preceitos de desenvolvimento urbano (BRASIL, 2004). Logo, compete à SNH avaliar e instrumentar a prática da Política Nacional da Habitação, no que diz respeito aos sistemas de habitação.

Em 2007 foi lançado o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) destinado a investir em infraestrutura, habitação e saneamento. No que tange à habitação, o foco é dado à reurbanização de favelas e assentamentos precários existentes (BRASIL, 2010 a). Na segunda versão do PAC, que é dividido em vários eixos de investimento, o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) se destaca pelo quantitativo de unidades construídas, observado no próximo subitem desse estudo.

O entendimento das distintas fases na gestão da questão habitacional brasileira e as políticas experimentadas permitem destacar a falta de um compasso entre os interesses políticos, privados e sociais ao longo dos anos no país e de uma linearidade nos caminhos dessa política para o desenvolvimento urbano.

### 2.1.1 Programa Minha Casa Minha Vida

No ano de 2009, o governo lançou o programa Minha Casa Minha Vida para alavancar a economia através dos efeitos gerados pela indústria da construção e aumentar o volume de crédito para a aquisição de moradias a juros baixos e subsídios para o acesso das famílias de baixa renda (CARDOSO, 2013).

O público-alvo do programa MCMV são as famílias com renda de até dez salários mínimos. Entretanto, aquelas que possuem de zero a três salários podem

ter subsídio integral no financiamento do imóvel. A meta, ao final da primeira fase do programa, era construir um milhão de casas, sanando cerca de 15% do déficit habitacional do país na época, de acordo com Moreira (2013).

A execução dos empreendimentos é realizada por construtoras vinculadas à CEF e são encarregadas da produção em regime de condomínios ou loteamentos. A produção “por oferta” como é classificado tal programa para habitações de interesse social, significa que o empreendedor define terreno e projeto – conforme especificações gerais da Caixa – e, na sequência, vende o que produz para a CEF que encaminha à população cadastrada.

É inegável que nos últimos anos a produção de habitação alavancada pelo MCMV foi um vetor de desenvolvimento e distribuição de renda no país. Assim, a mobilidade social ocasionada exige novos avanços na democratização do espaço além da qualidade construtiva das moradias, visto que a habitação liga-se diretamente ao bem estar da população (ROLNIK, 2012).

## **2.2 Déficit habitacional brasileiro**

Do final da década de 1990 até o período recente, o Brasil experimentou um período de crescimento econômico com elevação do seu Produto Interno Bruto anual. Isso é reflexo das mudanças na condução da política econômica que, entre outras medidas, passou a incorporar maiores parcelas da população brasileira ao mercado (ALBUQUERQUE, 2011). Mesmo com maior investimento de crédito para a população de baixa renda, estudos do Ministério das Cidades apontam que a maior parte do déficit habitacional do país está concentrado nas famílias com renda entre zero e três salários mínimos (BRASIL, 2011).

O déficit habitacional pode ser considerado um indicador que contribui fortemente para a avaliação da política habitacional. Para isso, são identificadas as más condições das unidades habitacionais existentes em quatro categorias, segundo o Instituto de Economia e Pesquisa Aplicada (IPEA): domicílios precários; situação de coabitação; domicílios cujo valor do aluguel é superior a 30% da renda domiciliar total e domicílios em situação de aluguel com mais de três habitantes utilizando o mesmo dormitório.

Em nota técnica divulgada em 2013 (IPEA), o déficit habitacional brasileiro caiu no período entre os anos de 2007 e 2011, passando de quase 5,6 milhões em 2007 para cerca de 5,4 milhões em 2011. Conforme esse estudo, que está baseado em dados do CENSO de 2010 e da Pesquisa Nacional de Amostra em Domicílios (PNAD), a parcela mais significativa do déficit permanece urbana e mais expressiva nas grandes capitais. Ainda, atualmente cerca de 70% do déficit está concentrado nas famílias com renda na faixa de zero a três salários.

Em virtude dos altos índices de inadequação de moradia, fica evidente que as políticas públicas de provisão habitacional carecem de melhorias no sentido de associar o fortalecimento do poder de gestão sobre o território e o acesso à terra, imprimindo um molde diferenciado dos programas habitacionais já implantados. Assim, somente a injeção de recursos para provisão de moradias – tal como o programa atual do governo – não será suficiente para mudar a realidade das cidades brasileiras (MARICATO, 2012). Isso tudo motiva estudos em novas tecnologias construtivas que conciliem qualidade, rapidez e baixo custo para a construção de habitações de baixo custo.

### **2.3 Novas tecnologias na produção de habitações**

No Brasil, historicamente, o desenvolvimento tecnológico da construção civil acontece de maneira bastante lenta. No entanto, Barros e Sabbatini (2003) analisam que a situação social, política e econômica recente é propícia para inovações no setor. Tal inovação está ligada ao ambiente de produção, seja por um novo produto ou serviço incorporado, ou novo processo ou técnica (BONIN; AMORIN, 2006).

A dinâmica da indústria da construção reage atrelada aos incentivos governamentais. Dessa maneira, a existência de um programa habitacional com investimentos pesados e metas que tangem milhões de unidades, juntamente com o incremento de renda da população gera um expressivo número de consumidores. Há necessidade de maior rapidez e eficiência no fornecimento de moradias (CASTRO; KRUGUER, 2013). Além disso, incentiva as empresas a “pensar tecnologia como ferramenta de competitividade” (MARTINS; BARROS, 2002).

Por outro lado, a resistência dos profissionais envolvidos na construção civil em assumir mudanças no sistema tradicionalmente utilizado e a dependência de

pesquisas em novos materiais e equipamentos protelou, por muito tempo, a difusão de inovações no setor, conforme analisa Barros e Martins (2002).

Na tentativa de incorporar o conceito de desempenho e criar normativas brasileiras para novos sistemas construtivos, o BNH, investiu em pesquisas através do Instituto de Pesquisas e Tecnologia de São Paulo. Em 1981, foi elaborado um dos primeiros relatórios no Brasil com critérios sobre a Avaliação de Desempenho de Sistemas Construtivos Inovadores (IPT, 1981 apud GONÇALVES, 2003). Alguns anos mais tarde, o mesmo instituto lançou um documento com critérios mínimos de desempenho específico para habitações térreas de interesse social, segundo Gonçalves (2003). O autor aponta que analisar desempenho implica em definir qualitativa e/ou quantitativamente as condições que devem ser atendidas quando utilizado normalmente e quais os parâmetros de avaliação da edificação.

A criação do PBQP-H, estabelecido em 1998 e ampliado no ano 2000, tem por finalidade organizar duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a sua modernização produtiva. Logo, configura um novo campo para as tecnologias e organização de gestão no setor através de parcerias entre os vários segmentos da cadeia produtiva e Governo Federal (BRASIL, 2010 b).

Um dos projetos do PBQP-H, o SINAT, é encarregado de avaliar os novos produtos da construção enquanto não existem normas técnicas prescritivas específicas para os mesmos. O incentivo às novas técnicas de produção habitacional deve acontecer, sobretudo, sem aumentar o risco de insucesso no processo de inovação. Portanto, a importância do SINAT está, através de seus instrumentos, diretrizes e Documentos de Avaliação Técnica (DATec), em harmonizar os resultados de avaliações feitas por instituições distintas ou pela mesma avaliadora em períodos diferentes.

Os DATecs são exigidos pela CEF para financiamento de sistemas construtivos inovadores. Entretanto, esse agente financeiro poderá considerar viabilidade prévia da nova tecnologia através de um detalhamento do sistema (materiais, componentes, processos, produção e avaliação pós-ocupação) emitido por instituições com reconhecida competência e capacitação laboratorial. Já a viabilidade definitiva é aquela que comprova desempenho satisfatório para todos os requisitos da NBR 15.575 (ABNT, 2013) junto ao SINAT com o respectivo DATec e avaliação técnica de uso (CEF, 2010). Uma vez que o programa MCMV incentiva o

uso de novas tecnologias construtivas, essa criteriosa avaliação é positiva e evita a repetição de experiências mal sucedidas.

### 2.3.1 Sistemas Construtivos inovadores

Sistema construtivo pode ser entendido como um processo de variados níveis de industrialização e organização em um conjunto de componentes inter-relacionados e integrados ao processo de construção (SABBATINI, 1989). No tocante aos novos sistemas, é vital que sejam baseados em qualificações técnicas de materiais e componentes empregados, além de serem pertinentes às necessidades do usuário e a finalidade do espaço em si. Ainda, é necessário ainda soluções assertivas na relação custo/benefício, principalmente se de caráter social.

Para o desenvolvimento de uma sociedade, segundo Rogers (1995), não somente é necessário viabilizar a pesquisa e concepção de novas tecnologias, mas também criar canais de acesso para a efetiva implantação desses nos ambientes de produção. Assim, o próximo item dessa pesquisa caracteriza o sistema concreto-PVC abordando referenciais teóricos e principais usos.

#### 2.3.1.1 Sistema de paredes em concreto com formas de PVC incorporadas

O sistema formado por paredes estruturais de concreto com perfis de PVC incorporado concede alta produtividade, mesmo com uma equipe reduzida de mão de obra. Os perfis são encaixados e utilizados como formas para receber o concreto, além disso, servem de revestimento e acabamento final.

Empregada em habitações térreas e sobrados principalmente, tal tecnologia conforma paredes de espessuras variáveis. De acordo com os esforços estruturais, as instalações e a especificação de produção do fabricante varia a espessura de perfil de PVC utilizado. Os diferentes perfis modulares são vazados e acoplados uns aos outros por meio de duplo encaixe macho e fêmea (CICHINELLI, 2013).

Um caso pioneiro no país, foi a construção de 151 casas no município de São Luiz do Paraitinga/SP em 2010 para atender famílias desabrigadas pela enchente. O conjunto paulista foi finalizado após meses de obra. Para a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABPC, 2011), que prestou orientação técnica na construção, as

vantagens estão na rapidez de execução, obra limpa e sem desperdício e alta durabilidade dos materiais envolvidos.

Conforme mencionado na justificativa dessa pesquisa, existem poucos estudos científicos, principalmente no Brasil, referentes ao método construtivo. Deste modo, a Tabela 01 procura resumir as fontes mais relevantes disponíveis e pertinentes ao tema abordado nessa pesquisa.

Tabela 01 – Principais publicações

<b>Autor</b> <b>Tipo de Publicação</b>	<b>Principal contribuição</b>
De Zen, 1998 Patente (internacional)	Criação e registro do sistema estrutural com componentes termoplásticos.
Lanc, 2001 Patente (United States Patent)	Elaboração de um espaçador horizontal para as formas de PVC com o objetivo de unir os perfis e, assim, conter esforços laterais de tração nas paredes.
Souza, 2005 Dissertação (nacional)	Análise do processo de gestão e desempenho de habitações através de uma ferramenta de cruzamento de dados: o estudo compara dois casos construídos com concreto-PVC e conclui que são disponibilizadas insuficientes informações técnicas pelos fabricantes. Mesmo assim, o autor apresenta um comparativo entre os dois tipos de perfis em relação à norma de desempenho.
Kuder <i>et al</i> , 2009 Artigo (internacional)	Considerando o efeito do PVC no desempenho mecânico do concreto, o artigo afirma que o confinamento do material aumenta a resistência à compressão, reduz o estilhamento no rompimento, ainda, que a dureza das amostras é aumentada em flexão.
SINAT, 2010 Diretriz técnica (nacional)	Apresentação de critérios e requisitos mínimos recomendados para o sistema construtivo aplicado em casas térreas e sobrados isolados ou geminados nos lotes.
Schmidt, 2013 Monografia (nacional)	O trabalho demonstra que em APO no Residencial Carreiros em Rio Grande/RS observou-se baixo nível de rejeição ao PVC pelos moradores e insatisfação com relação à eficiência do isolamento acústico para casas térreas com paredes de 64mm de espessura.
Teixeira, 2013 Monografia (nacional)	Através de dados fornecidos por empresas, o estudo conclui um crescente uso do PVC na construção civil, entre outros componentes, na aplicação do sistema concreto/PVC.
Pschichholz, 2013 Patente (nacional)	Criação de uma adaptação no sistema construtivo que permite o encaixe dos perfis de PVC por deslizamento vertical e clicagem e uso de canaleta base

Esse sistema construtivo é o principal objeto de estudo desta pesquisa. Portanto, é pertinente um maior aprofundamento do método e das características

dos materiais envolvidos, tal como o PVC e o concreto. Dessa forma, os subitens que seguem serão específicos para o entendimento dos componentes do sistema

#### **2.4 Sistema Concreto-PVC: componentes e especificações**

A tecnologia é composta por perfis de PVC formados por extrusão com duplo encaixe lateral utilizados como formas para o preenchimento do concreto. Assim, o PVC é incorporado à parede dispensando outros revestimentos. Tais perfis, que são encaixados verticalmente, apresentam espessura mínima de 1,7mm (BRASIL, 2010 c) e podem configurar paredes de 6,4cm, 7,5cm, 8cm, 10cm ou 15cm de espessura, de acordo com o fabricante.

Não são necessários equipamentos pesados e ferramentas especiais para o uso dessa tecnologia. As paredes são ancoradas na fundação por meio de barras de aço posicionadas verticalmente ou canaletas metálicas fixadas na fundação, dependendo do fabricante. Nessas canaletas os perfis de PVC são acoplados um a um ou em blocos deslizando de cima para baixo.

Dependendo do projeto, armaduras verticais são necessárias para o reforço nos encontros dos fechamentos verticais e nas laterais de portas e janelas. Também devem ser posicionadas internamente à vedação as instalações elétricas e hidráulicas em tubulações específicas. Gabaritos nas aberturas necessitam ser precisamente colocados no sentido de evitar perdas de concreto. A partir da concretagem é formada uma parede monolítica e, por isso, o uso de concreto convencional fluido ou auto-adensável é recomendado para o completo preenchimento das formas sem necessidade de vibração (CICHINELLI, 2013).

O método pode ser utilizado para a construção de prédios de vários padrões e usos, tais como: industriais, institucionais (Figura 1), comerciais e residenciais de um até cinco pavimentos (NAKAMURA, 2008).



(a) (b)  
 Figura 1 – Centro de Educação Infantil em Balneário Camboriú/SC: (a) imagem interna; (b) imagem externa.

Fonte: MS Construtora

Devido à industrialização do processo, uma empresa fabricante divulga que uma habitação de interesse social de  $56 \text{ m}^2$  pode ser edificada em 7 dias utilizando aproximadamente  $7,50 \text{ m}^3$  de concreto (FABRICANTE “C”, 2006). A empresa fabricante fornece um kit com as paredes identificadas contendo a altura e posição que ocuparão na construção e também as plantas do projeto com igual identificação.

Os componentes básicos desse sistema são o PVC e o concreto. Um deles confere o acabamento e o outro, resistência mecânica. Logo, o entendimento do sistema está atrelado ao comportamento desses dois materiais.

#### 2.4.1 Policloreto de Vinila – PVC

O policloreto de vinila<sup>1</sup> é um polímero sintético feito à base de cloreto de sódio e derivados do petróleo. De maneira geral, os polímeros são constituídos por moléculas de cadeia longa com monômeros repetidos e unidos por fortes ligações. Essas moléculas são unidas por ligações secundárias, relativamente fracas, numa rede tridimensional (GORNINSKI, KAZMIERCZAK, 2007).

O PVC contém, em peso, aproximadamente 57% de Cloro e 43% de eteno, derivado do petróleo<sup>2</sup> (NUNES et. al, 2006). No processo de fabricação do PVC obtêm-se o cloro a partir da eletrólise do cloreto de sódio, que então reage com o eteno, ambos em fase gasosa compondo um gás que ao sofrer ação do calor forma

<sup>1</sup> O termo vinila é aplicado para todos os monômeros que possuem dupla ligação carbono-carbono.

<sup>2</sup> O óleo cru é destilado para a obtenção do nafta que posteriormente passa por craqueamento formando moléculas menores com ação de catalizadores e, por fim, o eteno.

a molécula monocloreto de vinila. Após o processo de polimerização é produzido o policloreto de vinila, uma substância apresentada em pó branco muito fino e inerte.

A polimerização do PVC é classificada como de adição, porque não perde parte da molécula. Por consequência, esse material é chamado termoplástico, já que pode sofrer aquecimento, resfriamento, moldagem, reaquecimento sem perder suas propriedades físicas iniciais. Essa característica torna-o facilmente remodelado através de uma combinação de pressão e temperatura, conferindo facilidade à reciclagem (GORNINSKI, KAZMIERCZAK, 2007). Algumas propriedades físicas e químicas gerais do PVC podem ser vistas na Tabela 2.

Tabela 02 – Principais propriedades do PVC

<b>Principais propriedades do PVC rígido</b>	
Massa molecular média: 20.000 a 150.000 g/mol	Temperatura de fusão: 273°C
Massa específica: 1,40 g/cm <sup>3</sup>	Temperatura de transição vítrea: 87°C
Resistência à tração: 31 – 60 MPa	Calor específico: 0,8 – 0,9 J/°C

Fonte: Adaptado de Nunes (2006) e Rodolfo (2010).

Os perfis de PVC que constituem o sistema somente poderão ter cores claras com absorvância ( $\alpha$ )  $\leq 0,6$ , pois a temperatura de serviço máxima dos perfis é da ordem de 60°C. Tais requisitos considerados na avaliação do SINAT são apresentados na Tabela 3.

Tabela 03 – Requisitos para a caracterização dos componentes do sistema

<b>Painéis de PVC rígido</b>	
Resistência do PVC aos raios ultravioleta (exposição de placas de PVC em câmara de CUV-UVB)	2000 horas de exposição em câmara de CUV com lâmpada de UVB.
Módulo de elasticidade na flexão (antes e depois CUV)	$R_{\text{após o envelhecimento}} \geq 0,7 R_{\text{inicial}}$
Resistência ao impacto: realizar ensaio de impacto Charpy ou ensaio de impacto na tração (antes e após exposição em câmara de CUV)	$R_{\text{impacto charpy inicial}} \geq 12\text{KJ/m}^2$ ou $R_{\text{impacto na tração inicial}} \geq 400 \text{KJ/m}^2$
Aspecto visual após ensaio de envelhecimento acelerado	As duas faces do corpo de prova devem ser avaliadas: sem bolhas, sem fissuras ou escamações, após exposição de 200 horas em câmara CUV, com avaliação a 500h, 1000h, 1500h e 2000h.

Fonte: BRASIL, 2010 c.

A presença de átomos de cloro torna a molécula de PVC polar e com maior afinidade aos aditivos. O cloro presente determina também a resistência às altas temperaturas, baixo índice de inflamabilidade e extinção de chamas durante sua combustão (WEIL, LEVCHIK, MOY, 2006, apud RODOLFO, 2011). Ainda em consequência da presença do cloro, na combustão é formado o cloreto de hidrogênio (HCl) que se trata de um gás irritante de fácil detecção pelo seu odor. Nas paredes de geminação desse sistema construtivo a resistência ao fogo mínima é de 30 minutos mantendo integridade estrutural, estanqueidade das chamas e isolamento térmico por recomendação técnica da Diretriz nº 04 do SINAT.

Os plásticos rígidos, como o PVC, suportam alto grau de tensão sob a temperatura ambiente devido as suas características moleculares. Assim, apresentam boa resistência mecânica e durabilidade, bem como alto módulo de elasticidade e baixo peso (GORNINSKI, KAZMIERCZAK, 2007). A conformação dos perfis rígidos do sistema construtivo é obtida através do processo de extrusão ou co-extrusão da matriz polimérica.

A alta resistência à penetração ou dureza são características básicas do PVC rígido e podem aumentar de acordo com os aditivos incorporados no material (NUNES et. al, 2006). No caso dos perfis de PVC, os fabricantes divulgam a incorporação de lubrificantes, modificadores de acrílico, ceras e protetores dos raios UV - como o titânio ou estanho (FABRICANTE "C", 2006). O dióxido de titânio além de conferir a pigmentação branca é utilizado principalmente em compostos de PVC submetido à exposição das intempéries. Segundo Nunes (2006), devido ao alto índice de refração da substância, ocasiona forte efeito de dissipação dos raios UV principalmente quando aliado aos óxidos de alumínio.

As adições químicas do PVC, aliadas ao tratamento dado para a incidência de luz solar faz desse um material durável, que também é leve e facilmente moldado para a utilização nos perfis.

#### 2.4.2 Concreto

Na mistura do concreto, o cimento juntamente com a água envolve as partículas do agregado de distintas dimensões produzindo um material capaz de ser moldado em formas e, depois de algum tempo endurecido em uma reação

irreversível desses componentes que alcançam excelente desempenho estrutural (HELENE; ANDRADE, 2010). Essa rápida definição dos autores demonstra a importância do cimento nas misturas de concreto.

O cimento Portland, frequentemente utilizado na construção civil, é composto principalmente por silicatos e aluminatos que reagem com a água formando novos produtos em um processo complexo de hidratação. Além de água e agregados, a mistura poderá receber aditivos, fibras e adições minerais. Para Helene e Andrade (2010), o emprego desses elementos está cada vez mais frequente a fim de atender à durabilidade e trabalhabilidade necessárias e específicas a cada obra.

O sistema construtivo com formas de PVC incorporadas exige um concreto bastante fluido, com *slump* de  $21 \pm 3$  cm ou espalhamento maior ou igual a 70 cm (BRASIL, 2010 c), para melhor preenchimento dos perfis sem necessidade de adensamento por vibração. A fluidez da mistura dependerá, essencialmente, da distribuição granulométrica dos finos e da quantidade de água adicionada expressa pela relação água/cimento.

Os fabricantes dessa tecnologia especificam o emprego de concreto comum fluido (CC) ou auto-adensável (CAA), todos utilizando somente a compactação com golpes de martelo de borracha na superfície externa das formas de PVC. Em alguns casos, concreto leve foi utilizado para o melhoramento térmico e acústico. Porém, de acordo com a diretriz nº 04 do SINAT para essa tecnologia, aos 28 dias, a resistência à compressão característica do concreto deve ser, no mínimo, de 20MPa. Esse valor consta também nas recomendações da ABNT NBR 6118:2014

Repetto (2001) demonstra que o concreto auto-adensável é obtido a partir dos mesmos materiais do concreto convencional, porém com quantidade mais expressiva de finos (não necessariamente mais cimento) e aditivos. O mesmo autor analisa que em peças onde não exijam elevada resistência – tal como as habitações com PVC – adições minerais devem ser incorporadas no sentido de aumentar a retenção de água na mistura e o volume de pasta sem o incremento de cimento. Dentre os aditivos empregados estão os dispersantes conhecidos como superplastificantes e, por vezes, são utilizados os promotores de viscosidade.

O CAA é um material fluido que se molda facilmente no espaço em que for lançado devido ao seu próprio peso mantendo, com isso, a homogeneidade da mistura. Apresenta três fundamentais propriedades: coesão, fluidez e resistência à segregação. Ferraris et. al (2000, apud ALMEIDA FILHO) considera que para ser

auto-adensável não basta ser fluido, o concreto deve preencher a forma inteiramente promovendo compactação sem segregação. Ressalta-se que para a segregação, o fator mais influente é a tensão de escoamento da pasta que se relaciona com o excesso de pasta necessário para espaçar os agregados (REPETTE, 2011).

Como a durabilidade do concreto está atrelada às propriedades microestrutura, no que se refere à penetração de cloretos e carbonatação, os componentes finos contribuem positivamente para a vida útil nas peças de CAA, mesmo que ainda não existam confirmações de estudos a longo prazo nesse material segundo Repette. Outro ponto positivo na visão de Almeida Filho (2006) é que, embora a metodologia para determinar a composição do traço do CAA necessite rígido controle tecnológico dos materiais envolvidos, isso pode ser compensado pela qualidade e durabilidade além do ganho de produtividade na obra.

Pode-se considerar uma questão relevante à durabilidade do concreto nesse sistema construtivo, seja convencional ou auto-adensável, o fato que ele permanece protegido nas formas de PVC conferindo uma maior proteção a patologias no pós-obra. No que diz respeito às questões ambientais, é sabido que o PVC pode ser facilmente reciclado, já o concreto poderá incorporar adições minerais consideradas resíduos das manufaturas de outros materiais para agregado na mistura.

#### 2.4.3 Identificação e caracterização dos fabricantes do sistema

Considerando o mesmo sistema construtivo existem diferentes fabricantes dos perfis de PVC. Assim, podem ser encontradas particularidades nas peças, na execução ou no desempenho de cada um, conforme abordado nos próximos itens.

##### 2.4.3.1 Fabricante “A”

Entre os fabricantes abordados nessa pesquisa esse é o mais recente no mercado. Segundo o fabricante, a sua vantagem é ter corrigidas as falhas de outros produtores do sistema (informação verbal). O produto foi patenteado em 2013.

Os perfis utilizados possuem encaixe deslizante vertical e/ou “clicação” das peças. Entre a fundação e as paredes uma canaleta base é utilizada como gabarito – apresentada em corte na Figura 2.

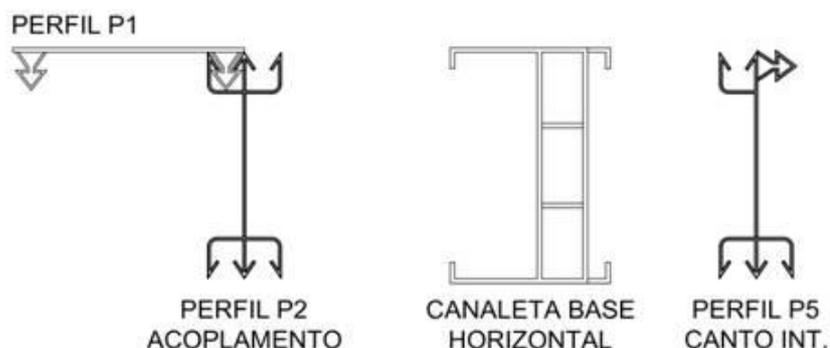


Figura 2 – Canaleta e perfis utilizados na montagem do sistema pelo fabricante “A”.

A canaleta é disposta longitudinalmente, fixada na fundação com parafusos do tipo *parabolt* e, são dispostos dentro dela os perfis de PVC para conformar as paredes de 75mm. É adaptada para o uso no sentido vertical, portanto, pode ser utilizada em marcos de portas e janelas. Os fechamentos verticais são sensivelmente diferentes de outros fabricantes devido aos cliques do sistema.

#### 2.4.3.1.1 Ensaio realizados com o perfil do fabricante “A”

No momento ainda não foram divulgadas publicações com o desempenho do material elaborado por esse fabricante. Durante essa pesquisa foram retiradas amostras no sentido de analisar a tensão de ruptura do material, ver Capítulo 4.

#### 2.4.3.2 Fabricante “B”

Atualmente esse fabricante não produz mais perfis de PVC, apesar de ter participado de várias obras nos anos 2000. Segundo Souza (2005) a técnica foi patenteada por um arquiteto do Canadá vinculado à empresa *Digigraph Systems Inc.* No Brasil foi licenciada para uma empresa do segmento plástico de Porto Alegre/RS que garantiu trinta anos de durabilidade para os perfis.

Conforme Souza (2005), que será base para esse item da pesquisa, seis peças básicas – quatro representadas na Figura 3 – são utilizadas para montagem das paredes que poderão ter a espessura de 75 mm ou 100 mm. O fabricante informa (FABRICANTE “B”, 2002) que as extrusões dos perfis são compostas, em grande parte, de material reciclado diminuindo os custos de fabricação.

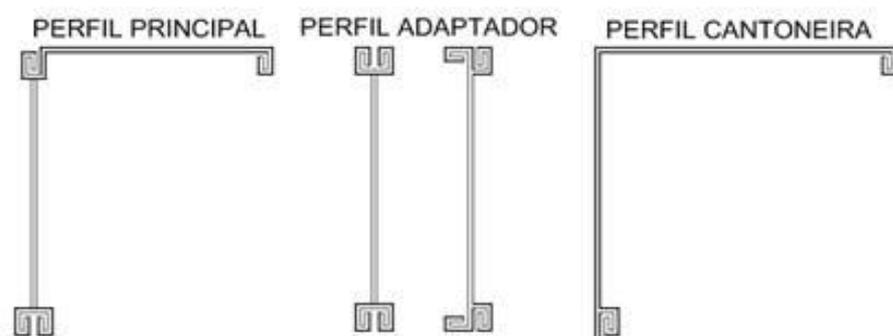


Figura 3 – Perfis do fabricante “B”.

Fonte: Adaptado de Souza (2005).

O processo construtivo tem início pela escolha da fundação, geralmente é adotado *radier*. Depois de curado, recomenda-se marcar a base para receber os perfis fixados por parafusos junto ao piso e a pintura com impermeabilizante. Diferentemente do fabricante “A”, o encaixe da forma de PVC acontece por fora da canaleta base, conforme exemplificado na Figura 4.

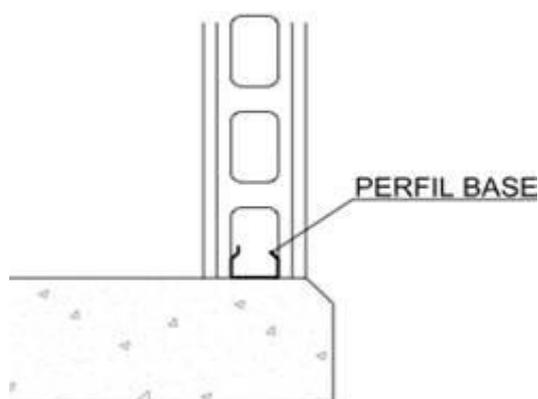


Figura 4 – Representação esquemática do perfil base.

Fonte: Adaptado de SOUZA, 2005.

Desde o início da montagem, elementos para o escoramento da parede devem ser posicionados segundo recomendação do fabricante que também orienta a execução de um ambiente por vez durante a montagem. Ajuste de prumo, alinhamento e travamento dos perfis é feito por um conjunto de peças metálicas com regulagens rosqueáveis (Figura 5), que difere dos outros sistemas aqui relatados.



Figura 5 – Elementos para ajuste das paredes.  
Fonte: SOUZA 2005.

É recomendada a concretagem na altura máxima de 70cm observando o tempo de pega da camada inferior. Segundo o fabricante, o concreto deverá ter, no mínimo 4,0 MPa de resistência, densidade de  $900\text{Kg/m}^3$  e abatimento maior de 15cm. Em cintas de reforço nos últimos 30cm da parede indica-se concreto com 20MPa de resistência, para receber lajes ou entrepisos.

De acordo com o fabricante, o acabamento em PVC pode ser usado tanto interna quanto externamente sem necessidade de pintura. Contudo, poderá receber pintura ou textura de base acrílica desde que com prévia aplicação de primer à base de solventes. Outra recomendação é que as esquadrias sejam fixadas com parafusos e buchas plásticas vedadas com espuma de poliuretano expandido para assegurar a estanqueidade da união.

#### 2.4.3.2.1 Ensaios realizados com o perfil do fabricante “B”

Testes de arrancamento de pastilhas cerâmicas fixadas diretamente sobre as paredes de PVC no sistema “B” apontaram resultado satisfatório segundo Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais/ UFRGS (2002 apud SOUZA, 2005). As argamassas adesivas suportaram tensões entre 0,20 e 0,45 MPa, atingindo tensão média maior que os 0,30 MPa recomendada na norma pertinente.

Silva Filho (2002 apud KLEIN et. al 2004) evidenciou que a temperatura de distorção térmica do material está entre 85 e 90°C para alterações na estrutura e perda das propriedades. Durante 30 segundos em fonte de chama aberta foi notado que o PVC inflama-se com progressão lenta deixando uma mancha negra no local.

Ao realizar o ensaio de resistência ao fogo, Klein et. al (2004) observou grande retardo térmico. O estudo relata que aos 800°C no forno a parte não exposta alcançou 80°C, apontando uma defasagem de 720°C. Com o forno desligado, a face interna da parede encontrava-se acima de 700°C e a face não exposta 178°C. O tempo de resistência ao fogo foi de 2h e 17min em média para um protótipo construído na espessura de parede de 75mm. Na temperatura de 100° C foram identificados os primeiros sinais de decomposição do PVC na face interna, após as 2h de ensaio a face externa iniciou a mostrar sinais de amolecimento.

Klein e outros autores (2004) avaliaram os perfis do fabricante “B” em corpos de prova prismáticos confeccionados com o preenchimento de concreto tanto para a espessura de 75mm quanto para a espessura de 100mm. As alturas desses painéis eram de 2600mm e a dimensão de uma peça do perfil. Quando ensaiados à compressão simples, a tensão média de ruptura obtida foi de 7,1 MPa para as paredes de 75mm e 5,1 MPa para as de 100mm.

No mesmo estudo, foi avaliada a estabilidade das paredes submetidas à compressão centrada com altura de um pé-direito e 700mm de comprimento. Assim, a carga máxima atingida no momento do colapso por flexão devido à flambagem da parede é especificada na Tabela 4.

Tabela 04 – Resultados dos Ensaio de Compressão Centrada de Painéis de PVC Preenchidos com Concreto Leve – Cargas Críticas Médias.

Painel de PVC com	Altura (mm)	Seção transversal (mm <sup>2</sup> )	P <sub>cr</sub> (kN)	q <sub>cr</sub> (kN/m)	s <sub>cr</sub> (MPa)
isopor	2600	75 x 700	115	164	2,2
isopor	2600	100 x 700	227	324	3,24

Fonte: Klein et. al (2004).

Klein et. al (2004) aferiram a transmissão e atenuação de ruídos em protótipo. Com forro de concreto a atenuação variou entre 22 e 26 dB e forro de PVC os valores estiveram entre 16,8 e 18 dB. Ao incorporar lã de vidro de 50 mm os dois níveis ficaram equivalentes.

A resistência ao impacto dos painéis foi avaliada no referente estudo segundo a ABNT NBR 11675:2011 em um protótipo com espessura de parede de 75mm. A Tabela 5 à seguir identifica os valores médios dos deslocamentos transversais das paredes de PVC em função do impacto de corpo mole em paredes internas. É visível que o ponto B apresenta maiores deslocamentos que o ponto A, entendido pelos

autores, devido à proximidade de uma abertura diminuindo a rigidez. Se comparados os valores encontrados com o recomendado na atual norma de desempenho para edificações, os resultados são satisfatórios.

Tabela 05 – Resultados dos ensaios de impacto de corpo mole

Região	Painel de PVC com	Energia de Impacto (J)	Pontos impactados deslocamentos transversais (mm)	
			A	B
1	Concreto leve (EPS)	60	0,86	1,10
		120	2,34	2,51
2	Concreto leve (EPS)	60	1,00	1,40
		120	2,20	2,76

Fonte: Klein et. al (2004)

#### 2.4.3.3 Fabricante “C”

No Brasil não existe fábrica desse fabricante, no entanto, o material utilizado no país procede de indústria argentina. Segundo a empresa, desde 2002 existem obras em território brasileiro (FABRICANTE “C” S.A, 2011). As peças de PVC podem conformar paredes de 64 mm, 100 mm e 150 mm de espessura. Existem diversos perfis para funções específicas que poderão ser produzidos em diversas cores e acabamentos brilhante e fosco, a Figura 6 apresenta alguns.

A execução é bastante semelhante aos outros fabricantes. Repetidamente a fundação é do tipo radier, mas poderá ser escolhida sapata ou viga baldrame desde que o acabamento seja liso e nivelado, descreve o manual do processo construtivo.

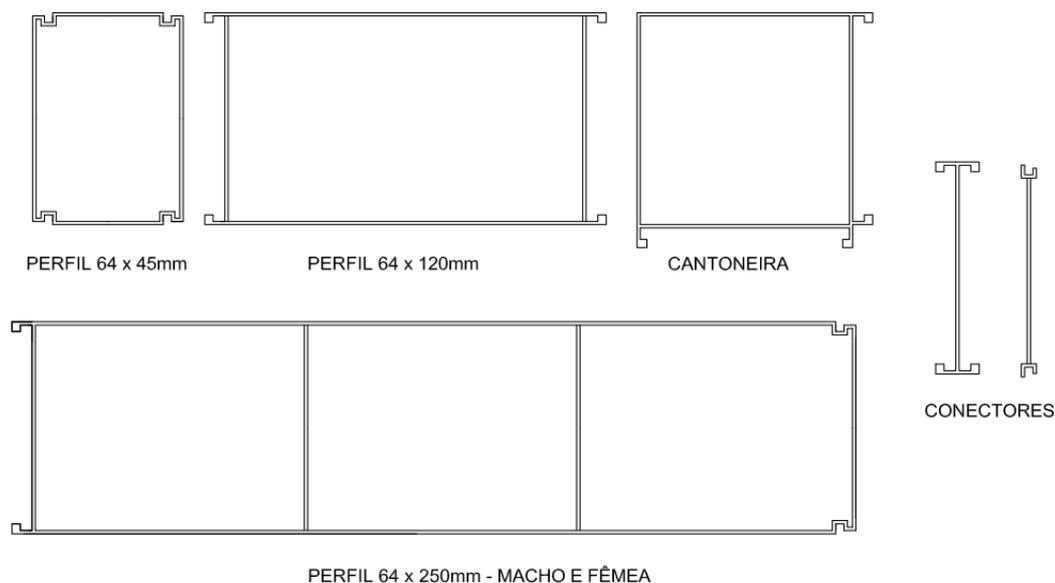


Figura 6 – Painéis do sistema construtivo.

Fonte: Adaptado de Manual Fabricante “C”.

É recomendada a colocação vertical de barras de aço, de 10mm, para a ancoragem das paredes à fundação. Após, são fixadas as régua de madeira no piso servindo como base de alinhamento das paredes. Diferentemente do fabricante “B”, a união das paredes com a fundação é feita por guias de madeira que posteriormente serão retiradas.

O encaixe dos perfis de PVC se dá por deslizamento vertical. Podem ser feitos reforços com barras de aço nos cantos e nas vergas para absorver os esforços dos vãos. O peso das paredes ocas de 64mm é  $8,60\text{Kg/m}^2$ , próximo de 2,15 Kg por metro linear o que facilita o manuseio e aplicação (FABRICANTE “C”, 2006).

Pela recomendação do fabricante deve-se usar concreto com resistência de 8 a 15 MPa e abatimento de 18cm variando de acordo com o projeto (FABRICANTE “C”, 2011). As especificações do fabricante recomendam o emprego de brita 0, cimento comum e areia, sem aditivos, somente superfluidificantes.

#### 2.4.3.3.1 Ensaio realizados com o perfil do fabricante “C”

O Laboratório de Estruturas da COPPE/UFRJ (INSTITUTO FALCÃO BAUER, 2001) realizou alguns ensaios com o material. Na Tabela 6 estão os principais resultados contidos na avaliação.

Tabela 06 – Avaliação dos ensaios realizados COPPE/UFRJ julho de 2001 para paredes com 64 mm de espessura.

<b>Desempenho estrutural</b>	<b>Resultado</b>	<b>Avaliação</b>
Impacto de corpo duro M= 0,5kg 10x2,5J	Pequenas mossas M<0,3mm	Atende norma (vigente na época) ABNT MB 3256:1990
Impacto de corpo mole M= 40kg	Leves danos	Atende norma (vigente na época) ABNT MB 3256:1990
Carga excêntrica M= 2x53kg em 24h	Leves danos	Com restrições, mas atende a norma (vigente na época) ABNT MB 3256:1990
<b>Desempenho térmico</b>	<b>Resultado</b>	<b>Avaliação</b>
Condutividade térmica (K em W/m°C)	0,344	Considerado adequado, resultados compatíveis com materiais usuais
Calor específico (Kcal/kg°C)	0,257	
Transmitância térmica W/m <sup>2</sup>	5,32	
Atraso térmico (h)	2,56	

Fonte: INSTITUTO FALCÃO BAUER, 2001

O desempenho térmico foi igualmente avaliado pelo IPT (Relatório Técnico 108 132-205) utilizando simulação computacional pelo *software Energy Plus* para habitações térreas isoladas com paredes de 64 mm de espessura e cores claras. Foram consideradas paredes preenchidas com concreto de 2.400kg/m<sup>3</sup>, cobertura em telhas cerâmicas, laje de forro com lajotas cerâmicas (espessura total 8 cm) e manta aluminizada com emissividade de 0,1. Dessa forma, o conjunto foi considerado nível mínimo de desempenho segundo a norma pertinente (IPT, 2009).

O material também foi avaliado por uma instituição argentina, local de fabricação dos perfis. Nos ensaios de corpo mole e corpo duro a amostra de 240 x 130 x 6,45cm contendo concreto leve com EPS não apresentou danos à estrutura. Ainda, na avaliação de penetração de água da chuva os estudos comprovaram a estanqueidade do sistema (*Centro Argentino de investigación y ensayo de materiales*, apud INSTITUTO FALCÃO BAUER, 2001). Porém, quando ensaiado por instituição brasileira, foram percebidos leves problemas de estanqueidade nas interfaces entre os painéis de PVC e as esquadrias. Como solução, o laudo indica o uso de vedações flexíveis que permitam deformações térmicas sem permitir a passagem de água (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2009).

Outros ensaios foram executados em parceria entre pesquisadores brasileiros e argentinos. Eles demonstraram, quanto ao envelhecimento acelerado, que os

painéis de PVC apresentam variação cromática não significativa quando expostos à radiação UV (em ciclos de 4h de radiação UV à 60 °C e 4h de condensação UVA à 40°C). Para a permeabilidade e permanência do vapor d'água o teste atente a norma ASTM E-96, evidenciando uma redução de 36% na resistência ao vapor, não afetando o desempenho do material (INSTITUTO FALCÃO BAUER, 2001).

Em 2008, foi construído no IPT/SP um protótipo para a realização de ensaios. Os resultados confirmaram os dados mencionados anteriormente para impacto de corpo mole e corpo duro sem falhas, rupturas nem deslocamentos horizontais excessivos no material. Além disso, foram avaliadas as solicitações transmitidas pelas portas que evidenciaram comportamento satisfatório. Para as solicitações geradas por peças suspensas, foi utilizada bucha de 10mm e parafuso comprovando a não ocorrência de falhas no sistema (IPT, 2009).

Ao ser submetido ao fogo, o perfil apresentou um índice de propagação superficial de chamas médio ( $I_p$ ) de 6, sendo enquadrado como classe A de acordo com a diretriz nº 04 do SINAT que limita até 25. Quanto à densidade ótica da fumaça, o valor encontrado foi de 366 e o valor máximo aceitável pela diretriz é 450.

Por fim, o desempenho no ensaio de choque térmico não foi satisfatório porque pontos de saliência e deformações foram observados (IPT, 2009).

#### 2.4.3.4 Fabricante “D”

A empresa “D” é conhecida no mercado nacional, especialmente no estado de Santa Catarina, porém as unidades habitacionais desse fabricante não foram visitadas nessa pesquisa por dificuldades de logística. Todavia, algumas especificações são aqui abordadas em virtude de sua aplicação no país.

Um diferencial do fabricante “D” é configurar paredes de 80 mm. Os perfis utilizados são similares ao do fabricante “A”, mas com elementos tipo “chaveta” para unir os módulos de PVC através de ligação macho-fêmea. São sete tipos de perfis no sistema e alguns deles podem ser observados na Figura 7. A ancoragem da parede à fundação é feita por barras de aço (10 mm) com 600 mm em uma distância de 800 mm. Barras de mesmo comprimento e distância poderão também ser utilizadas para a ancoragem da parede à laje, porém deverão ser dobradas em “L” para a união dos elementos de concreto.

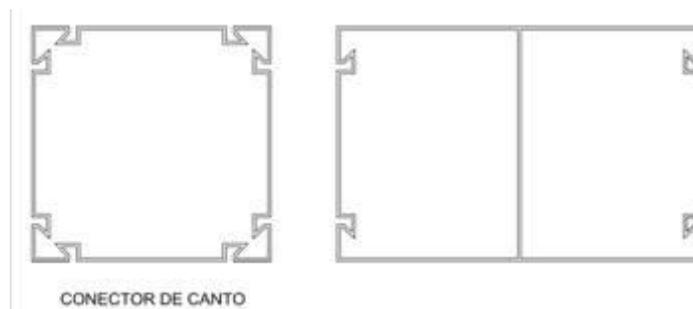


Figura 7 – Perfil multifuncional e perfil médio.

Fonte: Adaptado de Mandel (2013).

#### 2.4.3.4.1 Ensaio realizados com o perfil do fabricante “D”

O fabricante possui avaliação pelo SINAT e através do DATec nº 17 são conhecidas as características de desempenho do sistema. Os ensaios apresentados neste item são baseados nessa publicação (BRASIL, 2013).

A resistência ao impacto Charpy atingiu 14,5kJ/m<sup>2</sup>. Já o desempenho estrutural com ensaios de compressão excêntrica mostrou que o sistema é capaz de resistir adequadamente às cargas verticais, considerando o estado limite último e de serviço para cargas de uma unidade térrea. Os resultados da avaliação a impactos de corpo mole, com energias de 180J a 960J e impactos de corpo duro com 3,75J e 20J foram considerados satisfatórios na avaliação.

Avaliando em protótipo, a estanqueidade à água das paredes internas foi considerada satisfatória. Já em simulação computacional, o desempenho térmico foi estimado considerando uma unidade com telhas cerâmicas com 20 mm de espessura, laje de concreto (100 mm) com densidade 2300 kg/m<sup>3</sup>, pé direito de 2600 mm e relação entre área de abertura de janela e área de piso de 15%. Dessa forma, os resultados para cidades de cada uma das zonas bioclimáticas foram positivos, respeitando as condições de simulação: fachadas com cores claras, uma renovação do volume do ar do ambiente por hora, janelas sem sombreamento e ventilação somente por infiltração de frestas em janelas e portas.

Em laboratório, o desempenho acústico foi testado em parede cega de fachada e parede dupla entre unidades com 160 mm. Para a primeira, o valor encontrado foi 43dB de isolamento sonora, sendo critério mínimo 30dB. E para a segunda, foi obtido 48dB enquanto que o mínimo pelo SINAT é 45dB.

## **2.5 Abordagem sobre o desempenho do sistema construtivo**

Ao tratar de novos sistemas construtivos é importante conhecer os componentes empregados, mas também o desempenho do conjunto desses frente a requisitos e critérios técnicos estabelecidos. Nesse sentido, pode-se dizer que “o desempenho de um produto é o resultado de um equilíbrio dinâmico estabelecido entre ele e o meio que o circunda (MITIDIÉRI FILHO, 1998, p.8)”. Como tal equilíbrio ocorre com a edificação em uso, a avaliação de desempenho implica prever o comportamento potencial do sistema durante a sua vida útil baseando-se em requisitos, critérios e métodos de avaliação instituídos para atender as exigências dos usuários.

A ABNT NBR 15575:2013 é responsável por estabelecer os critérios e procedimentos com níveis mínimos de desempenho para avaliação de elementos como estrutura, vedações, instalações hidrossanitárias, pisos, fachada e cobertura. Dessa maneira, o enfoque em desempenho deve ser incorporado ao processo de projeto e escolha dos sistemas utilizados na construção por razão da pertinente preocupação presente na normativa com a durabilidade da edificação.

Além da preocupação com durabilidade, manutenção e adequação ambiental dos edifícios, a normativa organiza uma série de exigências relativas à segurança (desempenho estrutural, segurança à incêndio) e à habitabilidade (estanqueidade à água, desempenho térmico, acústico e lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, e acessibilidade). Já a norma ABNT NBR 14037:2011 também se relaciona ao prolongamento da vida útil do edifício, porém estabelece exigências ao construtor em disponibilizar um manual ao proprietário incluindo as definições de garantia do projeto e demais detalhamentos necessários.

Essas definições e demais especificações presentes nas referidas normas são utilizadas nessa pesquisa para analisar os resultados obtidos nas avaliações pós-ocupação dos conjuntos habitacionais em concreto e PVC.

## **2.6 Avaliação Pós-Ocupação**

Romero e Orstein (2003) reúnem estudos sobre avaliações pós-ocupacionais em conjuntos habitacionais e consideram esse um instrumento capaz de apontar

potencialidades e deficiências do objeto de estudo a partir do ponto de vista dos usuários no que diz respeito ao desempenho global. Destina-se principalmente para avaliar consequências das decisões projetuais do ambiente considerado.

Sobretudo, a avaliação pós-ocupação – APO – se distingue das avaliações técnicas porque considera fundamental o nível de satisfação do usuário, ou seja, o quanto atende às necessidades diárias, mas sem minimizar a importância das avaliações de desempenho físico feitas em laboratórios ou perícias. Portanto, uma avaliação complementa a outra, a fim de constituírem um diagnóstico que seja fonte para indicações aplicáveis no objeto de estudo e nos projetos semelhantes (ORSTEIN, BRUNA E ROMERO, 1995).

Autores apontam que o desenvolvimento de APOs, se presta às equipes interdisciplinares (geógrafos, antropólogos, psicólogos, arquitetos, paisagistas, engenheiros, etc) que poderão avaliar, além dos desempenhos físicos das habitações, os aspectos culturais, de territorialidade, apropriação, faixa etária dos usuários, enfim, uma gama de características sócio-espaciais do conjunto habitacional determinado. Para o caso específico de habitações de interesse social, Orstein e Romero (2003, p. 28) consideram que:

A APO passa a ser mais relevante no caso de programas de interesse social, tais como conjuntos habitacionais, nos quais, no caso brasileiro, nas últimas décadas, têm-se adotado soluções urbanísticas, arquitetônicas e construtivas repetitivas em larga escala, para atender a uma população, via de regra, muito heterogênea, cujo repertório cultural, hábitos, atitudes e crenças, são bastante distintos no próprio conjunto dos daqueles dos projetistas.

No estudo de Fonseca e Rheingantz (2009) os autores consideram que tradicionalmente os objetivos da APO se dividem nos julgamentos de questões técnicas, funcionais, comportamentais e, ainda, culturais. Os autores empregam o termo “APO Experiencial” defendendo que a postura do observador deve incorporar as sensações e emoções vividas no período da visita ao ambiente. Deve-se compreender a vivência do ambiente avaliado, identificando expectativas e necessidades do usuário. Por isso, o processo envolve a atenção, sensibilidade e imparcialidade do avaliador na interpretação dos resultados obtidos.

Vários autores apontam como instrumentos já consagrados na avaliação pós-ocupacional o questionário, a entrevista, o *checklist*, mapa comportamental, mapa mental, *walkthrough*, etc. De acordo com Bechtel et. al “para se levar a bom termo uma APO é preciso adotar, no mínimo, três métodos combinados para coleta de

dados e informações” (apud ORSTEIN; BRUNA; ROMERO, 1995 p. 70). Opinião apoiada por Ginter e Elali (2008) que priorizam o uso de métodos distintos por compreenderem mais eficientemente a dinâmica ocupacional do espaço se comparado com uma só ferramenta. Dessa forma, utilizaram-se nessa pesquisa os três primeiros instrumentos citados para a referência das avaliações: questionários, relatos em entrevista e *checklist* dos elementos construtivos e de apoio.

Nesse sentido, espera-se que os resultados dos instrumentos impulsionem interferências que promovam a melhoria da qualidade de vida daqueles que fazem uso do ambiente. Também, que possa gerar um conhecimento sistematizado sobre as relações naquele ambiente ou motivar discussões sobre normativas relacionadas ao tema específico.

Alguns itens são importantes e devem ser verificados na construção e aplicação do instrumento de avaliação, na visão de Romero e Osten (2003): quando elaborado questionário, as perguntas devem possuir escalas com pontos altos e baixos em respostas com níveis que variam de ótimo (4) a péssimo (1); no momento de aplicar o questionamento, deve-se ter um roteiro de abordagem que contempla averiguar se o usuário já não foi entrevistado anteriormente, certificar se ele mora ali há mais de seis meses, observar se a distribuição da amostra está homogeneamente distribuída, garantir que sejam amostragens por casa e não por pessoas, analisar se a opinião familiar corresponde ao entrevistado e solicitar que ele responda sobre a situação predominante, evitando respostas múltiplas. Também faz parte do roteiro definir as variáveis em análise e descrever materiais – *checklist* – ou técnicas para elaboração de relatório.

Günther (2003) presta muita consideração ao tamanho da amostra entrevistada observando que ela deve estar estabelecida de acordo com o tempo, recursos humanos e financeiros disponíveis. O autor enfatiza que é determinante estabelecer com o entrevistado uma relação de confiança onde a abordagem flua em uma linguagem clara e objetiva.

Tais recomendações relatadas são fundamentais para construir e aplicar adequadamente os instrumentos de avaliação escolhidos para conceber essa pesquisa. Entretanto, elas foram adaptadas ao tema em questão – o sistema construtivo específico -, à amostra determinada e ao objetivo do trabalho para uma melhor delimitação do assunto.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse capítulo se destina a caracterizar a metodologia aplicada na pesquisa e também seus objetos de estudo. Dessa maneira, são descritos os passos executados após a definição do tema de estudo, os recursos utilizados para obter as informações principais desse trabalho e o detalhamento dos elementos estudados.

#### 3.1 Método de pesquisa

Em relação aos objetivos do trabalho, essa pesquisa pode ser classificada como descritiva (GIL, 2008). Entretanto, em consideração aos procedimentos técnicos pode ser considerada experimental. Dessa forma, o trabalho se vale da pesquisa descritiva em sua grande parte porque analisa, caracteriza e relaciona os aspectos identificados nas visitas de campo. Entretanto, parte do trabalho se destina a explorar o principal material em estudo através dos levantamentos em campo e ensaios realizados em laboratório. O método adotado foi estruturado nas seguintes etapas, conforme a Figura 8:

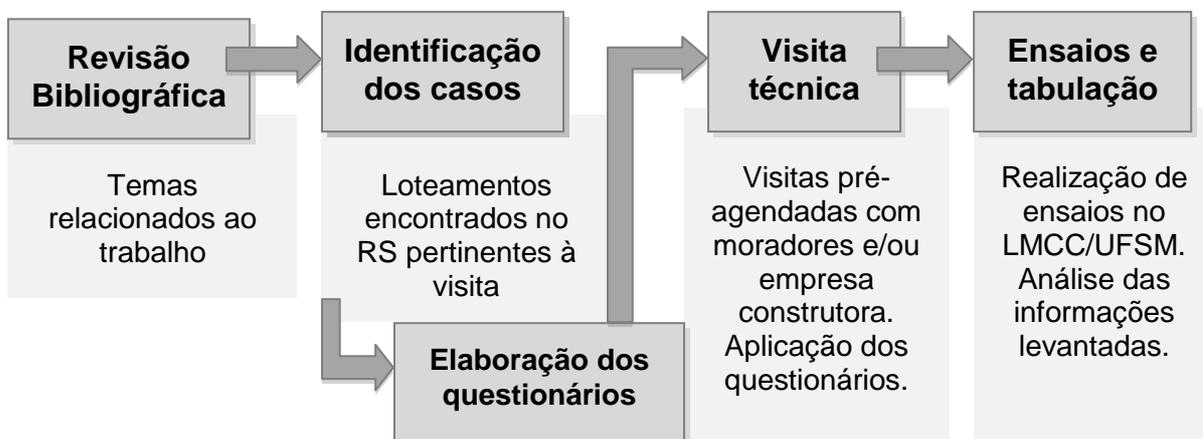


Figura 8 – Etapas da pesquisa

#### 3.2 Identificação e caracterização dos casos

Para a escolha dos casos submetidos à avaliação pós-ocupação foram considerados diversos aspectos, a saber: delimitar a área de pesquisa ao Estado do Rio Grande do Sul, priorizando o fácil acesso e evitando deslocamentos que inviabilizassem o estudo; optar pela variabilidade de *layouts*, tipologias,

revestimentos e aspectos da unidade habitacional para uma gama maior de impressões dos entrevistados; ainda, priorizar a variabilidade de sítios e implantações dos conjuntos; eleger os conjuntos de acordo com a maior disponibilidade de informações e tempo de permanência dos usuários.

Observadas essas diretrizes, seis residenciais foram determinados para a aplicação do questionário buscando-se um equilíbrio entre variabilidade e disponibilidade. Ainda, um conjunto foi selecionado para acompanhamento do andamento da obra e entrevista aos colaboradores.

### 3.2.1 Conjuntos habitados

Os seis conjuntos determinados para abordagem aos moradores possuem características distintas. Portanto, foi necessária uma análise desses para o conhecimento do universo de pesquisa e posterior cálculo da amostra. A Tabela 7 relaciona, além das cidades e número de unidades de cada conjunto habitacional, os fabricantes dos perfis de PVC através da classificação “A”, “B” e “C” detalhada no Capítulo 2 deste trabalho.

Tabela 07 – Resumo dos conjuntos habitados abordados

<b>Conjunto habitacional</b>	<b>Município (RS)</b>	<b>Nº Unid.</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Perfil</b>	<b>Ocupação</b>
Canoas Minha Terra II	Canoas	120	Casa térrea isolada no lote	“A”	Dezembro de 2012
Valparaíso	Canoas	130	Casa térrea geminada	“B”	2002
São Luiz	Canoas	24	Casa térrea geminada	“B”	Aprox. 2005
Parque Res. Novo Hamburgo	Novo Hamburgo	250	Casa térrea isolada no lote.	“A”	2012
Terra Nativa	Pelotas	115	38 casas térreas e 77 sobrados geminados.	“C”	2010
Parque São Pedro	Rio Grande	100	Sobrados geminados.	“C”	2011

As avaliações pós-ocupacionais nos diferentes conjuntos habitacionais têm a finalidade de analisar a eficácia, na prática, do sistema construtivo estudado nesta pesquisa. A semelhança entre os diversos residenciais é conveniente para que,

dentro da variabilidade de tipologias e localidades visitadas, seja possível apontar os principais do uso desse método construtivo.

Complementando as informações descritas na Tabela 7, cada conjunto foi caracterizado de acordo com suas particularidades, tipo de implantação, planta baixa da habitação, etc. Logo, apresenta-se nos próximos subitens um levantamento geral das principais características dos locais e empreendimentos considerados para avaliação pós-ocupacional.

### 3.2.1.1 Loteamento Canoas Minha Terra II

Criado para realocar as famílias moradoras da Vila Dique em Canoas, o Loteamento Canoas Minha Terra II faz parte de um projeto que contempla também blocos de apartamentos e o Loteamento Canoas Minha Terra I, em terrenos próximos. A Figura 9 apresenta o croqui de implantação do empreendimento evidenciando a orientação das principais aberturas para noroeste e sudeste.



Figura 9 – Croqui de implantação do Loteamento Canoas Minha Terra II.

Todo o loteamento conta com infraestrutura de abastecimento de água, saneamento, iluminação pública e pavimentação. As unidades habitacionais são locadas isoladas nos lotes que têm área de 120m<sup>2</sup>. Esse e o loteamento Canoas Minha Casa I foram realizados pela mesma empresa construtora e igual fabricante dos perfis de PVC, portanto, conformando paredes de 75 mm de espessura.

Cada casa possui aproximadamente 44 m<sup>2</sup> de área construída distribuída em dois quartos, banheiro, sala e cozinha, conforme Figura 10. Dentro da amostra abordada na pesquisa, a média de habitantes por unidade é de 4,4 pessoas.

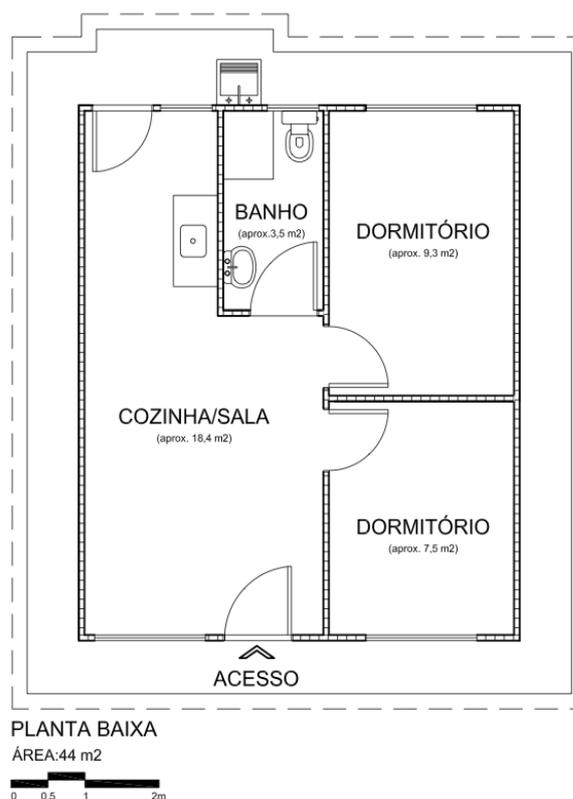


Figura 10 – Planta baixa esquemática: Loteamento Canoas Minha Terra I e II.

Quanto ao tempo médio de ocupação da casa, o uso é recente e foram apontados, em média, sete meses e meio. A condição ideal para APO é que a edificação tenha uso de, no mínimo, um ano. Porém, com a possibilidade de comparativo com igual layout utilizado no conjunto habitacional analisado em fase de execução, optou-se por realizar mesmo assim a entrevista aos moradores.

### 3.2.1.2 Condomínio Valparaíso

O residencial inseriu o sistema construtivo no país através de parceria entre uma construtora brasileira e o fabricante dos perfis no exterior. Diferentemente dos outros conjuntos abordados nessa pesquisa, neste nenhuma parede apresenta o PVC exposto diretamente. Todos os cômodos possuem revestimento seja com textura em massa aplicada (interna e externamente) ou revestimento cerâmico nas

áreas molhadas. Ainda, outra distinção dos outros loteamentos é o padrão de renda elevado dos moradores e o fato de ser um condomínio fechado.

As casas são térreas e geminadas em fita dispostas conforme o croqui de implantação (Figura 11) com as aberturas voltadas para norte e sul.

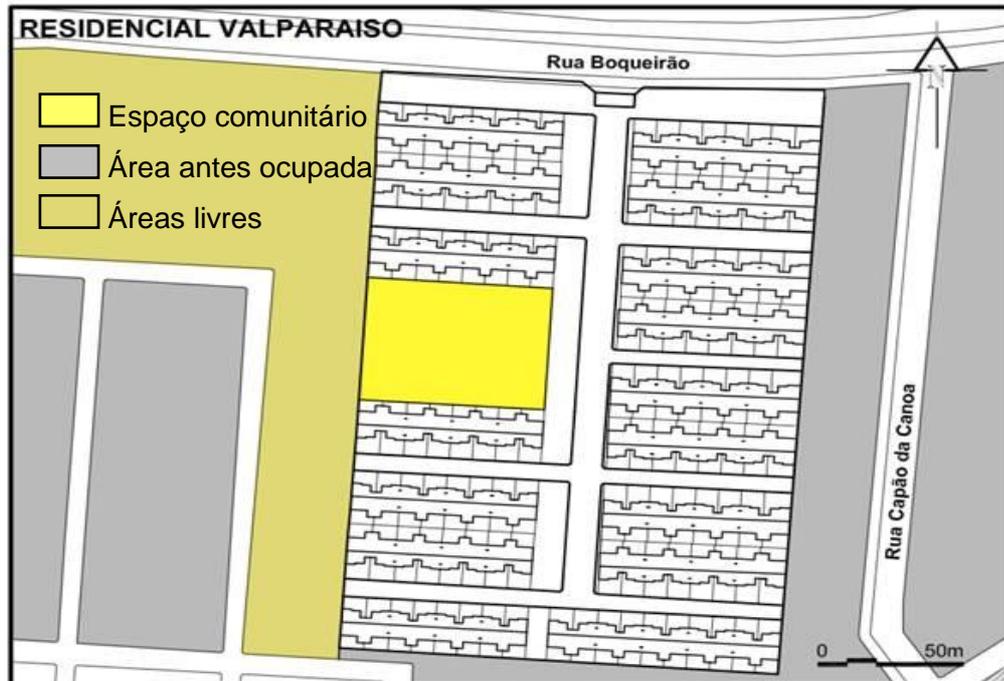


Figura 11 – Croqui de implantação Residencial Valparaíso.

O tempo médio de ocupação dos moradores entrevistados é de seis anos e meio e a ocupação média foi de 2,9 pessoas. No projeto original, constam três dormitórios, banheiro, sala, cozinha e varanda, como a Figura 12. Frequentemente, a área ampliada conforma uma suíte ao fundo que utiliza alvenaria convencional como matéria prima.

As unidades, possuem aproximadamente 65 m<sup>2</sup> de área construída e são semelhantes em todo o conjunto, rebatidas para os lados e para trás. As janelas principais são do tipo duas folhas com persianas e nos banheiros e cozinha elas são do tipo maxi-ar.. Nesse empreendimento, as esquadrias das janelas são de PVC e as portas de madeira.

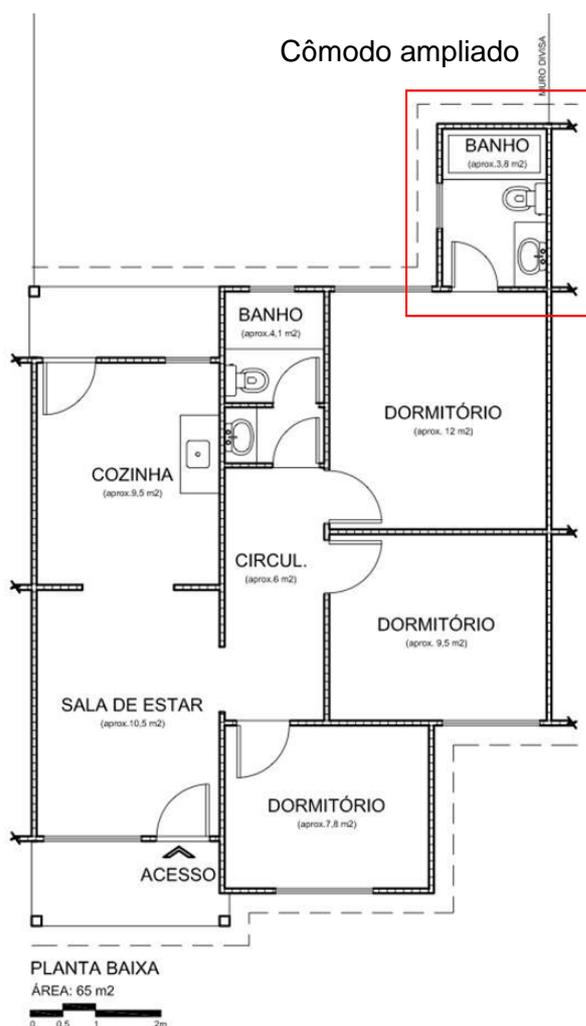


Figura 12 – Planta baixa esquemática: Valparaíso.

### 3.2.1.3 Condomínio São Luiz

O condomínio é constituído de 105 unidades, sendo 24 delas em concreto e PVC e o restante edificado em alvenaria de blocos de concreto. Não foi encontrada, com precisão, a data da obra, porém é sabido que desde 2005 já estava ocupado.

O condomínio possui salão de festas, *playground*, quadras esportivas, segurança. Tal como o residencial Valparaíso, o padrão de renda dos moradores se diferencia dos outros quatro conjuntos visitados nesse trabalho. A Figura 13 apresenta o croqui de implantação com destaque para as fitas de casas que utilizaram perfis de PVC. Portanto, as aberturas se voltam em uma fita para o sul e nas outras fitas no sentido leste-oeste.

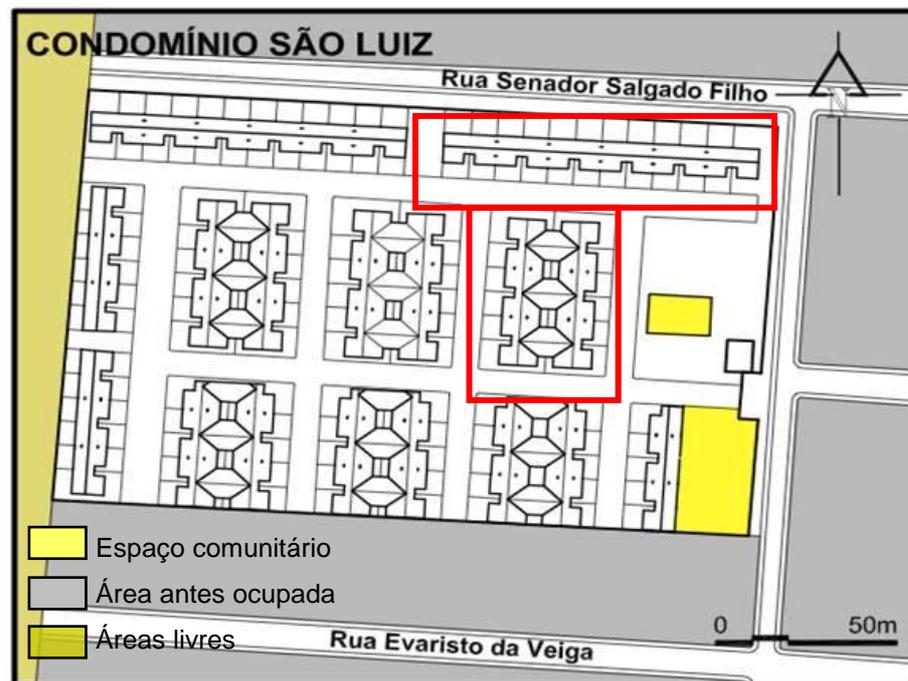


Figura 13 – Croqui de implantação Condomínio São Luiz.

As casas variam de dois a três dormitórios, doze unidades de cada tipo conforme Figura 14.

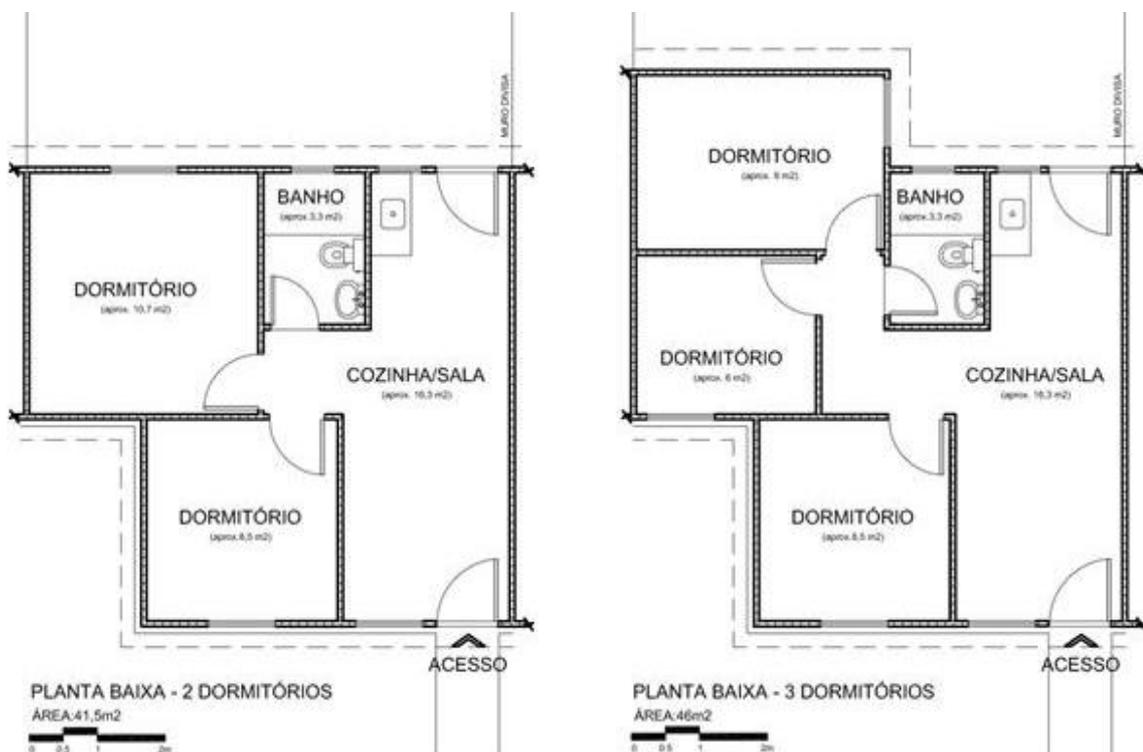


Figura 14 – Planta baixa esquemática: Condomínio São Luiz.

A densidade observada na amostra é de 2,7 moradores por unidade e o tempo médio de ocupação atinge três anos e meio. As unidades com dois

dormitórios possuem aproximadamente 61m<sup>2</sup> e as unidades de três dormitórios, 65m<sup>2</sup>. De acordo com o fabricante, as paredes possuem a espessura de 75 mm.

As esquadrias utilizadas nas janelas são do tipo duas folhas de vidro, apenas nos quartos elas possuem persianas.

#### 3.2.1.4 Loteamento Parque Residencial Novo Hamburgo

Entre os conjuntos habitacionais compreendidos por essa pesquisa este é o maior em número de unidades. Por isso, o empreendimento foi sendo entregue aos moradores em fases compondo as 450 unidades. Durante o período de visita *in loco*, as fases I e II, 336 unidades, já estavam ocupadas e, dessa forma, a fase I foi alvo da abordagem para avaliação pós-ocupacional. Como as fases III e IV ainda não se encontravam ocupadas, os relatos sobre esse loteamento serão divididos entre os dois estágios de ocupação. As informações sobre datas e quantitativos utilizados nesses itens foram retiradas do site construtora do empreendimento (PSCHICHHOLZ, 2012).

##### 3.2.1.4.1 Fase I e II

Na primeira fase, em meados de junho de 2012, foram entregues 250 casas do loteamento Parque Residencial Novo Hamburgo. A prioridade foi para antigos moradores de área de risco atingidos por deslizamentos no bairro São José, Novo Hamburgo. Na segunda fase, foram edificadas mais 86 unidades com igual tipologia e área construída.

A média de ocupantes por unidade foi aproximadamente 4 moradores – densidade mais elevada encontrada nessa pesquisa. O tempo médio de ocupação é de 11,9 meses.

Para ocupar o terreno bastante acidentado pertencente ao bairro Boa Saúde as casas foram implantadas isoladas nos lotes. O croqui de implantação, Figura 15, evidencia a grande área ocupada pelo loteamento

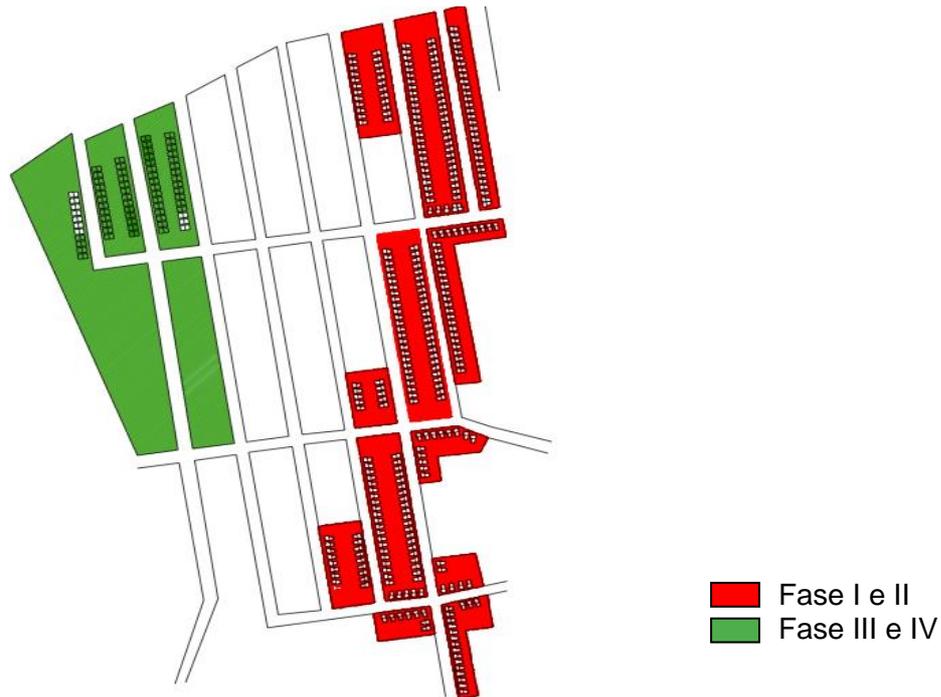
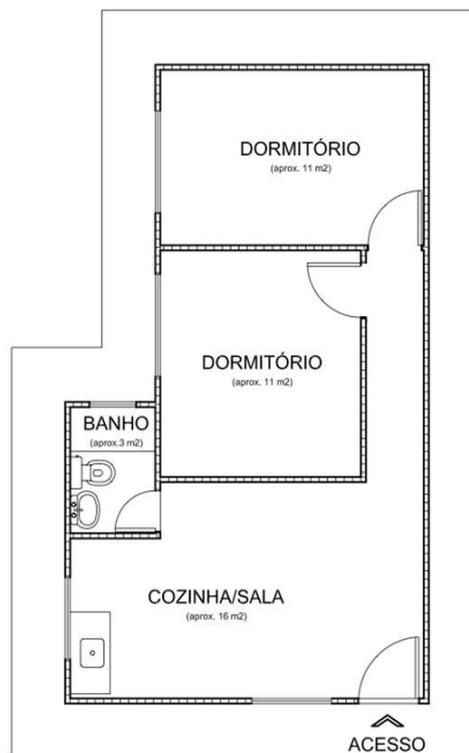


Figura 15 – Croqui de implantação Loteamento Parque Residencial Novo Hamburgo.

As casas possuem dois dormitórios, um banheiro, sala/cozinha em 42,3m<sup>2</sup> de área construída, conforme planta baixa da Figura 16. As portas são de madeira, internas e externas, as janelas são de PVC em duas folhas e caxilhos para vidro.



PLANTA BAIXA  
ÁREA: 42,3m<sup>2</sup>

Figura 16 – Planta baixa esquemática: Loteamento Parque Novo Hamburgo I e II.

#### 3.2.1.4.2 Fase III e IV

As fases III e IV do loteamento compreendem casas com 44m<sup>2</sup> e layout diferenciado das anteriores. Na fase III foram entregues 60 unidades e na fase IV 59. As obras estavam em andamento no momento da visita (novembro de 2013). Assim, esse item da pesquisa se justifica não pela avaliação dos moradores, mas pela comparação com o projeto já habitado no mesmo sítio.

Quanto ao processo executivo, não foram observadas diferenças significativas em relação as obras do loteamento Canoas Minha Terra I. Apenas a calha de despejo para o concreto possui um elemento em PVC, que na outra era inteiramente metálica. E ainda, utilizou-se de uma peça de rosquear para fixar o gabarito da porta ao canto da edificação para garantir a prumada dos cantos da casa, o que não foi observada nos casos anteriores.

Uma importante adaptação feita nas novas edificações foi a instalação de um dispositivo nas aberturas permitindo um pequeno vão aberto nas janelas para entrada de ar. Assim, a casa fica ventilada mesmo que os usuários estejam ausentes ou dormindo. Essa tranca permite maior segurança e possivelmente menor formação de mofo e condensação no interior da habitação. Também foi observado o incremento de beirais nos quatro lados da edificação.

O telhado é aumentado ao fundo da casa para a configuração de uma área de serviço. Semelhante ao conjunto Canoas Minha Terra essa parte do telhado é sustentada por mãos francesas metálicas, conforme corte. Segundo os elementos gráficos do projeto, utilizou-se concreto leve para o preenchimento das paredes. Não foi possível o acesso aos memoriais ou relatórios para comprovar a resistência de tal concreto.

De acordo com a planta baixa divulgada pela empresa construtora os espaços foram otimizados com a nova distribuição, além disso, agora são adaptáveis aos portadores de necessidades especiais com portas de 90 cm e banheiro maior. O fluxo da ventilação também parece ser melhorado com mais janelas permitindo a ventilação cruzada. Ainda, a porta nos fundos e área de serviço coberta foram ganhos do novo layout, conforme Figura 17. Desse modo, as unidades são muito semelhantes daquelas implantadas no conjunto Canoas Minha Terra I e II.

## PLANTA BAIXA - ARQUITETÔNICO

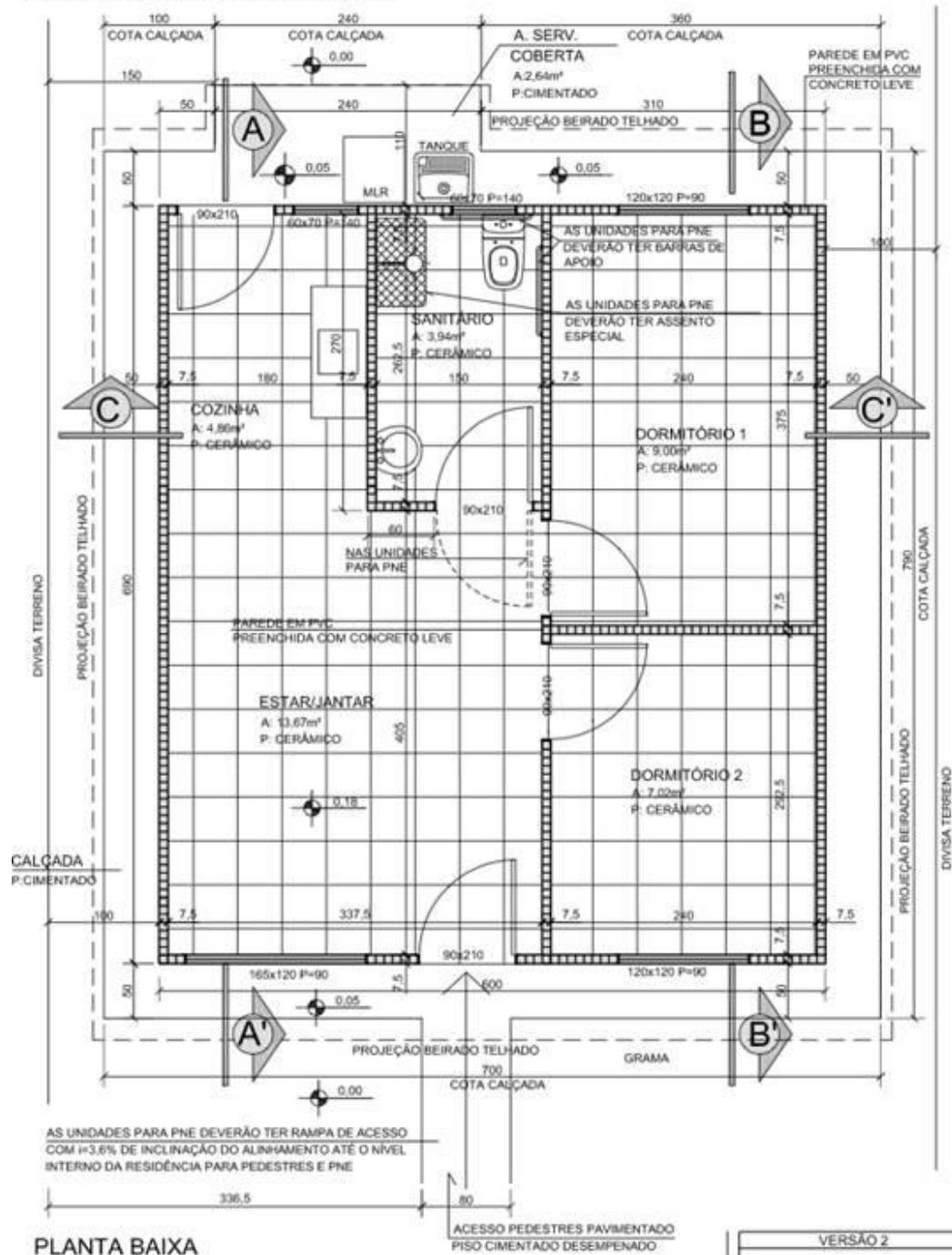


Figura 17 – Planta Baixa: Loteamento Parque Novo Hamburgo/ Fase III e IV.  
Fonte: Projeto Pschichholz.

## 3.2.1.5 Residencial Terra Nativa

O Residencial Terra Nativa foi criado em parceria entre setor público e iniciativa privada ocupando quarteirões no bairro Três Vendas da cidade de Pelotas, conforme Figura 18. De acordo com a implantação, o maior número de aberturas se

volta à nordeste e sudoeste. Na área, existe projeto para a construção de condomínio vertical, com cinco pavimentos utilizando a tecnologia de concreto-PVC.



Figura 18 – Croqui de implantação: Residencial Terra Nativa.

As casas de três dormitórios possuem 73,2 m<sup>2</sup> (Figura 19) e os sobrados de dois dormitórios 64,9 m<sup>2</sup> (Figura 20). A densidade média da amostra pesquisada é de 2,9 moradores/habitação e o tempo médio ocupado é de um ano e sete meses.

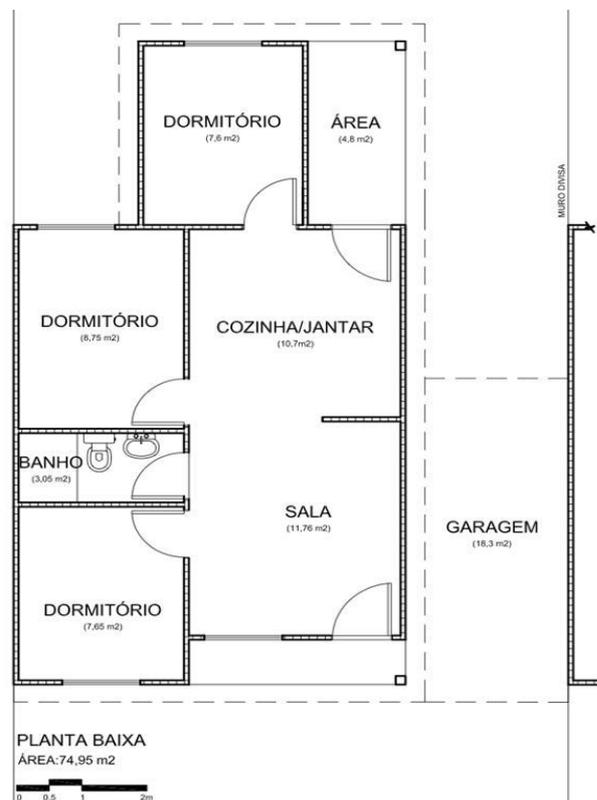


Figura 19 – Planta baixa casa térrea (baseada em prospecto de venda).

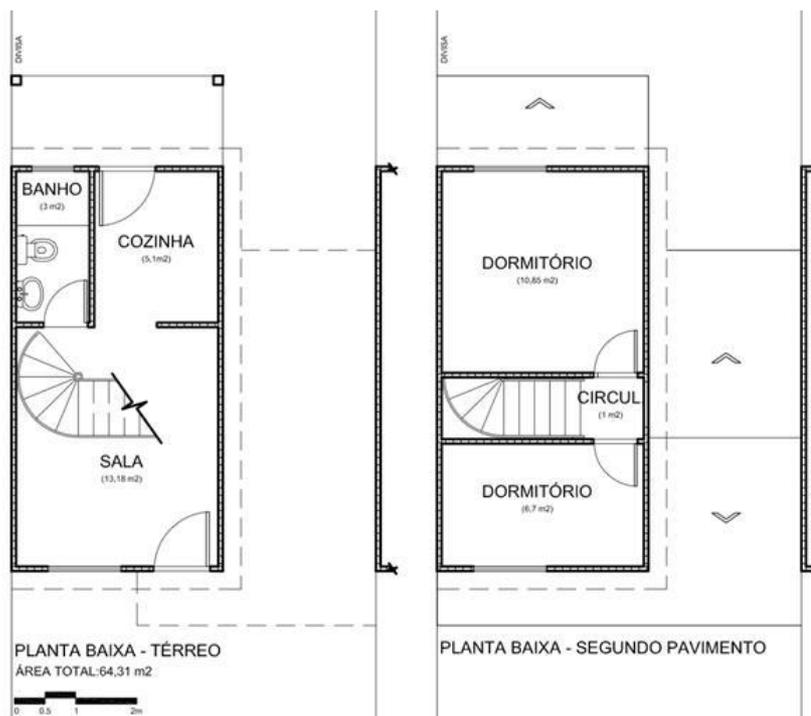


Figura 20 – Planta baixa sobrado (baseada em prospecto de venda).

Nesse empreendimento, as esquadrias empregadas são de alumínio e, nas janelas dos quartos, utilizam folhas compostas por venezianas bem como na parte inferior das portas externas. As demais janelas são do tipo duas folhas de vidro ou basculantes

### 3.2.1.6 Residencial Parque São Pedro

O empreendimento foi ocupado em outubro de 2011. Muito semelhante ao projeto empregado no residencial Terra Nativa, nesse conjunto os sobrados possuem o incremento de sacada no pavimento superior. Por ter acesso aos quartos através de escadas, a falta de acessibilidade do layout dificulta a repetição da tipologia e carece de unidades adaptadas aos portadores de necessidades especiais.

A implantação do conjunto foi feita em fases e ocupa grandes porções espalhadas do terreno, conforme Figura 21. Observa-se no esquema que o residencial foi locado no final do bairro em divisa com área não urbanizada. Toda a infraestrutura, portanto, foi levada até o local. Segundo a amostra pesquisada, a densidade populacional média é de 2,8 moradores por residência e o tempo médio dessa ocupação é de um ano e meio.

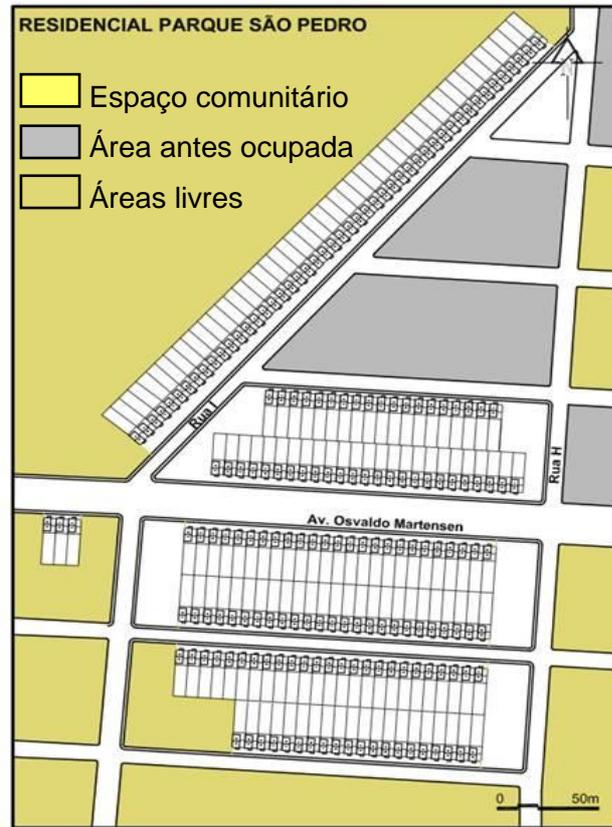


Figura 21 – Croqui de implantação: Residencial Parque São Pedro.

A unidade possui aproximadamente 82,m<sup>2</sup>, com dois dormitórios, sacada e garagem coberta, de acordo com a Figura 22.



Figura 22 – Planta Baixa esquemática: sobrado Parque Residencial São Pedro

### 3.2.2 Obra em execução

O Loteamento Canoas Minha Terra I foi projetado para realocar as famílias moradoras da Vila Dique, afetada pela construção da rodovia BR 448 – Rodovia do Parque – em Canoas/RS. O loteamento abrange a infraestrutura necessária e uma praça de convivência. Nessa obra serão construídas 167 unidades térreas, iguais às aquelas construídas no Canoas Minha Terra II – Figura 10 dessa pesquisa.

Durante a visita, várias etapas da construção estavam acontecendo concomitantemente. Assim, algumas casas já estavam habitadas e outras em início, meio e fim do processo de execução. Conforme informações levantadas pelo engenheiro da obra, se não houver incidentes, a montagem dos perfis ocorre de maneira que a cada dois dias as paredes de duas casas são preenchidas com concreto.

### 3.2.3 Perfil dos usuários de acordo com os empreendimentos

Os empreendimentos analisados nessa pesquisa podem ser classificados em programas de provisão habitacional que permitem conhecer a faixa de renda dos moradores abordados, de acordo com a Tabela 8. Considerando esse aspecto, não foram realizadas perguntas mais específicas sobre o morador (sexo, idade, escolaridade) para direcionar maior tempo possível ao trato sobre a habitação.

Tabela 08 – Programas de Provisão Habitacional envolvidos.

<b>Conjunto habitacional</b>	<b>Programa Habitacional</b>	<b>Faixa salarial</b>
Canoas Minha Terra II	MCMV	Faixa I – 0 a 3 salários mínimos
Parque Res. Novo Hamburgo	MCMV	Faixa I – 0 a 3 salários mínimos
Terra Nativa	MCMV	Faixa II – 3 a 10 salários mínimos
Parque São Pedro	MCMV	Faixa II – 3 a 10 salários mínimos

Os residenciais Valparaíso e condomínio São Luiz, ambos em Canoas, não foram classificados quanto ao programa habitacional porque foram empreendimentos financiados por particulares (empresas e construtoras) e destinados à moradores de renda média a alta.

### 3.3 Definição da amostra

As amostras foram calculadas com base nas definições estatísticas para determinação de amostras aleatórias simples. Para todos os conjuntos habitacionais foi considerado erro amostral de 10% e nível de confiança de 90%. Chegou-se ao número de abordagens através da equação:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times (1 - p)}{(N - 1) \times e^2 + Z^2 \times p \times (1 - p)}$$

Onde:

n é o número de abordagens

N é o tamanho da população;

e é a margem de erro amostral;

Z é a distribuição normal; para nível de confiança de 90%, Z=1,645;

p é a proporção esperada, de 50%.

Dessa maneira, foram aplicados 44 questionários no Loteamento Canoas Minha Terra II; 45 no Condomínio Valparaíso; 18 no Condomínio São Luiz; 54 no Loteamento Parque Residencial Novo Hamburgo; 43 no Residencial Terra Nativa e 41 no Residencial Parque São Pedro. Ao todo, 245 abordagens foram efetuadas aos moradores das residências. Priorizou-se que as visitas fossem realizadas de maneira pulverizada buscando, assim, uma forma homogênea de leitura.

Para a aplicação do questionário aos colaboradores não foi calculada uma amostra de referência porque o número de trabalhadores é reduzido e volátil durante a execução. Ao todo, foram aplicados 18 questionários.

### 3.4 Instrumento utilizado para avaliação

O instrumento de avaliação empregado nessa pesquisa foi o questionário preparado conforme as referências encontradas e a pertinência ao tema. Ainda, foi realizado o levantamento fotográfico de todos os conjuntos visitados e observação das condições dos empreendimentos durante a visita. Quanto a análise do projeto, nem todas as informações encontradas com as construtoras. Desse modo, nos

conjuntos Parque Residencial Novo Hamburgo, Valparaíso, São Luiz e Parque São Pedro, a planta baixa esquemática foi elaborada com base nas visitas e medições.

#### 3.4.1 Processo de abordagem para avaliação pós ocupacional

Em cada unidade abordada apenas um questionário foi aplicado, sempre considerando o usuário avaliado ocupante por mais de seis meses e com mais de quinze anos de idade para responder as questões. O instrumento possui quarenta perguntas alterando pontos descritivos e objetivos. No que se refere à comparação com outros sistemas construtivos foi priorizada a alvenaria de tijolos cerâmicos por entendê-la como um método tradicional na região. O questionário aplicado faz parte do apêndice A desta pesquisa.

As visitas foram realizadas no período de 12 de agosto a 12 de novembro de 2013. E, para cada conjunto habitacional foi empregado, no mínimo, o tempo de visita foi de um turno (8h). Esse período variava em relação ao número de abordagens calculado e condições climatológicas do dia de visita.

Apenas no conjunto habitacional de maior número de casas (250) duas pessoas fizeram as abordagens aos moradores. Em todas as outras, as abordagens foram feitas somente pela pesquisadora. Os entrevistados foram escolhidos aleatoriamente, buscando-se a maior variabilidade de localizações e aspectos dentro do empreendimento. Dessa forma, as respostas foram obtidas pela visita em cada um dos lotes. As abordagens ocorriam ora em frente as casas e ora dentro das unidades, dependendo da vontade e disponibilidade do morador.

#### 3.4.2 Processo de avaliação da execução do sistema

Durante aproximadamente três dias foi observado o andamento das obras de implantação do Loteamento Canoas Minha Terra II, em Canoas (dias 20, 21 e 22 de agosto de 2013). Além do levantamento de informações com os responsáveis técnicos, foi realizado o levantamento fotográfico das etapas construtivas e, também, foram aplicados questionários aos trabalhadores da obra com a finalidade de identificar as principais impressões durante o contato deles com o sistema

construtivo. Logo, as perguntas se relacionam à montagem das peças e entendimento do processo.

Ao todo, foram entrevistadas dezoito pessoas que exerciam as funções descritas na Figura 23. Cabe ressaltar que foram entrevistadas as pessoas que se encontravam no canteiro durante o momento da visita, dentre elas algumas trabalhavam em funções diretamente ligadas ao processo construtivo e outras não.



Figura 23 – Divisão das funções dos colaboradores abordados.

### 3.5 Amostras do material e ensaios

Algumas amostras de materiais e paredes foram cedidas pela empresa construtora do loteamento Canoas Minha Terra I, onde foi acompanhada a execução do sistema construtivo. Dois corpos de prova de concreto de tamanho 10x20cm foram disponibilizados ao Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) da UFSM para fins de pesquisa. Um deles moldado no dia 22/08/2013 e outro no dia 29/08/2013, ambos com concreto contendo poliuretano – PU – como agregado.

Ao chegar no laboratório, no dia 5 de novembro de 2013, todo o material foi ensaiado na prensa quanto a resistência a compressão de acordo com a NBR 5739 – Concreto: Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos (ABNT, 2007).

Além de corpos de prova em concreto, três amostras da parede constituída de perfis de PVC e preenchida em concreto, nas dimensões de 45x49x7,5cm, também foram elaboradas para ensaio. Elas foram moldadas no dia 29 de agosto de 2013 e rompidas aos 68 dias.

## 4 RESULTADOS E ANÁLISES

Esse capítulo apresenta os resultados da avaliação do sistema construtivo como um todo, desde o acompanhamento de obra e ensaios até a opinião dos moradores. Sobretudo, nesse capítulo serão identificadas as principais deficiências e potencialidades relacionadas às habitações de concreto e PVC vistoriadas.

### 4.1 Acompanhamento do processo executivo e levantamento fotográfico

#### 4.1.1 Aspectos gerais

Em um acompanhamento geral, diversas etapas da execução acontecem em um mesmo período, pois semanalmente chegam à obra *kits* para a fabricação das unidades habitacionais previstas para o período determinado. Desse modo, a central de pré montagem de instalações não fica superlotada de peças, uma vez que para cada unidade além das peças de PVC utilizadas nas paredes existe um *kit* hidráulico, um elétrico, outro para o forro e para a cobertura. A Figura 24 demonstra as várias frentes de trabalho atuando no empreendimento.



Figura 24 – Etapas da construção: (a) finalização das paredes e transporte do oitão; (b) várias fases da fundação à cobertura.

O *layout* utilizado priorizou que todas as unidades admitam o acesso de portadores de necessidades especiais através do uso de portas com 90 cm de largura e banheiro com dimensões suficientes para o raio de giro de uma cadeira de rodas. Assim, a mesma tipologia foi replicada em todo conjunto, conforme Figura 25.



Figura 25 – Habitações finalizadas: (a) unidade em fase de limpeza para entrega; (b) casa habitada pertencente à primeira fase de entrega.

#### 4.1.2 Fundações

As fundações usadas são do tipo *radier* a fim de melhor se adaptar às condições do terreno e do sistema construtivo. A Figura 26 mostra distintas fases no andamento de tais estruturas .



Figura 26 – Radier: (a) utilização dos gabaritos metálicos; (b) marcação de nível.

Para acelerar a execução de várias bases, empregam-se oito gabaritos dos *radiers* na obra. São primeiramente posicionadas as armaduras sobre o solo compactado e impermeabilizado com lona plástica. Após, são dispostas as instalações necessárias, em seguida, os gabaritos metálicos são colocados em várias bases enquanto aguarda-se a chegada do caminhão-betoneira para o lançamento do concreto, Figura 26(a). Nas calçadas externas de acesso à edificação também são utilizados gabaritos metálicos para configurar maior rapidez na execução, tanto na entrada de veículos quanto ao acesso de pedestres,

As instalações elétricas e hidráulicas são incorporadas na fundação e nas paredes por meio de canaletas específicas, conforme descrito no item 2.4.3.1 dessa pesquisa. A Figura 26(b) mostra, no local onde estão os tubos, os pontos onde serão levantadas as paredes. Também é possível observar a medição do desnível nas bordas externas da fundação com o objetivo de evitar a entrada de água no interior da unidade.

#### 4.1.3 Fechamentos verticais

Concluída a cura do concreto da fundação, as paredes são montadas iniciando-se com a instalação da canaleta de fixação que o fabricante “A” propõe. Na Figura 27(a) é possível observar as canaletas demarcando as paredes da casa. A ancoragem dessa peça na fundação é feita com parafuso do tipo *parabolt*. Em detalhe, é possível perceber a peça adaptada à diferença de nível interna e externa, Figura 27(b).



Figura 27 – Canaletas: (a) fixação sobre a fundação nos locais onde ficarão as paredes; (b) detalhe do desnível para não entrada das águas.

Na sequência, são encaixados os perfis verticais com o auxílio de um martelo de borracha, como mostra a Figura 28(a). Tais perfis deslizam de cima para baixo em blocos ou isolados, nessa obra a maioria dos perfis foram encaixados em blocos de aproximadamente oito perfis unidos. Duas pessoas são necessárias para realizar essa tarefa. Os perfis previamente encaixados oito a oito na central de pré montagem de instalações devem ser transportados para as proximidades da edificação. A Figura 28 (b) mostra os blocos posicionados no solo aguardando a colocação para constituir as paredes.



Figura 28 – Montagem dos perfis: (a) encaixe com auxílio do martelo; (b) ao fundo no chão, perfis previamente encaixados em blocos.

Além dos perfis em placas na cor branca, na parte interna da parede alguns perfis de coloração mais escura são dispostos transversalmente, visíveis na Figura 29 (a) – encaixe entre P1 e P2 . Eles possuem aberturas à passagem do concreto e permitem o posicionamento de elementos metálicos horizontais para garantia no reforço na estrutura. Nesse projeto, é recomendada a colocação dos reforços horizontais na altura do sétimo furo (de baixo para cima), conforme mostra a Figura 29(b). Para o maior vão da casa, de 6m, são necessárias três barras dessas chamadas PHI, uma com 3045 outra com 1320 e outra com 2505 mm.



Figura 29 – Perfis: (a) encaixe dos módulos de PVC; (b) posicionamento dos reforços metálicos verticais

Quando preciso algum reparo nas peças de coloração branca, elas poderão ser retiradas devido ao sistema de clique desenvolvido por esse fabricante. Assim, com uma leve pressão novamente o elemento será instalado sem necessidade da peça deslizar de cima para baixo novamente. Os perfis são identificados como P1, para a parede geral; P2, empregado na parte interna; P3, utilizado em canto externo;

P4, para encontros de paredes e P5 para cantos internos. A posição de colocação é especificada em projeto através de um esquema de cores.

O fabricante define que o travamento da estrutura metálica horizontal ( $\Phi$ ) seja feito com parafuso auto-brocante. Tanto a estrutura posicionada no sétimo furo, aproximadamente a 80 cm do contrapiso, como o perfil horizontal superior colocado na altura do pé-direito devem ser fixados com tal parafuso, Figura 30.



Figura 30 – Detalhamento do perfil horizontal superior.

Fonte: Projeto Pschichholz.

À medida que as paredes vão sendo encaixadas, devem ser escoradas por barras metálicas fixadas no *radier* com pinos metálicos, no projeto consta a planta com os pontos de escoramento recomendados. Na Figura 31(a) é possível observar o escoramento realizado. Gabaritos metálicos suportam os vãos de portas e janelas no momento de concretar as paredes, de acordo com a Figura 31(b).

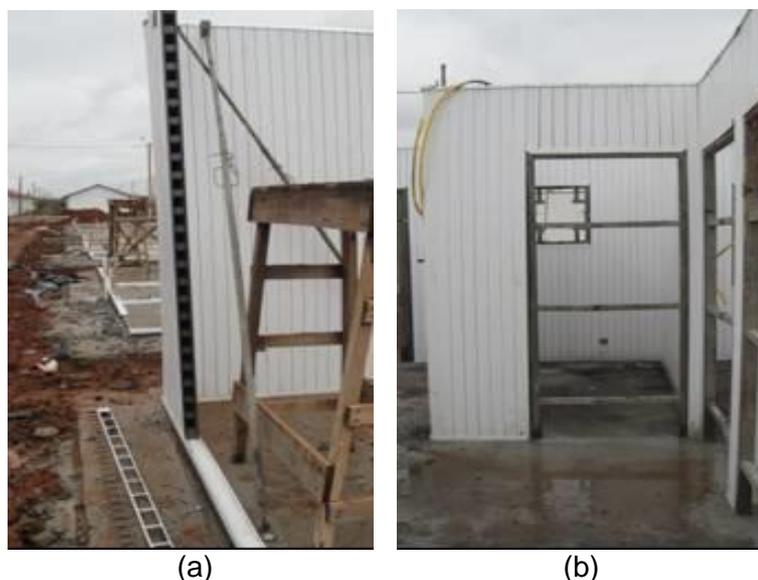


Figura 31 – Preparação para lançar o concreto: (a) escoramento dos perfis; (b) gabaritos metálicos para conter o concreto.

#### 4.1.4 Instalações: elétrica e hidráulica

As instalações elétricas e hidráulicas devem passar por canaletas horizontais e seguir em perfis apropriados facilitando o processo de manutenção. As canaletas horizontais junto ao piso devem ser perfuradas, como mostra a Figura 32.



Figura 32 – Passagem dos tubos pela canaleta base.

Os tubos e mangueiras de passagens elétricas devem ser encaixados no interior dos perfis, Figura 33 (a) e (b). Na altura estabelecida para a saída d'água o perfil de PVC deve ser furado com serra copo. Observou-se que alguns perfis por onde passam as instalações não apresentam a mesma padronização de cor utilizada nas outras peças. A Figura 33(c) apresenta essa visível diferença.

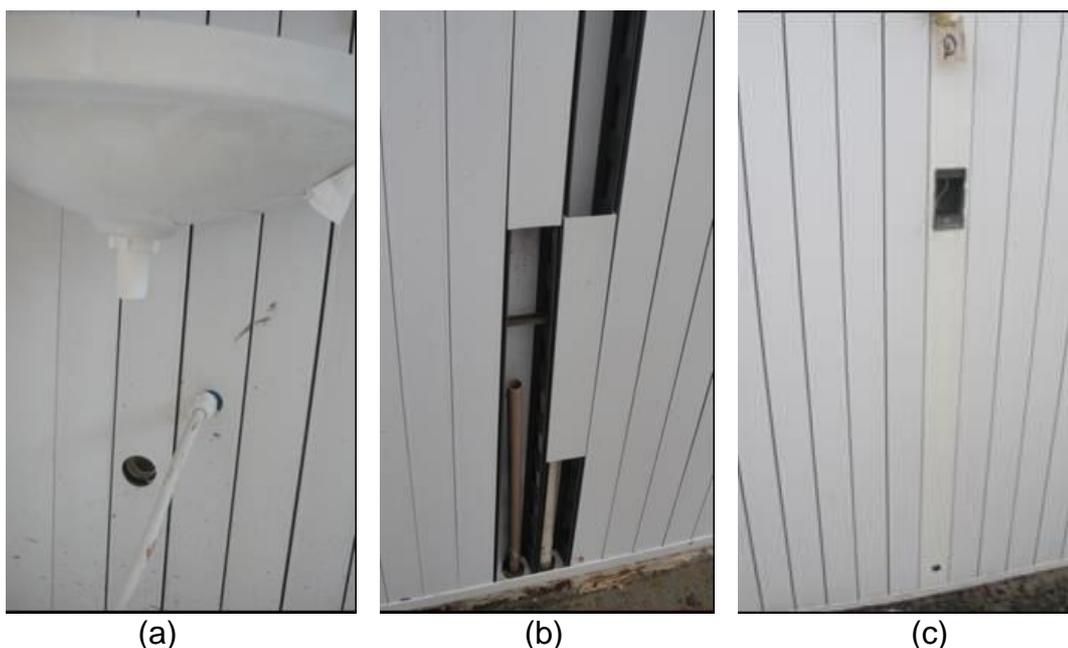


Figura 33 – Instalações: (a) saídas de esgotamento; (b) passagens específicas para instalações hidráulicas; (c) perfil com caixa de passagem elétrica.

#### 4.1.5 Lançamento do concreto

O concreto utilizado na obra possui 3 Mpa de resistência característica à compressão de projeto e foi produzido por empresa terceirizada. O agregado é composto por resíduos de poliuretano (PU), proveniente da indústria calçadista local.

Após a montagem dos perfis são colocadas calhas metálicas na altura do pé-direito para o derrame do concreto pelo caminhão betoneira. Durante a concretagem, o interior da edificação contém escoras, gabaritos nas aberturas e andaimes para a distribuição do concreto, conforme Figura 34. Tais elementos se tornam obstáculos no caso de problemas durante o lançamento do concreto.



Figura 34 – Concretagem: (a) no alto, mangueiras conduzindo o concreto; (b) interior da edificação mostrando as calhas para despejo do material e andaimes.

A pressão e a altura de lançamento do concreto devem ser observadas para evitar quebras ou deformações das formas de PVC. Conforme os colaboradores, costumam ocorrer quebras de perfis durante a concretagem. Para estancar a saída de concreto usa-se a fixação, com parafusos, de um novo perfil de PVC.

Na Figura 35(a) é possível observar o desperdício de concreto por causa da quebra de um perfil de PVC e a dificuldade de acessar o local para reparo. Foi notado o abaulamento das paredes caracterizando um estufamento no PVC, Figura 35(b). Essa ocorrência, originada pela má distribuição do concreto nas formas, é resolvida pelos colaboradores com a retirada do perfil, lixamento da superfície do concreto e recolocação do perfil através do clique.



Figura 35 – Efeitos do concreto: (a) desperdício do concreto devido à quebra da peça de PVC; (b) abaulamento causado pelo acúmulo do material.

Perfis ociosos devido à falta de preenchimento em determinados pontos foram encontrados, de acordo com a Figura 36 (a). O local deverá receber reforço de concreto seguido da recolocação do perfil. No ato da concretagem uma equipe de limpeza da obra deve ficar de prontidão para a retirada do concreto nos locais de escape ou transbordamento. Esse procedimento foi acompanhado durante a visita, porém em algumas unidades prontas foram identificadas com respingos de concreto curado, Figura 36 (b).



Figura 36 – Falhas no preenchimento dos perfis: (a) formação de vazio ; (b) transbordamento de concreto na superfície da parede.

Ainda decorrente de falhas no lançamento do concreto ou de ajustamento antes desse procedimento, o desaprumo das paredes foi uma deficiência encontrada em alguns pontos da obra. Visivelmente foram identificados cantos de paredes e vãos de aberturas que não apresentavam linhas retas, conforme Figura 37.



Figura 37 – Desaprumo dos fechamentos em PVC: (a) abaulamento não corrigido, (b) falta de prumada nos cantos; (c) vãos de aberturas fora de esquadro.

#### 4.1.6 Fechamento horizontal

A cobertura da edificação é feita com telhas cerâmicas sobre estrutura metálica, conforme Figura 38(a). Essa estrutura é fixada no concreto das paredes por meio de parafusos e as tesouras são montadas na central de pré montagem e posteriormente transportadas até à edificação para instalação. Os beirais da casa possuem 50 cm e ao fundo existe uma área coberta para a instalação de tanque. Os oitões também são fixados por parafusos nas tesouras e paredes. Entre esses elementos é vista uma diferença de tonalidade, conforme Figura 38(b).



Figura 38 – Elementos que compõem o telhado: (a) componentes gerais da estrutura de alumínio, (b) beirais e oitões.

O material do oitão é similar ao forro interno da edificação, figura 39(a). Na junção dessas peças pode-se perceber uma fenda de maneira que esse ponto pode servir, posteriormente, para alojamento de animais e sujeira. Na direção onde caem as águas do telhado foram instaladas passarinheiras de PVC – elementos que servem para barrar a entrada de pássaros abaixo das telhas de cobertura – que visivelmente destoam da coloração do material que compõe as paredes, conforme Figura 39(b).



Figura 39 – Acabamentos: (a) parte externa, passarinheira; (b) forro interno em PVC.

#### 4.1.7 Esquadrias

O sistema aceita qualquer tipo de esquadria, preferencialmente é utilizado o de PVC para manter a unidade do material. Nessa obra foram utilizadas janelas e portas externas de PVC e madeira nas portas internas dos cômodos, Figura 40 (a).



Figura 40 – Visão interna das aberturas: (a) portas de madeira; (b) alizar mal acabado.

Algumas das janelas basculantes não mostram bom acabamento, com falhas nos marcos e alizares, tal como na Figura 40(b). As portas externas, tanto a principal quanto a de serviço apresentam venezianas para a ventilação da casa. Nos quartos e sala foram empregadas janelas de duas folhas somente com caixilho para vidro; no banheiro e cozinha a esquadria é do tipo basculante.

A veneziana é importante nesse sistema construtivo para garantir a ventilação do ambiente e minimizar aspectos como a umidade interna devido à condensação e formação de mofo nas paredes. Esse assunto será abordado mais profundamente nas avaliações pós-ocupacionais desta pesquisa.

#### 4.1.8 Avaliação pelos colaboradores

Foram questionados todos os trabalhadores que estavam no canteiro no dia da visita. Dentre esses dezoito colaboradores, quatorze deles afirmaram desconhecer totalmente o sistema construtivo antes de entrar na referida obra. Somente montadores, carpinteiros, contra-mestre e azulejistas afirmaram ter recebido curso de capacitação sobre a tecnologia que alia concreto e PVC.

Quando interrogados sobre a montagem dos perfis, se encaixavam perfeitamente e sem muito esforço, a maioria dos trabalhadores respondeu que a facilidade de encaixe era boa ou muito boa. Apenas 6% classificaram como ruim o encaixe entre os perfis. Porém, o principal problema relatado foi a deformação que alguns perfis, tal como o P1 e P2, vinham da fábrica. Segundo os colaboradores, a fabricação peca por não manter a correta padronização das peças

Os entrevistados avaliaram positivamente a pré-montagem dos perfis na central, sendo isso responsável por aumentar a produtividade. Em comparação à alvenaria, todos consideraram a produção no sistema com PVC mais fácil.

Cerca de 20% dos entrevistados avaliaram como difícil a prumada dos perfis antes de receber o concreto nas paredes. O percentual se relaciona aos exemplos relatados nesse trabalho de desaprumo nos cantos e nas aberturas das edificações. Também é pertinente a tal falha construtiva o fato de que existe movimentação dos painéis no momento da concretagem, para 22% dos trabalhadores. Ainda, metade deles relata não perceber o desaprumo nos cantos das paredes. Os trabalhadores consideraram em 11% corriqueiras as quebras de perfis durante a concretagem.

Das dezoito pessoas abordadas quatorze afirmam que o escoramento das paredes não atrapalha a realização de outras atividades como a concretagem, posicionamento das instalações, etc. Sobre adaptações ou recortes nas instalações de água e esgoto a maior parte relatou que não são necessárias.

Os aspectos positivos do sistema foram relacionados à rapidez de execução, à simplicidade e à facilidade de entendimento do sistema, além de beleza, inovação e uso de material reciclável. Na visão dos colaboradores, a etapa mais importante da construção nesse tipo de edificação foi classificada de acordo com a Figura 41.

**Qual etapa da construção você considera mais importante?**

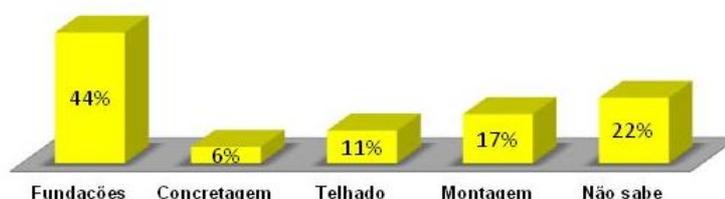


Figura 41 – Questionamento sobre a etapa mais importante da obra na concepção dos colaboradores.

De acordo com a resposta dos executores, é percebida a importância do correto encaixe e montagem dos perfis para receber o concreto, bem como o vínculo que eles devem ter com as fundações e essa com o terreno.

#### 4.1.9 Resultados dos ensaios

As amostras recolhidas na obra visitada serviram para ensaios de resistência à compressão em corpos de prova de concreto e pequenas paredes moldadas com o PVC do sistema e o concreto usual do empreendimento. A Tabela 09 apresenta as características dessas pequenas paredes que foram rompidas aos 68 dias de cura.

Tabela 09 – Resultados dos ensaios realizados nas pequenas paredes

	Dimensões (cm)	Carga de Ruptura (kN)	Tensão de Ruptura (Mpa)	Tensão média de ruptura (Mpa)
1	45 x 49 x 7,5	61,0	1,81	1,75
2	45 x 49 x 7,5	56,0	1,66	
3	45 x 49 x 7,5	60,0	1,78	

Fonte: LMCC/UFSM.

A empresa construtora disponibilizou também dois corpos de prova com o mesmo concreto utilizado nas casas, datados de duas concretagens diferentes: CP1 que foi rompido com 75 dias e CP2 que foi rompido com 68 dias de cura. Os resultados constam na Tabela 10. Tanto as paredes quanto os corpos de prova apresentaram resultados muito baixos de resistência e por isso não foram feitas as correções pertinentes à idade de 28 dias que é preconizada pelas normativas.

Tabela 10 – Resultados dos ensaios de compressão nos corpos de prova.

	Slump (cm)	Diâmetro (cm)	Carga de ruptura (kN)	Tensão de ruptura (Mpa)	Tensão média de ruptura (Mpa)
CP1	70	9,95	10,8	1,39	
CP2	65	9,89	20,8	2,72	2,06

Fonte: LMCC/UFSM.

Os resultados dos ensaios indicam um material muito fraco, como pode ser observado nos modos de ruptura, em que as amostras se desagregaram, sem apresentar uma ruptura brusca (frágil), típica de concretos de média a alta resistência. A Figura 42 mostra aspectos das amostras ensaiadas.

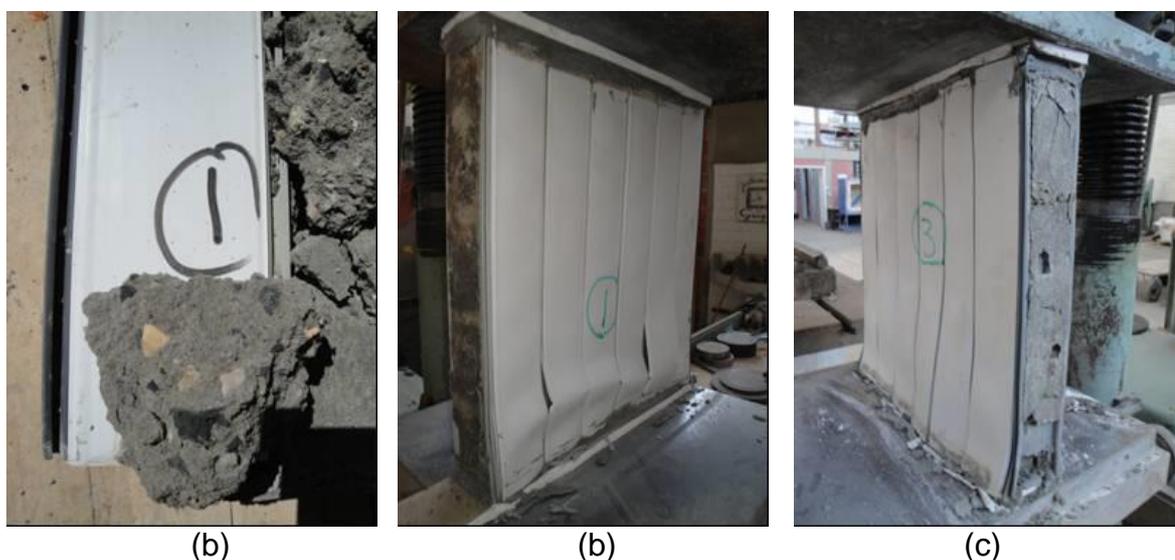


Figura 42 – Ensaio de compressão das paredes moldadas: (a) aspecto do concreto, (b) parede 1, (c) parede 3.

Fonte: LMCC/UFSM.

O estudo de Kuder *et. all* (2009), apresenta valores de resistência muito maiores em relação aos encontrados nesse caso. Entretanto, a comparação não poderá ser direta visto que, no estudo dos autores, o PVC tem estrutura e seção de parede diferenciada. Ainda, os autores explicitam resistência característica de projeto como 25 Mpa e no caso ensaiado, essa resistência era projetada em 3 Mpa.

## 4.2 Avaliações Pós-ocupacionais (APO)

### 4.2.1 Levantamento Loteamento Canoas Minha Terra II

Em relação ao tamanho dos espaços da casa, a maioria dos ocupantes avalia positivamente, apesar de mostrarem descontentamento com as dimensões da cozinha de acordo com gráfico da Figura 43. Relaciona-se o pequeno tamanho da cozinha ao fato de 34% dos entrevistados já terem construído alguma ampliação nos fundos da casa. Tal ampliação comumente é feita em alvenaria, sem nenhum vínculo especial com o elemento construído em outra tecnologia construtiva.

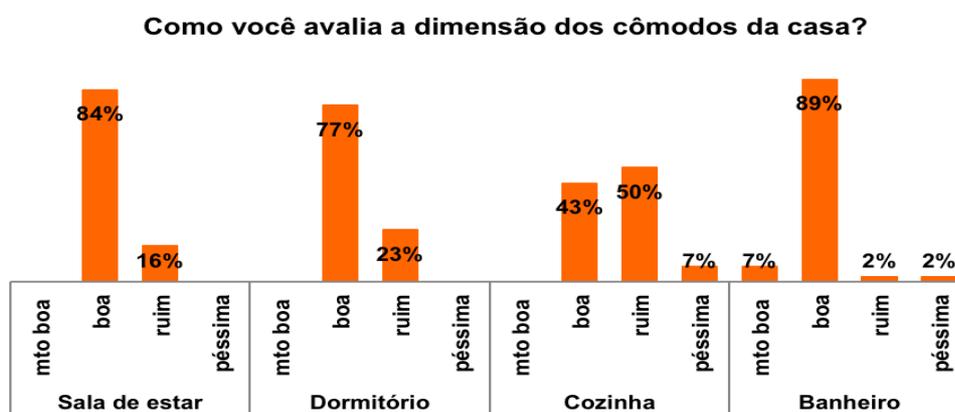


Figura 43 – Avaliação sobre o tamanho dos cômodos – Canoas Minha Terra II

Grande parcela da população aprovou a dimensão do banheiro da casa, Figura 44(a). Esse cômodo possui tamanho diferenciado capaz de comportar a movimentação de uma pessoa que necessite adentra-lo de cadeira de rodas.



(a)



(b)

Figura 44 – Levantamento fotográfico: (a) ambiente interno do banheiro, (b) unidade com aquecedor solar de água para os chuveiros.

No que se refere à temperatura no interior da casa nos períodos de verão e de inverno grande percentual avaliou que no inverno a habitação é muito fria, porém no verão a maioria aponta como boa a temperatura interna da edificação. A Tabela 11 apresenta os principais percentuais encontrados no conjunto habitacional e aponta em realce os pontos mais expressivos, tal como o conforto térmico na casa no verão e o desconforto relatado no inverno.

Para avaliar o isolamento acústico das paredes, aplicou-se o questionamento aos moradores sobre ruídos externos e internos escutados no interior da casa. Foi alertado considerar janelas e portas fechadas para balizar as respostas e, com isso, os mais expressivos percentuais indicam que aproximadamente 57% ouve barulhos externos. Todavia, em relação aos ruídos gerados em ambientes internos, estando o ouvinte em um cômodo distinto, 52% dos moradores afirmaram não escutar nada. Tal diferença nas respostas entre ouvir mais barulhos externos e menos os internos possivelmente se relaciona à intensidade da fonte sonora e ao tipo de esquadrias utilizadas, pois a espessura e material empregado em todas as paredes, tanto internas quanto externas, são idênticos.

Quanto às esquadrias, as portas externas são do tipo veneziana e, assim, permitem a passagem de ar e som com facilidade, já as internas são portas lisas em madeira. As portas foram alvo de reclamações, ora por manter uma fresta muito grande entre a folha e o contra piso, ora por não existir tal fresta e emperrar na abertura.

Deformações nos vãos de portas foram ocasionando o rebaixamento e, portanto, dificuldade na abertura. Além das portas externas com venezianas, as janelas em duas folhas e as basculantes (banheiro e cozinha) são responsáveis por classificar como boa ou muito boa, pelos moradores, a ventilação nos cômodos da casa. Apenas 11% consideraram ruim a ventilação da edificação. Entretanto, foi relatado o excesso de volume de ar adentrado pela veneziana gerando incomodo nos dias frios. Algumas das casas visitadas possuem grades nas aberturas.

Quanto às paredes, trincas ou quebras não foram observadas por 80% dos entrevistados. Entrada de água da chuva foi relatada por má vedação das esquadrias das janelas e não por infiltração entre os perfis de PVC. Ainda, metade das pessoas visualizou algum estufamento nas paredes, fato observado desde a ocupação da residência. A falta de rigidez nos fechamentos verticais, diferentemente de outros conjuntos habitacionais, foi apontada por 30% da amostra. As

reclamações destacaram a movimentação do forro de PVC, visto que a edificação não possui laje e as tomadas das aberturas da casa fazem trepidar o forro.

Alguns moradores afirmaram ter aplicado tinta à base de acetato de polivinila (PVA) nas paredes externas e internas. Algumas unidades foram totalmente pintadas e, mesmo assim, não foi observado em nenhum ponto de descascamento ou não aderência do material. Um morador assegurou notar a diminuição do acúmulo de umidade interna das paredes (condensação) após a pintura com tal tinta.

A umidade excessiva nas paredes causada pela condensação de vapores foi uma queixa identificada em mais de 90% das casas visitadas. Em decorrência disso, o aparecimento de manchas de mofo é bastante frequente no loteamento.

Alguns moradores manifestam insatisfação com o fato da casa ser totalmente branca porque isso dificultaria a manutenção. Segundo o manual dos proprietários, não são indicados produtos como água sanitária e cloro para a limpeza das paredes. Assim, não foi observado dano ou alteração de cor no PVC por causa de produtos de limpeza. Pelo efeito da radiação solar também não foram vistas grandes alterações na coloração dos perfis. Não foi encontrada nenhuma edificação com aplicação de revestimento do tipo cerâmico nas paredes internas. Duas aplicaram reboco comum nas paredes externas do fundo da casa motivadas pelas ampliações feitas em alvenaria. Esses casos não apresentaram destacamento do material.

Infiltração de água da chuva pela cobertura foi um problema apontado por 57% dos entrevistados que observaram umidade junto ao forro de PVC. Já nas instalações elétricas e hidráulicas a ocorrência de falhas descritas foi menor: 11% das residências tiveram problemas de fácil resolução na parte elétrica e 32% apontaram problemas nas instalações hidráulicas. Alguns consertos nos encanamentos hidráulicos foram complexos, sendo necessária a retirada das louças e quebra da fundação. Foi utilizado sistema de aquecimento solar no loteamento.

As informações de acordo com o levantamento no Loteamento Canoas Minha Terra II estão resumidas na Tabela 11, compilando os principais assuntos descritos nesse item da pesquisa. Por fim, esse re-assentamento representou na vida de muitos moradores a primeira casa própria, objeto sonhado e desejado, uma vez que provinham de assentamentos irregulares em condições precárias. Dessa forma, o capricho e as ornamentações nas paredes externas de várias moradias se destacaram entre os conjuntos visitados.

Tabela 11 – Resumo do Loteamento Canoas Minha Terra II

Loteamento Canoas Minha Terra II					
Avaliação global					
Ítems	Resultados		Ítems	Resultados	
Dimensão dos cômodos	<b><u>boa 73%</u></b>	ruim 23%	Boa incidência de sol	sim 66%	não 32%
Alteração ou ampliação	sim 34%	não 66%	Necessário colocar grades	sim 34%	não 18%
Aparência externa	boa 77%	ruim 9%	Escuta barulhos externos	<b><u>sim 57%</u></b>	não 41%
PVC atendeu suas expectativas	sim 64%	não 36%	Escuta barulhos internos	sim 45%	<b><u>não 52%</u></b>
Temperatura no verão	<b><u>boa 75%</u></b>	ruim 25%	Ventilação interna	<b><u>boa 84%</u></b>	ruim 11%
Temperatura no inverno	boa 39%	<b><u>ruim 59%</u></b>	Segurança quanto incêndio	boa 41%	ruim 43%
Paredes					
Trincas ou quebras	sim 16%	<b><u>não 80%</u></b>	Falta de rigidez	<b><u>sim 30%</u></b>	não 66%
Deformações	sim 50%	não 48%	Umidade excessiva	<b><u>sim 93%</u></b>	não 5%
Perfurou a parede	sim 73%	não 25%	Limpeza das paredes	fácil 34%	difícil 20%
Procedimento:	fácil 66%	difícil 7%	Dano por produto de limpeza PVC	sim 2%	<b><u>não 98%</u></b>
Passagem de água da chuva	sim 43%	não 55%	comparado à alvenaria	boa 55%	ruim 27%
Sinal de mofo	<b><u>sim 68%</u></b>	não 30%	Alteração de cor dos perfis	sim 36%	não 64%
Janelas e portas					
Janelas fecham perfeitamente	sim 82%	não 18%	Portas fecham perfeitamente	sim 48%	<b><u>não 52%</u></b>
Revestimentos					
Possui revestimento	sim 5%	não 95%	Soltou, trincou ou descascou	sim 0%	não 5%
Telhado					
Infiltração	sim 57%	não 41%	Problema pelo vento ou chuva	sim 30%	não 61%
Instalações					
Problemas nas instalações elétricas	sim 11%	<b><u>não 86%</u></b>	Problemas nas instalações hidráulicas	sim 32%	<b><u>não 68%</u></b>
Conserto	fácil 5%	difícil 0%	Conserto	fácil 16%	difícil 20%

#### 4.2.2 Levantamento Residencial Valparaíso

Os moradores do residencial consideraram, quanto ao tamanho dos cômodos, a pior situação no banheiro, de acordo com a Figura 45. Todavia, são altos os percentuais positivos para os demais cômodos.

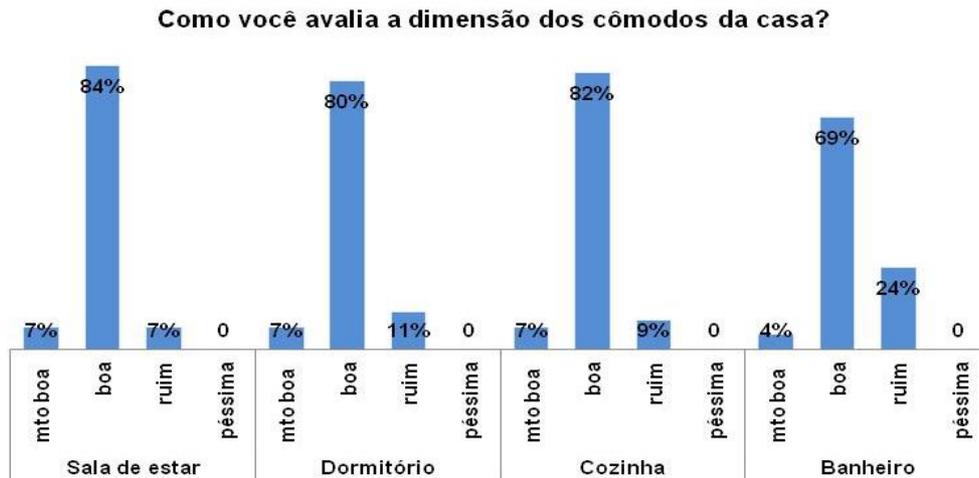


Figura 45 - Avaliação sobre o tamanho dos cômodos – Valparaíso.

Aproximadamente 80% dos moradores já realizaram ampliações nos fundos da edificação, principalmente com a construção de mais um banheiro ou área de convívio. A Figura 46 (a) mostra a interface entre alvenaria e o concreto PVC com fissuras em decorrência das características diferentes dos dois materiais e a falta de uma vinculação adequada.



(a)



(b)

Figura 46 – Levantamento fotográfico: (a) ambiente interno, ampliação; (b) fachada externa.

Conforme Figura 46 (b), a fachada das casas possui pintura colorida em faixas e detalhes claros na parte superior e esquadrias. Alguns moradores julgam cansativo aos olhos o uso de textura em toda a habitação e mencionam a dificuldade de limpar as paredes por tal ocorrência.

Com relação à temperatura interna, boa parte dos moradores relatou desconforto tanto no verão quanto no inverno. Os percentuais se aproximaram de 40% para classificar a temperatura interna como ruim nas duas estações mais extremas do ano. Especialmente os moradores das casas nas pontas das fitas descrevem ambientes muito quentes. Entre os pontos positivos citados pelos moradores, o fato da casa ser bem arejada foi um dos mais considerados. Assim, cerca de 95% avaliam como boa e muito boa a ventilação no interior da casa.

Sobre o isolamento acústico das habitações, grande parte da amostra respondeu não escutar barulhos externos estando dentro de casa com janelas e portas fechadas. Em se tratando de um condomínio fechado, há que se considerar que as respostas são influenciadas pelo fato de que o volume tráfego e de ruído é pequeno nas vias internas ao residencial. Quanto aos ruídos internos, mais de 70% dos usuários relataram ouvir barulhos dos outros cômodos da casa ou vizinhos.

Um dos pontos negativos relatados foi a comunicação entre as lajes pré-moldadas de concreto na cobertura das casas de cada fita. Isso gera desconforto pela propagação do som de uma unidade para outra. Outros incomodos expostos: dificuldade de solução dos problemas elétricos porque as instalações são comuns em toda a fita de casas; caixas de passagem de tomadas elétricas com o vão de abertura comum para casas vizinhas (geminadas). Segundo os moradores, as paredes de divisa não são duplas. Além disso, problemas nas instalações elétricas e hidráulicas foram relatados em quase 20% das abordagens.

No que se refere à parede de PVC, 42% dos entrevistados diz já ter visto trinca ou quebra. Entretanto, entende-se que essas trincas são no revestimento e não nos perfis de PVC, no local surge o mapeamento das junções dos perfis. Isso foi percebido no oitão das casas locadas nas pontas das fitas. Presume-se que seja originado pela exposição ao sol e variação térmica dessa empena. Os locais que apresentaram trincas são variados e por vezes ocorrem devido à infiltração da água da chuva no telhado.

O uso de textura dificultou a limpeza das paredes para 51% dos entrevistados que avaliou a atividade como difícil ou muito difícil. Tal como os conjuntos que

mantêm o PVC exposto, o Valparaíso também obteve exemplos de manchas nas paredes causadas por mofo identificadas por 51% dos moradores. Umidade excessiva nas paredes foi constatada por 36% dos moradores, diferentemente dos conjuntos que não aplicaram texturas nas paredes com aproximadamente de 90%.

Segundo os relatos dos moradores, as manchas de mofo costumam aparecer no forro da casa. Originalmente foi empregado nas casas um tipo de forro de polietileno (isopor). Este material é causa de insegurança aos moradores uma vez que, segundo relataram, em evento de sinistro no condomínio as chamas se propagaram pelo forro de uma casa. Por esse motivo muitos moradores já trocaram o material e também porque, em alguns casos, ele apresentou pequenas fissuras.

Sobre as paredes, 67% dos entrevistados não notaram deformações ou abaulamentos e 87%, diz não perceberam falta de rigidez. Entretanto, foi percebido o desaprumo das paredes em algumas edificações.

A grande maioria das unidades visitadas foi reformada e, além de incrementar a área construída, algumas delas incorporaram lareiras e churrasqueiras. As lareiras observadas são de canto, em material metálico e foram incorporadas à edificação apenas com adaptações na laje e telhado, as paredes próximas não sofreram nenhuma modificação ou acabamento para recebê-las. Os usuários contam não ter problemas com fissuras ou nenhum outro inconveniente depois da colocação. As churrasqueiras observadas são pré-moldadas em concreto ou feitas em alvenaria.

Uma deficiência encontrada, de acordo com o relato dos moradores e não perceptível durante a visita, é a infiltração de água da chuva pela cobertura. Sem acesso à cobertura das casas não foi possível precisar o que motiva tal efeito. Atenta-se para a possibilidade de incorreta inclinação das telhas ou má colocação dessas, da mesma forma que a falha pode ser causada por dilatação do material do telhado ou falhas na vinculação entre telhado e lajes.

Após visitadas as unidades habitacionais do conjunto e analisadas as opiniões dos moradores (resumidas na Tabela 12), é possível afirmar que, nesse condomínio, o sistema construtivo cumpre adequadamente as suas funções sem perda de qualidade, se comparado às construções que utilizam sistemas construtivos tradicionais. Apesar de mais de doze anos de uso as edificações se encontram em bom estado, pois receberam manutenção adequada, e, dessa forma, as paredes e revestimentos mantêm o perfeito estado.

Tabela 12 – Resumo Residencial Valparaíso.

Residencial Valparaíso					
Avaliação global					
Ítems	Resultados		Ítems	Resultados	
Dimensão dos cômodos	<b><u>boa 79%</u></b>	ruim 13%	Boa incidência de sol	sim 76%	não 24%
Alteração ou ampliação	sim 78%	não 20%	Necessário colocar grades	sim 0%	não 8%
Aparência externa	boa 73%	ruim 3%	Escuta barulhos externos	sim 36%	não 64%
PVC atendeu suas expectativas	sim 82%	não 18%	Escuta barulhos internos	sim 71%	não 29%
Temperatura no verão	<b><u>boa 60%</u></b>	ruim 36%	Ventilação interna	<b><u>boa 87%</u></b>	ruim 4%
Temperatura no inverno	<b><u>boa 58%</u></b>	ruim 36%	Segurança quanto incêndio	boa 60%	ruim 31%
Paredes					
Trincas ou quebras	sim 42%	não 58%	Falta de rigidez	sim 4%	não 87%
Deformações	sim 31%	não 67%	Umidade excessiva	sim 36%	<b><u>não 64%</u></b>
Perfurou a parede	<b><u>sim 96%</u></b>	não 2%	Limpeza das paredes	fácil 49%	difícil 33%
Procedimento	fácil 51%	difícil 44%	Dano por produto de limpeza	sim 0%	não 4%
Passagem de água da chuva	sim 33%	não 60%	PVC comparado à alvenaria	<b><u>boa 69%</u></b>	ruim 9%
Sinal de mofo	<b><u>sim 51%</u></b>	não 44%	Alteração de cor dos perfis	sim 0%	não 0%
Janelas e portas					
Janelas fecham perfeitamente	sim 82%	não 18%	Portas fecham perfeitamente	sim 78%	não 22%
Revestimentos					
Possui revestimento	<b><u>sim 100%</u></b>	não 0 %	Soltou, trincou ou descascou	sim 16 %	não 78%
Telhado					
Infiltração	sim 47%	não 53%	Problema pelo vento ou chuva	sim 47%	não 36%
Instalações					
Problemas nas instalações elétricas	sim 18%	não 32%	Problemas nas instalações hidráulicas	sim 18%	<b><u>não 80%</u></b>
Conserto	Fácil 4%	Difícil 9%	Conserto	fácil 4%	difícil 7%

#### 4.2.3 Levantamento Condomínio São Luiz

O tamanho dos cômodos foi considerado bom na maior parte das respostas dos moradores desse condomínio, porém as dimensões da cozinha obtiveram altos índices de reprovação, Figura 47. Com isso, 77% dos entrevistados fizeram alteração no imóvel ampliando a área da cozinha e lavanderia.

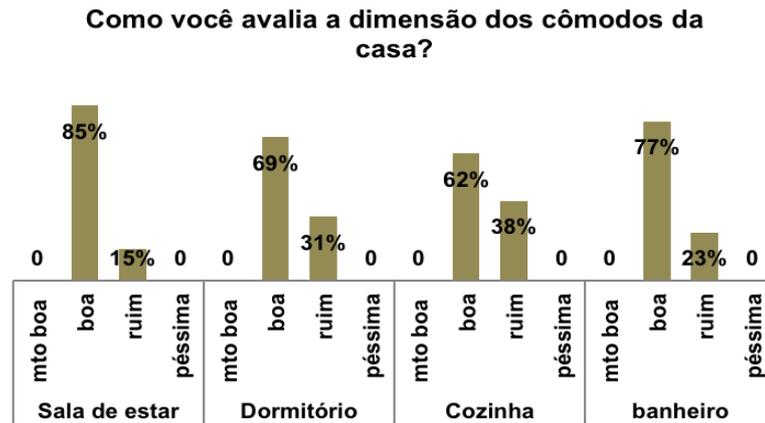


Figura 47 – Avaliação sobre o tamanho dos cômodos – São Luiz.

Pelas respostas relativas à temperatura interna das edificações o período de inverno é mais desconfortável nas habitações. Isso é possível de se relacionar ao fato de que metade das unidades se voltam para o sul e, portanto, suas aberturas não possuem uma boa insolação no período de inverno.

As fachadas das casas possuem faixas alternadas de coloração azul, verde e alaranjada aplicadas sobre a textura em massa, Figura 48 (a). As esquadrias, são pintadas de branco padronizando as linhas das fachadas.



(a)



(b)

Figura 48 – Levantamento fotográfico: (a) fachada das unidades, (b) mofo internamente.

Os moradores consideram o isolamento acústico bom, entretanto, a maioria ouviu barulhos entre os cômodos das suas casas, perto de 55%. Os ruídos externos à unidade habitacional não são ouvidos em 77% dos casos. Sendo um condomínio fechado essas respostas sofrem a influência do baixo tráfego de veículos próximos.

São unânimes as respostas sobre a ventilação no interior da casa. Todos os entrevistados classificam-na como boa. A maior parte das janelas e portas abrem e fecham sem apresentar problemas. Embora a ventilação interna tenha sido considerada eficiente, muitos moradores relatam a presença de umidade excessiva nas paredes internas ocasionadas pela condensação de vapores em um ambiente de fechamentos não porosos. Em números, 85% das respostas apontam esse problema inclusive com a formação de manchas de mofo nas paredes e forro (que também é de PVC).

Nas paredes internas originalmente não foram aplicadas texturas nem pinturas, Figura 48 (b). Logo, aproximadamente 70% dos usuários afirmam ter aplicado algum tipo de revestimento. Unidades vistoriadas foram totalmente revestidas, na cozinha por cerâmica e nas outras partes da casa por massa corrida com acabamento liso. Muitas casas pintaram os perfis internos de PVC com tinta látex PVA e em nenhum caso foi observado descascamento.

Sobre os revestimentos, alguns moradores aplicaram em todas as paredes, Figura 49 (a), mas apenas 15% dos usuários relatou deslocamento do material – durante a visita não foi percebido nenhum indício de descolamento. Trincas ou quebras nas texturas externas, tais como o Residencial Valparaíso não foram observadas, até mesmo o oitão das casas não existiu semelhante mapeamento dos perfis sob a textura, Figura 49 (b).



(a)



(b)

Figura 49 – Levantamento fotográfico: (a) revestimento interno, (b) oitão externo.

Trincas ou quebras nos perfis de PVC das paredes foram notadas em apenas 8% das moradias, conforme os usuários. Entretanto, furos propositais para pendurar elementos foram feitos por 92% dos ocupantes que avaliaram o processo como difícil em 54% dos casos. Ainda, 15% deles relataram abaulamentos em pequenas proporções na estrutura das paredes. Esse mesmo percentual percebeu falta de rigidez no elemento vertical.

Entre problemas de infiltração pelo telhado ou nas instalações elétricas e hidráulicas, foram relatadas com mais expressividade falhas na parte hidráulica das casas. Principalmente foram observados vazamentos nos encanamentos, mas apenas 15% dos usuários identificou dificuldade no conserto. Os percentuais mais expressivos encontrados no condomínio estão dispostos na tabela 13.

Em uma visão global as unidades habitacionais estão em bom estado e proporcionam satisfação aos moradores. Porém, a formação de mofo por causa do acúmulo de umidade nas paredes foi um ponto negativo bastante frequente nos relatos. Diferentemente do outro conjunto na mesma cidade e de aproximado padrão construtivo, os casos de mofo neste são superiores. Dessa forma, através dos dois conjuntos habitacionais visitados percebe-se a possibilidade de uma relação entre a formação de mofo e o revestimento interno nas paredes.

Tabela 13 – Resumo Condomínio São Luiz.

Condomínio São Luiz					
Avaliação global					
Ítems	Resultados		Ítems	Resultados	
Dimensão dos cômodos	<b><u>boa 73%</u></b>	ruim 27%	Boa incidência de sol	sim 85%	não 8%
Alteração ou ampliação	sim 23%	não 77%	Necessário colocar grades	sim 0%	não 8%
Aparência externa	<b><u>boa 85%</u></b>	ruim 8%	Escuta barulhos externos	sim 23%	<b><u>não 77%</u></b>
PVC atendeu suas expectativas	sim 62%	não 38%	Escuta barulhos internos	sim 54%	não 46%
Temperatura no verão	<b><u>boa 69%</u></b>	ruim 31%	Ventilação interna	<b><u>boa 100%</u></b>	ruim 0%
Temperatura no inverno	boa 46%	ruim 54%	Segurança quanto incêndio	boa 31%	ruim 08%
Paredes					
Trincas ou quebras	sim 8%	<b><u>não 92%</u></b>	Falta de rigidez	sim 15%	não 85%
Deformações	sim 15%	não 85%	Umidade excessiva	<b><u>sim 85%</u></b>	não 15%
Perfurou a parede	<b><u>sim 92%</u></b>	não 8%	Limpeza das paredes	fácil 62%	difícil 23%
Procedimento:	fácil 38%	difícil 54%	Dano por produto de limpeza	sim 0%	não 38%
Passagem de água da chuva	sim 62%	não 38%	PVC comparado à alvenaria	boa 46%	ruim 54%
Sinal de mofo	<b><u>sim 69%</u></b>	não 31%	Alteração de cor dos perfis	sim 0%	não 0%
Janelas e portas					
Janelas fecham perfeitamente	sim 77%	não 23%	Portas fecham perfeitamente	sim 85%	não 15%
Revestimentos					
Possui revestimento	<b><u>sim 100%</u></b>	não 0%	Soltou, trincou ou descascou	sim 15%	não 62%
Telhado					
Infiltração	sim 31%	não 69%	Problema pelo vento ou chuva	sim 8%	não 31%
Instalações					
Problemas nas instalações elétricas	sim 0%	<b><u>não 92%</u></b>	Problemas nas instalações hidráulicas	sim 38%	não 62%
Conserto	fácil 0%	difícil 0%	Conserto	fácil 23%	difícil 15%

#### 4.2.4 Levantamento Loteamento Parque Residencial Novo Hamburgo

Mesmo em um curto período de uso, muitos moradores alteraram consideravelmente suas casas. Cerca de 37% responderam já ter feito ampliação na unidade usando principalmente madeira e alvenaria variando para cômodos na laterais do terreno e varandas à frente

A dimensão dos cômodos foi avaliada positivamente (Figura 50), entretanto, muitos moradores consideraram inadequado o tamanho da cozinha que é integrada à sala. O layout utilizado cria uma pequena área destinada à cozinha e, assim, o acesso ao banheiro se dá muito próximo da área de uso do fogão e pia, Figura 51 (a). Outra crítica ao projeto arquitetônico se relaciona à ausência de área de serviço ou instalação de tanque para lavar roupas. Não há saída ao fundo da casa, dificultando a ampliação e posterior construção da área de serviço. Alguns moradores posicionaram o tanque na lateral da casa com encanamentos ligados às saídas de água do banheiro.

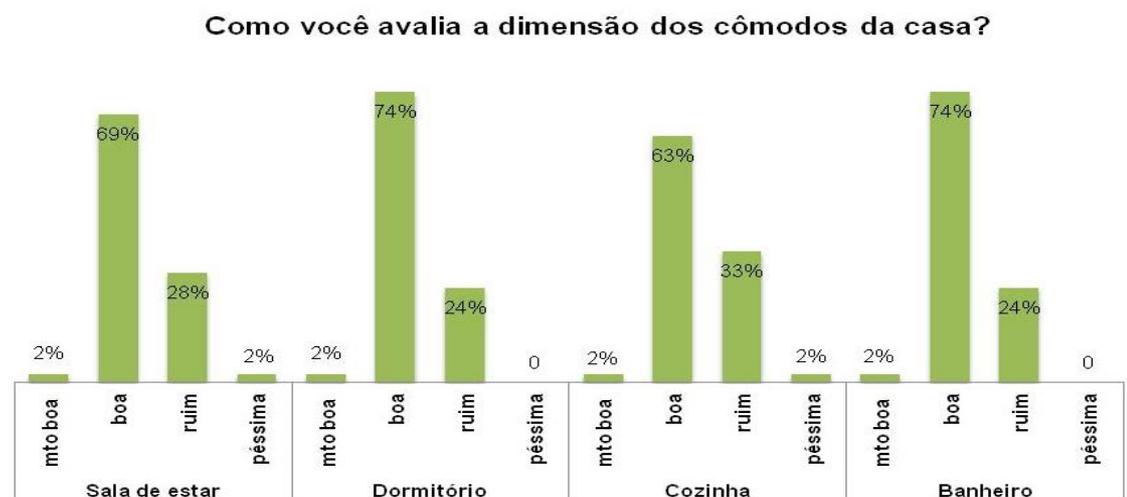


Figura 50 – Avaliação sobre o tamanho dos cômodos – Novo Hamburgo.

As unidades possuem fachadas simples que, desordenadamente, apresentam ora detalhes em faixas coloridas ora não. Alguns moradores pintaram ou revestiram a fachada à seu gosto em colorações mais vibrantes, Figura 51 (b). Assim, o efeito branco, ocasionado por unidades semelhantes e gerando confusão não foi percebido no local. Por temor ao bairro de implantação, muitos moradores instalaram grades metálicas na estrutura de concreto na parede. A necessidade dessas grades é confirmada por 57% dos moradores.



Figura 51 – Levantamento fotográfico: (a) layout interno, (b) revestimento externo.

A avaliação “ruim” no inverno foi influenciada, de acordo com os relatos, pelo excesso de umidade nas paredes e a sensação desagradável que isso provoca nos períodos mais frios. Os moradores afirmam em 93% dos casos que a casa recebe boa incidência de sol. A orientação solar das aberturas varia de acordo com a implantação, mas a maior parte se volta ao leste-oeste e norte.

Sobre o conforto acústico, 56% dos entrevistados afirmaram escutar ruídos entre os cômodos da casa estando com as portas fechadas. Entretanto, para a pergunta relacionada a ouvir barulhos externos estando no interior da casa, 50% das respostas dizem não escutá-los. As paredes internas e externas possuem a mesma espessura, 75 mm, e mesmo material, portanto, relaciona-se a diferença ao tipo de forro, de esquadrias utilizadas nas aberturas e de intensidade sonora.

Não existe entrada de ar externo sem que janelas ou portas fiquem abertas, tal como venezianas. Desse modo, ventilar a casa se torna inseguro no período noturno. Mesmo assim, 67% dos moradores enquadraram a ventilação na residência como boa ou muito boa. Grande número de unidades foi encontrada sem passarineiras nas fachadas permitindo a entrada de ar pela cobertura através das frestas entre a parede e o telhado.

Avaliando especificamente as paredes da unidade, 42% dos moradores observaram trincas ou quebras nos perfis de PVC. Em relação à deformações ou abaulamentos, 15% notaram alguma manifestação. Entre moradores que já perfuraram as paredes para pendurar algum elemento estão 74% dos entrevistados. Desses, 65% consideram fácil o procedimento de perfurar tais fechamentos. Os entrevistados relataram entrada de água da chuva pelas paredes em 31% dos

casos. Outros observaram infiltrações pelas fundações, que pode ter sido ocasionado por incorreto trabalho com o terreno acidentado prejudicando a drenagem natural das águas.

A umidade acumulada nas paredes por efeito da condensação foi o principal problema encontrado nas habitações e o que trouxe maiores contratempos para os ocupantes. Questionados sobre a ocorrência, 87% responderam observar umidade excessiva e 78% verificaram a presença de manchas de mofo nas paredes em decorrência disso. Em alguns casos, não somente manifestado nas paredes, mas comprometendo móveis, colchões, calçados e roupas.

Em algumas unidades foi possível registrar a umidade formada nas paredes. A visita às primeiras fases do loteamento teve a duração de um dia inteiro e, principalmente, foi notada a condensação d'água nas paredes no período da manhã. Mesmo com a frequente presença de umidade acumulada nas paredes, aproximadamente 65% dos moradores relatam facilidade na limpeza das paredes. Quando comparadas as paredes de PVC com as de alvenaria, 60% dos moradores enquadram a parede de PVC como boa ou muito boa e 33% como ruim.

Muitas paredes internas receberam revestimentos. Foram vistas aplicações cerâmicas texturas em massa e pinturas em 41% das moradias, seja com aplicação interna ou externamente. Os moradores observaram deslocamento desses revestimentos em 33% dos casos. Durante a visita ao residencial, grande número de unidades exibia descascamento da pintura externa das fachadas.

As instalações elétricas e hidráulicas das casas apresentaram problemas em aproximadamente 30% das moradias. Os usuários informaram que a fiação foi insuficiente ocasionando a falha nos chuveiros e problemas de contato nas caixas e nas saídas de luz. Nas instalações hidráulicas alguns vazamentos encontrados não tiveram solução e o conserto para 19% dos entrevistados foi difícil ou muito difícil.

Infiltração de água da chuva foi considerada por 26% dos moradores. As casas não possuem beirais laterais, apenas na frente e fundos, podendo ser esse um agravante para o problema. O acúmulo de umidade no oitão das casas, dependendo da posição solar, formou manchas de bolor no PVC. A proximidade das casas não permite a ideal ventilação desse fechamento externo.

Uma deficiência do conjunto é a acessibilidade em virtude do terreno acidentado. Em alguns pontos ocorreu deslizamento de solo nos fundos dos lotes.

Para contenção, os moradores improvisam barreiras nas proximidades das casas. As principais avaliações dos moradores estão resumidas na Tabela 14.

Tabela 14– Resumo Loteamento Parque Novo Hamburgo.

<b>Loteamento Parque Novo Hamburgo</b>					
<b>Avaliação global</b>					
<b>Ítens</b>	<b>Resultados</b>		<b>Ítens</b>	<b>Resultados</b>	
Dimensão dos cômodos	<b><u>boa 70%</u></b>	ruim 27%	Boa incidência de sol	<b><u>sim 93%</u></b>	não 7%
Alteração ou ampliação	sim 37%	não 59%	Necessário colocar grades	<b><u>sim 57%</u></b>	não 43%
Aparência externa	boa 80%	ruim 7%	Escuta barulhos externos	sim 50%	não 44%
PVC atendeu suas expectativas	<b><u>sim 67%</u></b>	não 33%	Escuta barulhos internos	<b><u>sim 56%</u></b>	não 37%
Temperatura no verão	<b><u>boa 63%</u></b>	ruim 30%	Ventilação interna	<b><u>boa 63%</u></b>	ruim 31%
Temperatura no inverno	boa 54%	ruim 39%	Segurança quanto incêndio	boa 28%	ruim 44%
<b>Paredes</b>					
Trincas ou quebras	sim 7%	não 93%	Falta de rigidez	sim 17%	não 80%
Deformações	sim 15%	não 56%	Umidade excessiva	<b><u>sim 87%</u></b>	não 13%
Perfurou a parede	sim 74%	não 24%	Limpeza das paredes	fácil 65%	difícil 20%
Procedimento:	fácil 65%	difícil 6%	Dano por produto de limpeza	sim 4%	não 93%
Passagem de água da chuva	sim 31%	<b><u>não 69%</u></b>	PVC comparado à alvenaria	boa 43%	ruim 33%
Sinal de mofo	<b><u>sim 78%</u></b>	não 19%	Alteração de cor dos perfis	sim 31%	<b><u>não 63%</u></b>
<b>Janelas e portas</b>					
Janelas fecham perfeitamente	sim 87%	não 11%	Portas fecham perfeitamente	sim 85%	não 13%
<b>Revestimentos</b>					
Possui revestimento	<b><u>sim 41%</u></b>	não 57%	Soltou, trincou ou descascou	sim 33%	não 09%
<b>Telhado</b>					
Infiltração	sim 26%	não 74%	Problema pelo vento ou chuva	sim 22%	não 72%
<b>Instalações</b>					
Problemas nas instalações elétricas	sim 31%	não 69%	Problemas nas instalações hidráulicas	sim 39%	não 61%
Conserto	fácil 19%	difícil 7%	Conserto	fácil 9%	difícil 17%

A ocupação reapresenta um loteamento de grande porte com boa infraestrutura, porém apresenta uma série de imperfeições. Pode-se dizer que tais imperfeições não estão ligadas diretamente ao sistema construtivo, mas ao projeto de implantação e de layout utilizado.

#### 4.2.5 Levantamento Residencial Terra Nativa

Os moradores do residencial consideraram, no geral, a dimensão dos cômodos boa, porém os dormitórios apresentaram expressiva classificação negativa pelo tamanho reduzido do espaço. Apesar disso, aproximadamente 60% dos usuários relatou não haver necessidade de ampliar a unidade. Os que fizeram ampliações utilizaram alvenaria. A Figura 52 apresenta as avaliações pertinentes ao dimensionamento dos cômodos

Quanto ao projeto arquitetônico, observa-se que na casa térrea um dos dormitórios é posicionado distante do acesso ao banheiro e da zona íntima da residência. A porta desse cômodo é diretamente ligada à cozinha. No sobrado, fato semelhante é sujeito à crítica uma vez que o pavimento superior não possui banheiro. E, portanto, essa decisão de projeto gera um distanciamento dos dormitórios em relação ao banheiro.

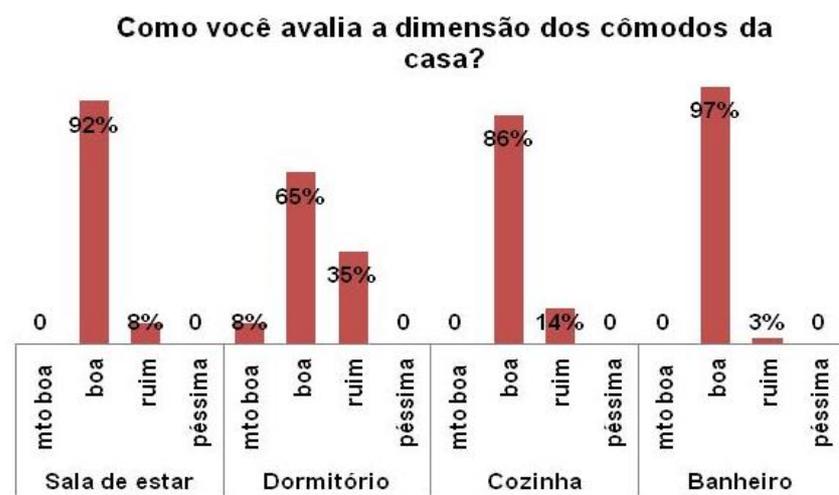


Figura 52 – Avaliação sobre o tamanho dos cômodos – Terra Nativa.

De acordo com as respostas dos moradores as temperaturas internas da edificação são mais agradáveis no verão. No período frio a maioria reclama da

temperatura interna que em 54% dos casos foi considerada ruim, já no período quente esse percentual cai para 35%.

Sobre a aparência da unidade, 84% dos usuários classificam como boa. As fachadas receberam aplicações de pintura em faixas coloridas, conforme Figura 53 (a). Um elemento que se destaca no conjunto das fachadas é o reservatório de água potável em cada unidade de três dormitórios, visível na Figura 53 (b). A estrutura que apoia o reservatório é responsável pela entrada de luz e ventilação no banheiro das unidades através de uma abertura no alto.

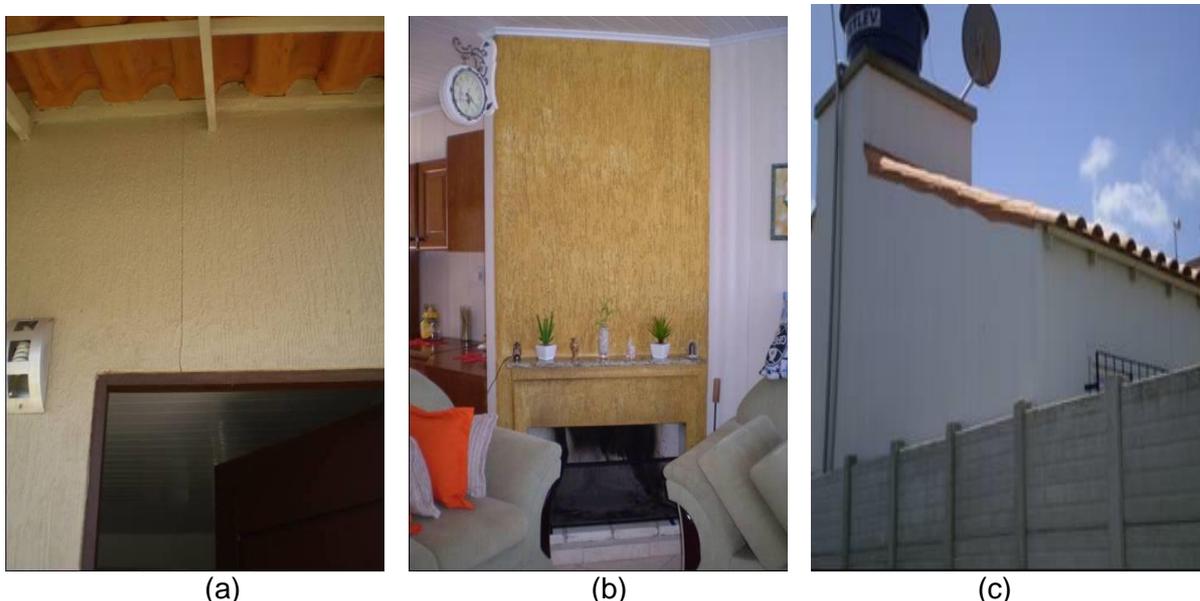


(a) (b)  
Figura 53 – (a) sobrados do conjunto; (b) casas térreas.

As residências foram entregues com portões de PVC e, apesar dessas grades, alguns moradores colocaram grades nas varandas e janelas. Mesmo assim, 57% dos usuários considera a habitação segura. Em alguns casos foi observada alteração das esquadrias originais. Aproximadamente 85% dos moradores disseram que as aberturas fecham bem, sem emperrar.

Quanto às paredes das edificações, 75% dos entrevistados não relataram nenhum sinal de falta de rigidez e 81% não perceberam trincas ou quebras. Perfurações para fixação de armários foram confirmadas em 92% dos casos, desses 54% avaliou o procedimento como fácil. Em 97% das abordagens foi confirmada a presença de umidade excessiva nas paredes, principalmente nos dias de mudança brusca de temperatura. Ainda, tal umidade excessiva ocasionou o aparecimento de manchas de mofo em 65% das edificações visitadas. De acordo com foto fornecida por uma moradora, o acúmulo de umidade nas superfícies não se limita às paredes, os vapores condensados são visíveis também nas telhas cerâmicas da garagem onde não há forro.

Não foram aplicados revestimentos nas paredes em 84% das casas avaliadas, entretanto, 11% das unidades que os empregaram tiveram problemas com deslocamento. A textura aplicada na área externa da edificação que sofreu trincas marcando o encaixe dos perfis de PVC, Figura 54 (a). Na área interna, foi observada a aplicação de revestimento em textura próximo de elementos tais como lareiras, Figura 54 (b). Uma lareira vista, que recebeu o revestimento, foi projetada pela empresa responsável pelo empreendimento conforme pedido do morador. Segundo ele, não houve nenhum comportamento anormal do revestimento e do PVC em virtude dessa alteração no projeto.



(a) trinca na textura; (b) lareira implantada; (b) manta colocada na cobertura.

Cerca de 80% dos moradores relatou ter percebido a entrada de água da chuva pelo telhado. Tal problema parece estar relacionado com a ausência de beirais e acabamentos entre telhado e parede, em virtude que várias casas receberam mantas para a proteção das telhas próximas das paredes laterais, Figura 54 (c).

Tanto problemas elétricos como problemas nas instalações hidráulicas das edificações não foram apontados por 76% dos usuários. Por fim, se comparado à alvenaria, grande parte dos entrevistados qualificou a parede de PVC como boa, cerca de 70%. Enquanto que apenas 8% classificaram como ruim ou péssima. As principais avaliações dos moradores encontram-se na tabela 15.

Tabela15 – Resumo Residencial Terra Nativa.

Residencial Terra Nativa					
Avaliação global					
Ítems	Resultados		Ítems	Resultados	
Dimensão dos cômodos	<b><u>boa 85%</u></b>	ruim 15%	Boa incidência de sol	<b><u>sim 89%</u></b>	não 11%
Alteração ou ampliação	sim 41%	não 59%	Necessário colocar grades	sim 51%	não 14%
Aparência externa	<b><u>boa 84%</u></b>	ruim 14%	Escuta barulhos externos	sim 35%	<b><u>não 65%</u></b>
PVC atendeu suas expectativas	sim 84%	não 16%	Escuta barulhos internos	sim 19%	<b><u>não 81%</u></b>
Temperatura no verão	<b><u>boa 54%</u></b>	ruim 35%	Ventilação interna	<b><u>boa 100%</u></b>	ruim 0%
Temperatura no inverno	boa 35%	<b><u>ruim 54%</u></b>	Segurança quanto incêndio	boa 78%	ruim 19%
Paredes					
Trincas ou quebras	sim 19%	<b><u>não 81%</u></b>	Falta de rigidez	sim 24%	não 76%
Deformações	sim 41%	não 59%	Umidade excessiva	sim 97%	não 3%
Perfurou a parede	sim 92%	não 8%	Limpeza das paredes	fácil 89%	difícil 5%
Procedimento:	fácil 54%	difícil 30%	Dano por produto de limpeza	sim 0%	não 97%
Passagem de água da chuva	sim 38%	<b><u>não 62%</u></b>	PVC comparado à alvenaria	<b><u>boa 70%</u></b>	ruim 5%
Sinal de mofo	<b><u>sim 65%</u></b>	não 35%	Alteração de cor dos perfis	sim 14%	não 76%
Janelas e portas					
Janelas fecham perfeitamente	sim 84%	não 16%	Portas fecham perfeitamente	sim 86%	não 16%
Revestimentos					
Possui revestimento	sim 16%	<b><u>não 84%</u></b>	Soltou, trincou ou descascou	sim 11%	não 27%
Telhado					
Infiltração	<b><u>sim 78%</u></b>	não 22%	Problema pelo vento ou chuva	sim 22%	não 32%
Instalações					
Problemas nas instalações elétricas	sim 14%	não 76%	Problemas nas instalações hidráulicas	sim 8%	não 76%
Conserto	fácil 5%	difícil 3%	Conserto	fácil 3%	difícil 5%

#### 4.2.6 Levantamento Residencial Parque São Pedro

As respostas dos moradores, quanto ao tamanho dos cômodos, ressaltou a maior insatisfação com a cozinha que obteve 43% de avaliações como ruim, Figura 55.

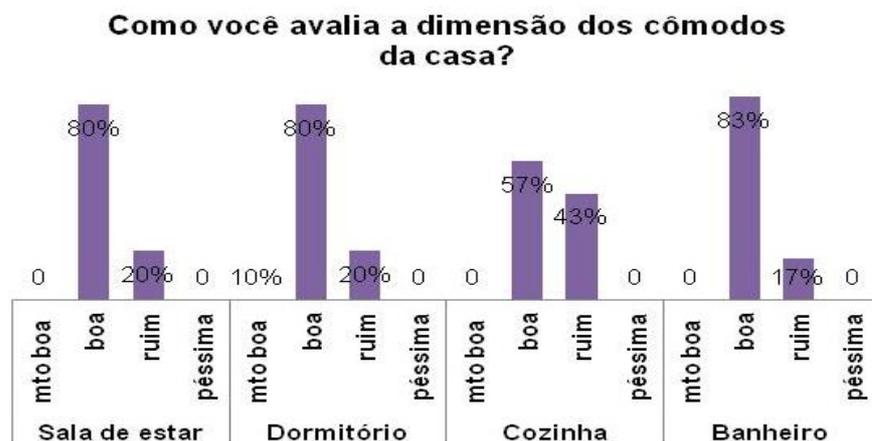


Figura 55 – Avaliação sobre o tamanho dos cômodos – Terra Nativa.

Ao considerar a temperatura interna da edificação, muitos moradores classificaram como “ruim” a temperatura no inverno alegando que a casa fica muito fria. O percentual chega a 60% de insatisfação e algumas pessoas relataram incomodo pela entrada de ar através das portas com venezianas. No entanto, no verão a maior parte dos entrevistados classificou como boa a temperatura interna. As maiores reclamações no período quente foram em relação ao pavimento superior que aparentemente atingia temperaturas mais elevadas. O fechamento horizontal é feito com telha de fibrocimento e forro de PVC.

Grande maioria, 77% dos entrevistados, considerou boa a aparência da casa. Tal como o residencial visitado em Pelotas, a fachada é composta por linhas verticais e horizontais em faixas pintadas de cores distintas, acompanhada pela pintura do portão da garagem no mesmo tom, conforme figura 56 (a). Não foram vistas ampliações que impactassem no conjunto do residencial, uma vez que 93% dos entrevistados não sentiram a necessidade de aumentar os cômodos. O mesmo percentual de 93%, considera a casa segura.

Quando questionados sobre o conforto acústico da edificação, os usuários responderam ouvir barulhos externos no interior da casa com janelas e portas fechadas em 63% das abordagens. Em relação à escuta de ruídos entre diferentes cômodos da mesma edificação 57% afirma ouvir mesmo com portas fechadas.



Figura 56 – (a) casa amarela com grades nas aberturas; (b) marca ocasionada por perfil incendiado.

Em uma das abordagens um morador relatou ter atingido a parede de PVC com a chama do fogão, Figura 56 (b). O fogo não se alastrou em grande área e apenas formou-se uma mancha negra no local. Segundo o usuário, rapidamente a chama se extinguiu e a fumaça espalhou-se no ambiente. No questionamento referente à resistência do material ao incêndio 73% dos moradores classificou como bom o seu desempenho.

De acordo com o layout das unidades percebe-se que é permitida a ventilação cruzada dos ambientes. Em relação à ventilação no interior do sobrado, a população afirma que pode ser considerada boa para 90% dos moradores.

Mesmo bastante ventilada, a grande maioria das unidades apresenta umidade excessiva nas paredes em dias de alta umidade ambiental ou mudança brusca de temperatura, segundo o que 80% dos moradores relataram. Em decorrência disso a formação de manchas de mofo nas paredes foi apontada por 50% dos usuários.

Trincas ou quebras nos perfis de PVC não foram observadas em 90% das unidades. Porém, algumas deformações nas paredes tais como abaulamentos apontaram ocorrerem em 53% da amostra. Aproximadamente todos os usuários perfuraram as paredes e 87% deles avaliaram como fácil o procedimento.

Uma frequente reclamação foi a ocorrência de infiltrações, seja pela sacada, fundação ou entre os perfis de PVC. Tal falha foi alertada por 83% dos entrevistados. Na laje de concreto existiam marcas com o efeito da infiltração de água pela sacada. Uma resina de silicone, de aspecto esbranquiçado, foi adotada para resolver o problema de passagem água entre os perfis de PVC na parede. Moradores salientaram que há entrada de água pelas janelas e pelas caixas de luz

nos dias de chuva. Infiltração através da cobertura também foi uma falha relatada, porém em menor intensidade, 37% dos casos. A unidade possui cobertura em peças de fibrocimento sem beirais laterais e manta para impermeabilizar o local, Figura 57 (a).



(a) (b)  
Figura 57 – (a) colocação de manta na cobertura; (b) manchas na coloração do PVC.

A Figura 57 (b) evidencia conforme os moradores que perceberam: alteração de cor nas paredes externas da edificação. Manchas nas faixas coloridas das pinturas foram identificadas nas fachadas, causadas pela umidade nos perfis e constante exposição ao sol.

Mais da metade dos entrevistados não identificaram problemas nas instalações elétricas, porém, nas instalações hidráulicas 53% dos usuários descreveram problemas. Constantemente foi relatado o transbordamento da fossa séptica nos fundos da unidade e com isso, nos dias de chuva, alguns moradores afirmam que o extravasamento do vaso sanitário levou ao alagamento do banheiro e parte da sala. Segundo o memorial, o tanque anaeróbio e o filtro possuem capacidade  $1,10 \text{ m}^3$  cada um, volume admissível para uma edificação de dois dormitórios. Estima-se, portanto, que o transbordamento ocorra devido ao lençol freático estar muito próximo da superfície local.

Exceto os problemas com infiltração, o residencial mantém bom estado de conservação avaliado positivamente pelos moradores. Em comparação com a alvenaria, o sistema construtivo foi classificado por 90% dos usuários como bom ou muito bom. A tabela 16 contém o resumo geral das avaliações.

Tabela 16 – Resumo Residencial Parque São Pedro.

Residencial Parque São Pedro					
Avaliação global					
Ítems	Resultados		Ítems	Resultados	
Dimensão dos cômodos	<b><u>boa 75%</u></b>	ruim 25%	Boa incidência de sol	<b><u>sim 67%</u></b>	não 33%
Alteração ou ampliação	sim 3%	<b><u>não 93%</u></b>	Necessário colocar grades	sim 33%	não 3%
Aparência externa	<b><u>boa 77%</u></b>	ruim 17%	Escuta barulhos externos	<b><u>sim 63%</u></b>	não 33%
PVC atendeu suas expectativas	sim 63%	não 37%	Escuta barulhos internos	<b><u>sim 57%</u></b>	não 40%
Temperatura no verão	<b><u>boa 57%</u></b>	ruim 40%	Ventilação interna	boa 90%	ruim 7%
Temperatura no inverno	boa 40%	<b><u>ruim 60%</u></b>	Segurança quanto incêndio	boa 73%	Ruim 20%
Paredes					
Trincas ou quebras	sim 10%	não 90%	Falta de rigidez	sim 20%	não 80%
Deformações	<b><u>sim 53%</u></b>	não 43%	Umidade excessiva	<b><u>sim 80%</u></b>	não 20%
Perfurou a parede	sim 97%	não 7%	Limpeza das paredes	<b><u>fácil 80%</u></b>	difícil 3%
Procedimento:	fácil 87%	difícil 10%	Dano por produto de limpeza	sim 7%	não 87%
Passagem de água da chuva	<b><u>sim 83%</u></b>	não 13%	PVC comparado à alvenaria	<b><u>boa 70%</u></b>	ruim 7%
Sinal de mofo	sim 50%	não 50%	Alteração de cor dos perfis	sim 3%	não 73%
Janelas e portas					
Janelas fecham perfeitamente	sim 67%	não 33%	Portas fecham perfeitamente	sim 77%	não 23%
Revestimentos					
Possui revestimento	sim 3%	<b><u>não 97%</u></b>	Soltou, trincou ou descascou	sim 0%	<b><u>não 87%</u></b>
Telhado					
Infiltração	sim 37%	não 63%	Problema pelo vento ou chuva	sim 3%	não 10%
Instalações					
Problemas nas instalações elétricas	sim 23%	não 60%	Problemas nas instalações hidráulicas	<b><u>sim 47%</u></b>	não 47%
Conserto	fácil 13%	difícil 3%	Conserto	fácil 10%	difícil 13%

### 4.3 Síntese e análise dos resultados encontrados

Após um entendimento geral de cada conjunto habitacional esse item da pesquisa se destina a analisar os principais aspectos encontrados nos residenciais, bem como fazer as possíveis comparações entre esses e as referências encontradas.

#### 4.3.1 Discussão sobre o acompanhamento executivo e avaliação dos colaboradores

Com base no acompanhamento do processo executivo foi possível observar a facilidade de montagem do sistema e os ganhos em produtividade que representa o fato de chegarem na obra *kits* vindos de fábrica com perfis organizados para cada unidade habitacional de acordo com o projeto implementado. Isso determina ganhos em redução de espaço de estoque e no processo de montagem.

A facilidade de montagem dos perfis e a pré-montagem desses em blocos não exige mão de obra qualificada. De acordo com as entrevistas, um número pequeno de colaboradores recebeu capacitação específica para o sistema construtivo – curso de, no máximo, 20 horas. Em relação à montagem, o baixo peso do material é determinante para a rapidez da execução e para a maior variabilidade de agentes envolvidos. Estudos semelhantes (SOUZA, 2005) já apontavam esses benefícios envolvidos no processo de execução do sistema construtivo, porém o estudo não foi baseado na opinião de colaboradores que, em campo, constroem as unidades, mas nos gestores do processo.

De acordo com a avaliação dos colaboradores, apesar da facilidade de montagem, algumas vezes as peças chegam na obra com variação de tamanho no encaixe para deslizamento dos perfis. A ocorrência dessa falta de padronização não é frequente, mas representa uma dificuldade à montagem e, por isso, a extrusora de fábrica deve ter maior precisão na elaboração das peças.

Durante o acompanhamento do processo foi observada a quebra de perfis de PVC por conta do volume ou velocidade de despejo do concreto nas formas. Esse relato não foi encontrado em outras publicações para comparação com demais fabricantes, mas é possível identificar o desperdício de concreto e o quanto essa ocorrência reduz a produtividade da obra.

#### 4.3.2 Discussão sobre a avaliação dos usuários

Foram visitados condomínios com distintas tipologias de casas que admitiram acabamentos diversos. Mesmo com tais diferenças, a satisfação com o material PVC tanto na estética quanto no conforto foi atendida na comparação com a construção em alvenaria. A Figura 58 aponta os percentuais que evidenciam, de modo geral, a satisfação da população. Em outra APO (SCHIMIDT, 2013) manteve-se similar percentual.



Figura 58 – Discussão: Atendimento às expectativas do PVC.

Percebeu-se que não houve uma inserção das unidades calcada no aproveitamento das melhores orientações para o posicionamento das aberturas, assim, a implantação obedece a maior ocupação e aproveitamento do terreno. Mesmo que as unidades tenham sido replicadas nos conjuntos com diversas orientações solares e algumas delas totalmente voltadas para o sul (que recebe os menores índices de insolação no RS), os moradores avaliam positivamente a presença de iluminação solar nas residências, Figura 59.

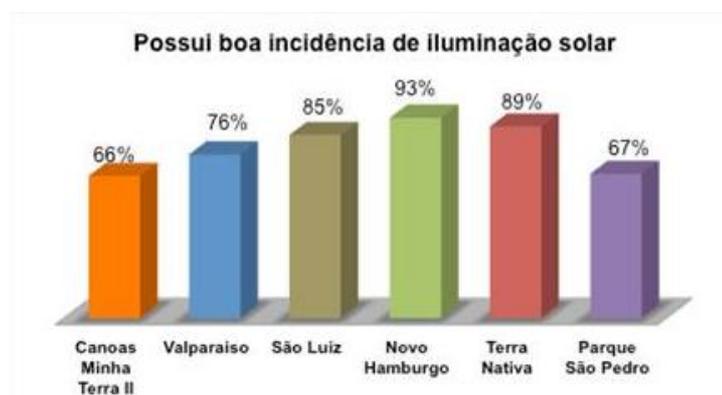


Figura 59 – Discussão: Iluminação solar.

A Figura 59 identifica que o Loteamento Parque Residencial Novo Hamburgo possui o melhor percentual entre os entrevistados. Possivelmente, está relacionado ao acentuado desnível no terreno e o comprimento lateral do terreno em que as casas estão inseridas.

De acordo com as opiniões dos moradores, as unidades apresentam maior conforto térmico no verão do que no inverno. As Figuras 60 e 61 demonstram os percentuais indicando, por exemplo, que o local onde possui o menor desconforto no verão é o mesmo que possui o maior desconforto térmico no inverno. Trata-se do loteamento Canoas Minha Terra II e tais respostas podem estar relacionadas à presença de frestas e aberturas com venezianas que permitem a passagem contínua de vento.

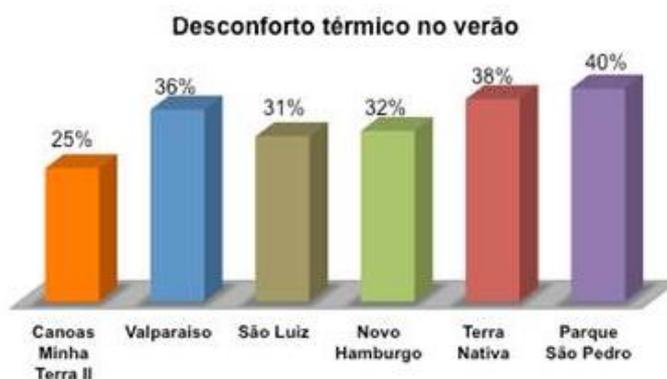


Figura 60 – Discussão: Desconforto térmico no verão.

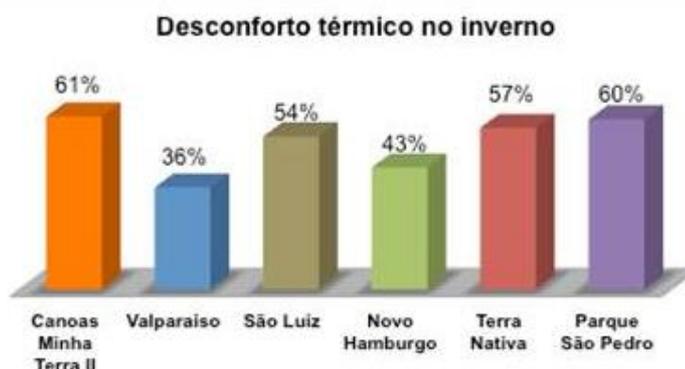


Figura 61 – Discussão: Desconforto térmico no inverno.

Entende-se, através das respostas, que o revestimento interno com textura nas paredes pode representar ganhos na temperatura interna da edificação no inverno, desse modo, servindo como mais uma camada na transferência de calor com o meio. Com base nos conjuntos Valparaíso e São Luiz que estão localizados na mesma cidade, acabamentos semelhantes e aberturas de igual padrão, é pertinente salientar o baixo índice de desconforto no inverno pelo conjunto que

possui textura nas paredes internas e o alto percentual apontado pelos moradores do local que conta apenas com textura externa.

Em Rio Grande, estudos análogos em residencial de mesmo fabricante que o Residencial Parque São Pedro apontaram conforto térmico de 65% no verão e 57,5% no inverno (SCHIMIDT, 2013). A grande diferença em relação a essa pesquisa pode ser ocasionada pela tipologia e acabamentos utilizados. Tal percepção maior de conforto foi atingida em unidades térreas, isoladas nos lotes e com telha cerâmica, condições distintas do Residencial Parque São Pedro bastante afetado pelas fitas de inúmeras casas e a cobertura de fibrocimento sem laje superior. Esse foi o conjunto que apresentou os maiores índices de desconforto no verão e no inverno.

O isolamento acústico foi mais expressivo no Residencial Terra Nativa, mas nos outros empreendimentos, no geral, os percentuais são negativos tanto em relação aos ruídos externos quanto aos internos. Esses dados vão ao encontro dos obtidos em APO no Residencial Carreiros em Rio Grande (SCHIMIDT, 2013).

A parede de PVC foi analisada pelos moradores positivamente, seja em comparação com a alvenaria - que de 50 a 90% avaliaram como boa ou muito boa -, ou pelo seu aspecto e funcionalidade. Nos conjuntos que não possuem outros revestimentos aplicados, a facilidade de limpeza foi significativamente considerada. Em média, 60% dos moradores dos conjuntos não observaram alteração na coloração dos perfis quando expostos ao sol.

Apesar dos fabricantes garantirem que a fumaça não é tóxica e o PVC se auto-extingue, muitos moradores têm receio do material nesse assunto por associarem a qualquer elemento plástico que rapidamente entra em combustão. A Figura 62 esclarece que nos loteamentos ocupados por famílias de renda mais baixa, Canoas Minha Terra II e Novo Hamburgo, existe maior insegurança. No residencial Valparaíso um recente caso de sinistro possivelmente exerceu influência nas respostas dos usuários.

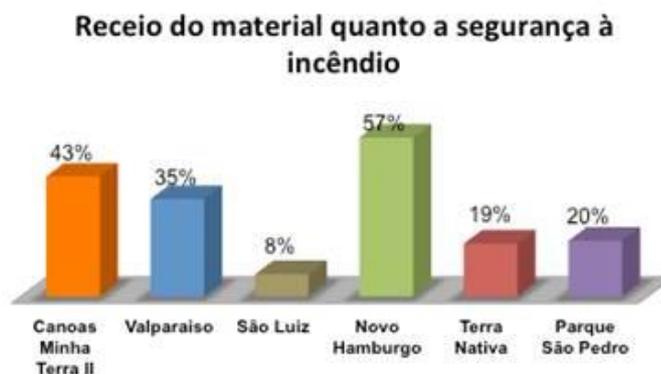


Figura 62 – Discussão: Insegurança do material quanto incêndio.

Conforme já descrito, o sistema construtivo possui vários aspectos positivos. Por exemplo, a edificação possui paredes de fácil limpeza, apresenta solidez, aparência diferenciada e adaptável aos revestimentos. Entretanto, um inconveniente foi observado em todos os conjuntos visitados nessa pesquisa: a umidade gerada pela condensação e, conseqüentemente, a formação de mofo nas paredes.

Diferentemente de uma parede de blocos ou tijolos com superfície porosa capaz de absorver parte da umidade do ambiente, a parede executada com elemento plástico não absorve a umidade e os vapores gerados. Dessa forma, as paredes de PVC precisam da constante ventilação para que as trocas térmicas ocorridas não acumulem água nas superfícies por efeito da condensação do ar.

Foram feitas APOs em diferentes climas do Estado do Rio Grande do Sul em locais com distinta incidência dos ventos e variação térmica diária. Porém, em todos os conjuntos os moradores observaram umidade excessiva nas paredes, conforme Figura 63. Somente no condomínio que possui textura interna nas paredes o percentual foi relativamente baixo. Nas cidades de Canoas, Novo Hamburgo, Pelotas e Rio Grande, localidades que possuem alta umidade ambiental, foram expressivos os relatos de acúmulo de água.

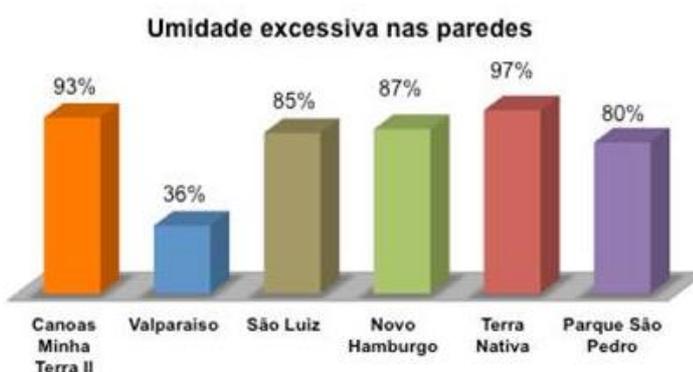


Figura 63 – Discussão: Umidade excessiva.

Mesmo com os menores índices de umidade nas paredes, mais da metade dos moradores do condomínio Valparaíso observou o aparecimento de mofo nas paredes. E um menor percentual de moradores notou-se a formação de bolor nas unidades do residencial Parque São Pedro, localizado em Rio Grande, uma zona litorânea com incidência constante de vento que pode ter influenciado o fenômeno.

A Figura 64 confirma o que foi apontado através de levantamento fotográfico durante a pesquisa, que o Loteamento Novo Hamburgo foi o mais afetado pelo aparecimento de mofo nas paredes. Na sequência, o condomínio São Luiz que além de alta umidade contém muita formação de mofo nas paredes.

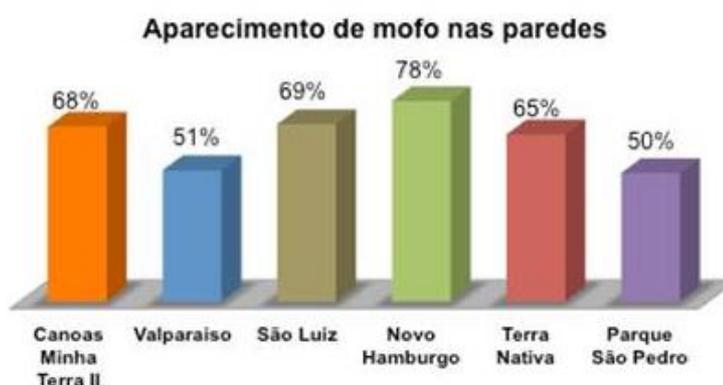


Figura 64 – Discussão: Aparecimento de mofo.

O loteamento Terra Nativa em Pelotas teve o maior percentual de moradores relatando umidade excessiva nas paredes. Porém, quanto ao aparecimento de mofo outros conjuntos enfrentaram com maior frequência o problema. Esse residencial teve a ventilação interna classificada como boa por todos os moradores abordados e talvez por efeito dessa ventilação os ambientes não apresentaram mofo.

Em síntese, a APO aplicada em cada um dos conjuntos, apesar de considerar um universo heterogêneo, conseguiu identificar pontos importantes das edificações que utilizaram concreto e PVC na sua construção. Tal diversidade de casos, ambientes e perfis de usuários ocasionou dificuldade de compreensão de algumas perguntas, por exemplo quando questionados os pontos positivos e negativos do sistema, como uma análise global da unidade habitacional, a maior parte dos moradores não conseguiu responder nenhum dos pontos. Mesmo assim, através de questões objetivas foi possível elaborar um panorama do uso das edificações em tal sistema construtivo.

## 5 CONCLUSÕES

Através da visita aos sete empreendimentos que utilizam o sistema de paredes em concreto com formas de PVC incorporadas foi possível compreender as distintas fases de implementação desse sistema no Estado do Rio Grande do Sul. Os levantamentos em cada um desses conjuntos habitacionais evidenciaram que tal sistema possui pontos positivos na industrialização do processo construtivo, mas também apresenta inadequações apontadas pelos moradores e identificadas *in loco*. A Tabela 17 identifica esses aspectos em uma síntese geral do levantamento realizado nos casos desse trabalho.

Tabela 17 – Síntese geral: principais aspectos positivos e negativos levantados

	<b>Aspectos Positivos</b>	<b>Aspectos Negativos</b>
<b>Execução do sistema</b>	Produtividade, facilidade de montagem	Encaixes imperfeitos entre os perfis
	Redução de resíduos nos canteiros	Inadequação do concreto em relação à normativa
	Baixo peso, facilidade de transporte	Desaprumo/ Abaulamentos nas paredes
<b>Uso e aplicação</b>	Aparência	Manchas e descascamento de tinta em paredes externas
	Variabilidade de soluções <i>layouts</i>	Ampliações feitas com outros materiais
	Facilidade de manutenção, uso de perfis específicos para instalações	Umidade por condensação interna
	Durabilidade e resistência do PVC	Desconforto térmico e acústico

No processo construtivo acompanhado no Residencial Canoas Minha Terra I, os colaboradores apontaram a falta de padronização nos encaixes dos perfis vindos da fábrica. Sabe-se que a facilidade do encaixe entre os perfis de PVC está diretamente ligada à produtividade do sistema e, dessa forma, uniformizar as peças representa ganhos expressivos.

Não conformidades ligadas à prumada das paredes foram identificadas principalmente nas unidades que utilizaram perfis do fabricante “A”. Essa percepção revela que os perfis menores e mais delgados, diferente de outros fabricantes, não conferem a resistência necessária para o mais perfeito alinhamento das empenas sem usar artifícios específicos. Nesse caso, os elementos de ajuste por

rosqueamento são indispensáveis na execução das unidades e isso não foi observado na obra visitada.

Em relação à tecnologia envolvida no processo construtivo, os ensaios realizados em um único loteamento demonstraram a falta de maior controle tecnológico do concreto empregado nas edificações e amostras. Os testes evidenciaram uma tensão média de ruptura de 2,06 MPa para os corpos de prova de concreto e 1,76 MPa para pequenas paredes compostas com a estrutura de PVC do fabricante “A”, espessura 75mm. Embora o concreto esteja confinado dentro da forma/revestimento de PVC a baixa resistência média à compressão não atende às normas atuais e pode ser preocupante quanto à durabilidade.

No que se refere ao aspecto arquitetônico e funcional dos conjuntos visitados, os moradores apontaram satisfação com a aparência e o conforto do sistema construtivo, se comparado à edificação em alvenaria. Todavia, problemas no *layout* foram percebidos principalmente no Parque Residencial Novo Hamburgo que apresentou falhas nos fluxos e na ventilação. Esse foi o conjunto que recebeu pior avaliação sobre a ventilação interna das casas e isso refletiu em outros problemas.

Os levantamentos comprovaram a variabilidade de soluções arquitetônicas utilizando o sistema construtivo. Casas em fita, sobrados e unidades isoladas no lote com varandas, sacadas, distintas aberturas foram observadas nas vistorias. Logo, desde que o projeto seja concebido para tal estrutura, não foram identificadas limitações relacionadas à tecnologia em questão.

Quanto ao desempenho, há que se considerar a manutenibilidade do sistema devido ao uso de perfis específicos para instalações. Os consertos e reparos são facilmente realizados sem interromper o uso da edificação ou efetuar quebras de fechamentos. Os proprietários dos conjuntos visitados afirmam ter recebido manual de uso e operação da edificação contendo as principais especificações para uma maior vida útil da construção.

Os elementos de PVC apresentaram manchas na coloração e descascamento de tinta em um dos conjuntos visitados que foi recentemente concluído. As mais antigas ocupações possuem revestimento externo e, assim, não foi possível observar a coloração do PVC. Ainda, nos conjuntos em que foi adotado o oitão de material distinto dos perfis das paredes, há diferença de cor entre os elementos.

A maioria dos conjuntos pesquisados foi recentemente habitada, entre 1 a 12 anos de uso. Em nenhum deles foi visualizada fissuração ou deformação excessiva

que comprometesse a estrutura da moradia. Entretanto, são pertinentes maiores estudos e ensaios de impacto para a aferir a resistência das estruturas edificadas.

Durante essa pesquisa várias pequenas deficiências encontradas nos conjuntos habitacionais foram aqui relatadas e discutidas, por exemplo conforto térmico e acústico das unidades, porém a causadora de maior impacto na vida dos moradores foi a presença de umidade excessiva nas paredes de PVC. Conforme mencionado durante o estudo, o material não é permeável, tem a superfície lisa e a umidade gerada na condensação do ar interno provoca o acúmulo de água em forma líquida nas superfícies das paredes. Tal problemática pode ser minimizada com a constante ventilação dessas superfícies relacionada com adequado projeto arquitetônico, sistemas de aberturas e presença de acabamento interno.

O Residencial Valparaíso, único no universo de pesquisa que possui acabamento interno em todos os cômodos, apresentou os menores índices de umidade nas paredes. Ele obteve uma avaliação 61% menor que o conjunto Terra Nativa, com o maior problema de umidade registrado. O residencial pelotense apesar da significativa umidade, não foi o que registrou maior ocorrência de mofo nas paredes. A presença de boa ventilação interna, conforme avaliação dos moradores, pode ter sido responsável pela diminuição do acúmulo dos fungos.

Em virtude das diferenças nos acabamentos e tipologias analisadas não é possível afirmar que o sistema construtivo é perfeitamente adequado para as diversas cidades e ambientes em que foi inserido. Contudo, respeitada a possibilidade de frequente ventilação e manutenção, a tecnologia é viável, inclusive nas cidades de alta umidade média anual como Pelotas e Rio Grande. Durante as abordagens nessas cidades percebeu-se que onde os moradores relatavam manter as janelas sempre abertas os incômodos com umidade eram menos frequentes.

No sentido de contribuir com próximos projetos e estudos, tendo como base os dados levantados nessa pesquisa, é possível elencar diretrizes relacionadas ao melhor aproveitamento do sistema construtivo, a saber: o uso de revestimento interno poroso, em massa, pode contribuir para a diminuição da umidade interna causada pela condensação; o incremento de ventilação cruzada e sistemas que permitam um arejamento constante do ambiente interno também diminui efeitos da condensação no uso desse tipo de construção; o concreto de preenchimento pode ser um aliado ao melhoramento do conforto térmico e acústico, portanto requer um controle maior.

Se comparada à construção em alvenaria de blocos, método mais usual no país, a ausência de retrabalho e a economia de tempo são importantes diferenciais do sistema estudado. Logo, foi possível perceber que a inovação construtiva é aplicável em cidades com o clima do Rio Grande do Sul, entretanto é pertinente o adequado controle das aberturas e/ ou uso de revestimentos para acabamento. Através das avaliações pós-ocupacionais realizadas foi possível mensurar o quanto viável para as famílias é a edificação nesse sistema construtivo e quais são as suas percepções positivas e negativas do ambiente em que vivem.

### **5.1 Sugestões para próximos trabalhos**

Em virtude das exigências da ABNT NBR 6118:2014 e das especificações da tecnologia construtiva, que necessita de uma mistura fluida de concreto, cabe maior aprofundamento sobre a viabilidade econômica do melhor concreto a ser empregado. Ainda, tópicos referentes à ABNT NBR 15575:2013 como exigências ao desempenho acústico e térmico devem ser objeto de estudos específicos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, F. **Contribuição ao estudo da aderência entre barras de aço e concreto auto-adensáveis**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2006, São Paulo, SP. 310p.

ALBUQUERQUE, R. O desenvolvimento social no Brasil: a segunda grande transformação. 2011. In: XXIII Fórum Nacional. Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro, 2011. Disponível em:  
<<http://forumnacional.org.br/pub/ep/EP0392.pdf>>. Acesso em: 23 set 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTHLAND. ABPC auxilia regiões devastadas pelas enchentes. 21 jun 2011. Disponível em:  
<<http://www.abcp.org.br/conteudo/tag/concreto-pvc>>. Acesso em: nov. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro, 2013, 312p.

\_\_\_\_\_. **NBR 14037**: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, 2011. 16p.

\_\_\_\_\_. **NBR 11675**: Divisórias leves internas moduladas - Verificação da resistência a impactos - Método de ensaio, Rio de Janeiro, 2011, 6p.

AZEVEDO, S. Vinte e dois anos de política de habitação popular (1964-86): criação, trajetória e extinção do BNH. **Revista e Administração Pública**. Vol. 22, No 4. 1988. Disponível em:  
<<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/viewArticle/9391>>. Acesso em: abr. 2013.

BONDUKI, Nabil. **Origens da habitação social no Brasil**: Arquitetura Moderana, Lei do Inquilinato e Difusão da Casa Própria. São Paulo, 1998. Estação Liberdade, 2004. 4 ed. 334p.

BARROS, M.; SABBATINI, F. **Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. EPUSP, São Paulo, 2003. 24 p. In: Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/172, São Paulo, 2003.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

\_\_\_\_\_. **Política Nacional da Habitação**. Sistema Nacional de Habitação. Governo Federal, Ministério das Cidades. 28 mai. 2004. Disponível em:

<[http://www.jbnn.com.br/planodiretor/arquivos/politica\\_nacional\\_habitacao.pdf](http://www.jbnn.com.br/planodiretor/arquivos/politica_nacional_habitacao.pdf)>. Acesso em: 26 abr. 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional da Habitação. Urbanização de Favelas: a experiência do PAC. Brasília, 2010 a, 88 p. Disponível em: <[http://www.conder.ba.gov.br/ckfinder/userfiles/files/PAC%20Urbanizacao%20de%20Favelas\\_Web.pdf](http://www.conder.ba.gov.br/ckfinder/userfiles/files/PAC%20Urbanizacao%20de%20Favelas_Web.pdf)>. Acesso em: jan 2014.

\_\_\_\_\_. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. **Projetos:** Sistema Nacional de Avaliações técnicas [Internet]. Brasília, DF. 2010 b. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos\\_sinat.php](http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_sinat.php)>. Acesso em: dez 2013.

\_\_\_\_\_. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos. **Diretriz no 04.** Sistemas construtivos formados por paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto (Sistemas de paredes com formas de PVC incorporadas). Set 2010 c. Brasília, DF.

\_\_\_\_\_. Déficit Habitacional do Brasil 2008. Brasília, abr 2011. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/DHB\\_2008\\_Final\\_2011.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/DHB_2008_Final_2011.pdf)> . Acesso em: jun. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Planejamento. In: Notícias. MCMV utiliza tecnologia sustentável em Pelotas/ RS, Brasília, 10 Maio 2013. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/noticia/b1c>>. Acesso em: jan 2014.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Painel Câmara Brasileira de Inovação na Construção. Inovação tecnológica na habitação: SINAT e financiamento [Apresentação]. Brasília/DF. 2010. Disponível em: <[http://www.cbic.org.br/sites/default/files/Apresentacao%20CAIXA%20do%20Painel%20CBIC%20Inovacao\\_08jul2010\\_0.pdf](http://www.cbic.org.br/sites/default/files/Apresentacao%20CAIXA%20do%20Painel%20CBIC%20Inovacao_08jul2010_0.pdf)>. Acesso em: dez 2013.

\_\_\_\_\_. Alvenaria Estrutural. Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico: Prof. Fernando Henrique Sabbatini. 2003, Brasília, DF.

CASTRO, M. L.; KRUGER, P. G. Unidades de seleção tecnológica e inovação na construção habitacional no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 217-233, jul./set. 2013.

CARDOSO, A. (org), **O Programa Minha Casa Minha Vida e seus Efeitos Territoriais**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013.

CHERKEZIAN, H. BOLAFFI, G., “Os caminhos do mal-estar social: habitação e urbanismo no Brasil”. In: **Novos Estudos CEBRAP**, São Paulo, 1998 n. 50, 125-147.

CICHINELLI, G. Sistema construtivo para casas e sobrados usa painéis de PVC preenchidos com concreto. Revista Técnica, São Paulo, SP. ed 199, Out 2013, p. 31-34, 2013.

FABRICANTE “B”. Digigraph Construction System: banco de dados, 2002. Disponível em <<http://www.digigraph-housing.com/web/sistema.htm>> Acesso em: jan 2013.

FABRICANTE “C”. Manual de montagem sistema RBS 64mm. 2006. Disponível em <[http://www.royalbrasil.com.br/royal\\_building.htm](http://www.royalbrasil.com.br/royal_building.htm)> Acesso em: jan 2013.

FABRICANTE “C”. In: Habitação econômica, ConcreteShow, 2011, São Paulo. A Utilização do Sistema Royal para construção de casas populares. Disponível em: <<http://www.comunidade-da-construcao.com.br/upload/ativos/63/anexo/royaldobra.pdf>> . Acesso em: jan 2013.

FONSECA, J., RHEINGANTZ, P. O ambiente está adequado? Prosseguindo com a discussão. **Prod [online]**, 2009, vol. 19, n.3, pp. 502-513. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010365132009000300008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010365132009000300008&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: jun 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, O. . Normas Técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações. **Coletânea HABITARE**, v. 3, Porto Alegre: ANTAC, 2003. p. 42-53. Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/114.pdf>> . Acesso em: jun 2013.

GORNINSKI, J.; KAZMIERCZAK, C. Microestrutura dos Polímeros. In: ISAIA, G. C (Org), **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e Engenharia dos Materiais**. São Paulo, SP. IBRACON, v.1, 2007. p.352-375.

GÜNTHER, H. Mobilidade e *affordance* como cerne dos estudos pessoa-ambiente. **Estudos de Psicologia**, Natal, n. 2, vol. 8, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-294X2003000200009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-294X2003000200009)>. Acesso em: nov. 2012.

GUINTER, H.; ELALI, G. A abordagem multimétodos em estudos pessoa-ambiente: características, definições e implicações. In: **Métodos de pesquisa nos estudos pessoa – ambiente**. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://psiambiental.wordpress.com/bibliografia/pub-do-lpa/desde-2006/>> Acesso em: 20 mar 2014.

HELENE, P.; ANDRADE, T. Concreto de Cimento Portland. In: ISAIA, G. C. (Org), **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo, SP. IBRACON. 2010, v.2, 2010. p 945 – 984.

INSTITUTO FALCÃO BAUER. **Avaliação técnica de desempenho**, São Paulo, 62p, [2001].

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Relatório técnico nº 109 170-205, 2009. Disponível em: <<http://www.royal-es.com>>. Acesso em: jan 2014.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Pschichholz, N.; Silveira,

**S. Sistema construtivo de edificações utilizando perfis de pvc extrudados com encaixe deslizante e/ou clicagem.** BR 102012019083-4. 31 jul 2011 : 05 de fev. 2013. Revista da propriedade industrial no 2196. Brasília, DF, 2013.

IPEA, 2013. Estimativas do déficit habitacional brasileiro (2007-2011) por municípios (2010).Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota\\_tecnica/130517\\_notatecnica\\_dirur01.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/130517_notatecnica_dirur01.pdf)>. Acesso em: jan 2014

KLEIN, et al. Sistemas construtivos inovadores: procedimentos de avaliação. In: II SEMINÁRIO DE PATOLOGIAS DAS EDIFICAÇÕES, 2004, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2004, 19 p. CD-ROM

MARICATO, E. A questão urbana no Brasil hoje. In: **Brasil de Fato**. 23 nov. 2012. Disponível em: <<http://www.brasildefato.com.br/node/11213>>. Acesso em: set. 2013.

\_\_\_\_\_. Política urbana e de habitação social: Um assunto pouco importante para o governo FHC, 1998. Disponível em: <[www.usp.br/fau/deprojeto/labhab](http://www.usp.br/fau/deprojeto/labhab)>. Acesso em: out 2012.

MARTINS, M ; BARROS, M. **A formação de parcerias como alternativa para impulsionar a inovação na produção de edifícios.** III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. São Carlos, Setembro, 2003. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STO\\_086\\_572\\_10715.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_086_572_10715.pdf)>. Acesso em: jan 2014.

MITIDIERI FILHO, C. Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações: proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural. São Paulo, EPUSP, 1998, 38p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/208, São Paulo, 1998.

MOREIRA, E. Um olhar sobre a atual situação da política habitacional no Brasil. **Política econômica**, Porto Alegre, v. 40, n. 3, p 21-32, 2013.

NAKAMURA, J. Construção plástica. **Revista Techne**, São Paulo, ed. 205, p. 28-32, abr 2014.

NUNES, L.R., et. al. **Tecnologia do PVC**, Braskem. Pro Editores Associados Ltda. 2a, São Paulo, 2006.

PSCHICHHOLZ. Projeto arquitetônico, nov. 2012, revisão 02.

REPETTE, W. L. Concreto Autoadensável. In: ISAIA, G. C. (Org.). **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo. IBRACON, v.2, 2011. p 1769-1805.

RODOLFO JR, A. **Nanocompósitos de PVC, argila organicamente modificada e óxidos metálicos:** estudo do processo de preparação e propriedades de combustão e emissão de fumaça. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2010.

ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 4. ed. New York: The Free Press, 1995.

ROLNIK, R. As remoções são fruto da valorização imobiliária. In: **A nova democracia**. Ano X, nº 94, 2ª quinzena de agosto de 2012. Disponível em: <<http://www.anovademocracia.com.br/no-94/4183-entrevista-raquel-rolnik-gas-remocoes-sao-fruto-da-valorizacao-imobiliariaq>>. Acesso em: set 2013.

ROMERO, M; ORSTEN, S. **Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social**, Porto Alegre, 2003.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos** – formulação e aplicação de uma metodologia. Tese (Doutorado em Engenharia), Pós- Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. 321 p. Disponível em: <[http://www.pec.poli.br/conteudo/bibliografia/\\_TeseSabbatini%202007-v5%20\(1\).pdf](http://www.pec.poli.br/conteudo/bibliografia/_TeseSabbatini%202007-v5%20(1).pdf)>. Acesso em: jan 2014

SCHIMIDT, V. **Paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto**: análise das potencialidades do sistema. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. 90p

SOUZA, S. **Elementos de análise para gestão de processos e desempenho de produtos em sistemas construtivos**: estudo de caso com sistemas que adotam perfis auto-encaixáveis de PVC e concreto. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. 2005, 172p.

ORNSTEIN, S.; BRUNA, G.; ROMÉRO, M. **Ambiente Construído & Comportamento: a Avaliação Pós-Ocupação e a Qualidade Ambiental**. São Paulo: Studio Nobel, USP, FUPAM. 1995. 212p.

UNITED STATES PATENT. Lanc, L. J. **Concrete plastic unit CPU**. US 6167669 B1. US n. 09. 2 de Nov de 1998: 2 jan. 2001. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect2=PTO1&Sect2=HITOFF&p=1&u=/netahtml/PTO/search-bool.html&r=1&f=G&l=50&d=PALL&RefSrch=yes&Query=PN/6167669>> . Acesso em: 10 de fev.2015.

UNITED STATES PATENT. Zen, V. **Concrete plastic unit CPU Thermoplastic structural system and components therefor and method of making same**. US 5706620 A. US n. 08. 22 de Nov de 1995: 13 jan. 1998. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect2=PTO1&Sect2=HITOFF&p=1&u=/netahtml/PTO/search-bool.html&r=1&f=G&l=50&d=PALL&RefSrch=yes&Query=PN/5706620>>. Acesso em: 10 de fev.2015.

## **APÊNDICE A – Questionários**

## QUESTIONÁRIO – COLABORADORES

### ENTENDIMENTO DO SISTEMA

1. Você conhecia o sistema construtivo com perfis de PVC antes dessa obra?  
( ) Sim ( ) Não
2. Você recebeu treinamento técnico para executar o sistema? ( ) Sim ( ) Não  
Se sim, de quanto tempo? \_\_\_\_\_
3. Se comparado à uma edificação em alvenaria, você considera a produção do sistema mais fácil? ( ) Sim ( ) Não

### EXECUÇÃO

4. Na sua opinião, qual o principal problema encontrado na execução do sistema construtivo?  
\_\_\_\_\_
5. A pré-montagem dos perfis antes de inseri-los na edificação aumentou a produtividade na obra? ( ) Sim ( ) Não
6. Como você avalia a facilidade de encaixe dos perfis?  

Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	
-----------	--	-----	--	------	--	---------	--
7. Como você considera a ancoragem dos perfis com a fundação (radier)?  

Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	
-----------	--	-----	--	------	--	---------	--
8. Como você considera a ancoragem do telhado com os perfis?  

Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	
-----------	--	-----	--	------	--	---------	--
9. Antes da concretagem, como você avalia a prumada dos perfis? ( ) Fácil ( ) Difícil
10. Você observou movimentação dos painéis no momento da concretagem?  
( ) Sim ( ) Não
11. Você considera frequente a quebra de perfis durante a concretagem? ( ) Sim ( ) Não
12. Após a colocação do concreto os vãos de portas e janelas sofrem deformações perceptíveis? ( ) Sim ( ) Não
13. Existindo deformações, isso compromete o encaixe das esquadrias? ( ) Sim ( ) Não  
De que maneira é resolvido o problema? \_\_\_\_\_
14. Você percebe flambagem das paredes nos cantos das edificações? ( ) Sim ( ) Não
15. O escoramento dos perfis de alguma forma dificulta a realização de outras fases da construção? ( ) Sim ( ) Não
16. Nessa obra, são colocadas cantoneiras para acabamentos das paredes internas?  
( ) Sim ( ) Não
17. Se sim, como são fixadas? ( ) Coladas ( ) Pregadas ( ) Outro
18. As instalações de água e esgoto precisam receber adaptações (recortes)?  
( ) Sim ( ) Não
19. Qual etapa da construção você considera mais importante?  
\_\_\_\_\_
20. Na sua opinião, qual o ponto positivo da execução desse sistema construtivo?  
\_\_\_\_\_

**QUESTIONÁRIO – MORADORES**

Conjunto Habitacional: \_\_\_\_\_

Número de moradores na unidade: \_\_\_\_\_

Descrição do imóvel (área): \_\_\_\_\_ Tempo de uso: \_\_\_\_\_

Tipo de cobertura: ( ) Fibrocimento ( ) Cerâmica ( ) Outro

Tipo de forro: ( ) Madeira ( ) PVC ( ) Outro

Dormitórios: ( ) 1 Dormitório ( ) 2 Dormitórios ( ) 3 Dormitórios

**AValiação GLOBAL**

1. Como você avalia a dimensão dos cômodos da casa?

Sala de estar:	Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	
Dormitório:	Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	
Cozinha:	Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	
Banheiro:	Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	

2. Houve necessidade de realizar alguma alteração no imóvel? ( ) Sim ( ) Não

Se sim qual? \_\_\_\_\_

3. Como você avalia a ampliação da habitação nesse sistema construtivo:

Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	
-----------	--	-----	--	------	--	---------	--

4. Como você classifica a aparência externa da habitação:

Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	
-----------	--	-----	--	------	--	---------	--

5. Se comparado à alvenaria, o PVC atendeu suas expectativas de beleza e conforto na edificação? ( ) Sim ( ) Não

6. Como você avalia a temperatura da habitação no verão:

Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	
-----------	--	-----	--	------	--	---------	--

7. Como você avalia a temperatura da habitação no inverno:

Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	
-----------	--	-----	--	------	--	---------	--

8. Quanto à orientação, a habitação possui boa incidência de iluminação solar?

( ) Sim ( ) Não

9. Você considera a habitação segura? ( ) Sim ( ) Não

10. É necessária a colocação de grades externas? ( ) Sim ( ) Não

11. Cite um ponto positivo do sistema construtivo: \_\_\_\_\_

12. Cite um ponto negativo do sistema construtivo: \_\_\_\_\_

13. Do interior da edificação você escuta barulhos externos? ( ) Sim ( ) Não

14. Como você avalia o isolamento acústico das paredes externas?

Muito bom		Bom		Ruim		Péssimo	
-----------	--	-----	--	------	--	---------	--

15. Do interior da edificação, você escuta barulhos de outros cômodos da casa?

( ) Sim ( ) Não

16. Nesse caso, como você avalia o isolamento acústico das paredes internas?

Muito bom		Bom		Ruim		Péssimo	
-----------	--	-----	--	------	--	---------	--

17. Como você avalia a ventilação no interior da edificação?

Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	
-----------	--	-----	--	------	--	---------	--

18. Como você avalia o material da habitação quanto a segurança à incêndios?

Muito bom		Bom		Ruim		Péssimo	
-----------	--	-----	--	------	--	---------	--

PAREDES

19. As paredes apresentam trincas ou quebras? ( ) Sim ( ) Não  
 20. As paredes sofreram deformações? ( ) Sim ( ) Não  
 21. Alguma vez você já perfurou a parede para fixação de quadros ou armários?  
 ( ) Sim ( ) Não

Se sim, como avalia esse procedimento: ( ) Fácil ( ) Difícil

22. Há passagem de água da chuva em algum ponto das paredes? ( ) Sim ( ) Não  
 23. As paredes apresentaram sinais de mofo? ( ) Sim ( ) Não  
 24. Você já percebeu falta de rigidez nas paredes? ( ) Sim ( ) Não  
 25. Nos dias de mudanças bruscas de temperatura ou alta umidade ambiental, você observou excessiva umidade nas paredes da edificação? ( ) Sim ( ) Não  
 26. Como você avalia a limpeza das paredes da habitação?

Muito fácil		fácil		Difícil		Muito difícil	
-------------	--	-------	--	---------	--	---------------	--

27. Houve algum dano nas paredes em função da aplicação de algum produto de limpeza?  
 ( ) Sim ( ) Não Qual produto? \_\_\_\_\_

28. Se comparada à parede de alvenaria, como você avalia a parede de PVC:

Muito boa		Boa		Ruim		Péssima	
-----------	--	-----	--	------	--	---------	--

29. Você observou alteração de cor nos perfis externos? ( ) Sim ( ) Não  
 30. Se sim, foi percebido com aproximadamente quanto tempo de uso?

Seis meses		1 ano		1 ano e meio		2 anos		Outro	
------------	--	-------	--	--------------	--	--------	--	-------	--

JANELAS

31. As janelas fecham perfeitamente?  
 ( ) Sim ( ) Não

PORTAS

32. As portas fecham perfeitamente?  
 ( ) Sim ( ) Não

REVESTIMENTOS

33. A casa possui algum tipo de revestimento aplicado? ( ) Sim ( ) Não

Qual? Onde? \_\_\_\_\_

34. Esse revestimento já se soltou, trincou ou descascou? ( ) Sim ( ) Não

TELHADO

35. Você já observou infiltração de água pela cobertura? ( ) Sim ( ) Não

36. Houve algum problema na cobertura devido a ação do vento ou chuva?

( ) Sim ( ) Não

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

37. Já ocorreu algum problema nas instalações elétricas? ( ) Sim ( ) Não

38. Se sim, como você avalia a facilidade de conserto?

Muito fácil		fácil		Difícil		Muito difícil	
-------------	--	-------	--	---------	--	---------------	--

INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

39. Alguma vez houve problema nas instalações hidráulicas da habitação? ( ) Sim ( ) Não

40. Se sim, como você avalia a facilidade de conserto?

Muito fácil		fácil		Difícil		Muito difícil	
-------------	--	-------	--	---------	--	---------------	--

## **ANEXO A – Levantamento fotográfico**

## Loteamento Canoas Minha Terra II – Canoas/RS



(a) (b)  
Figura i – (a) fase de construção; (b) colocação de grades

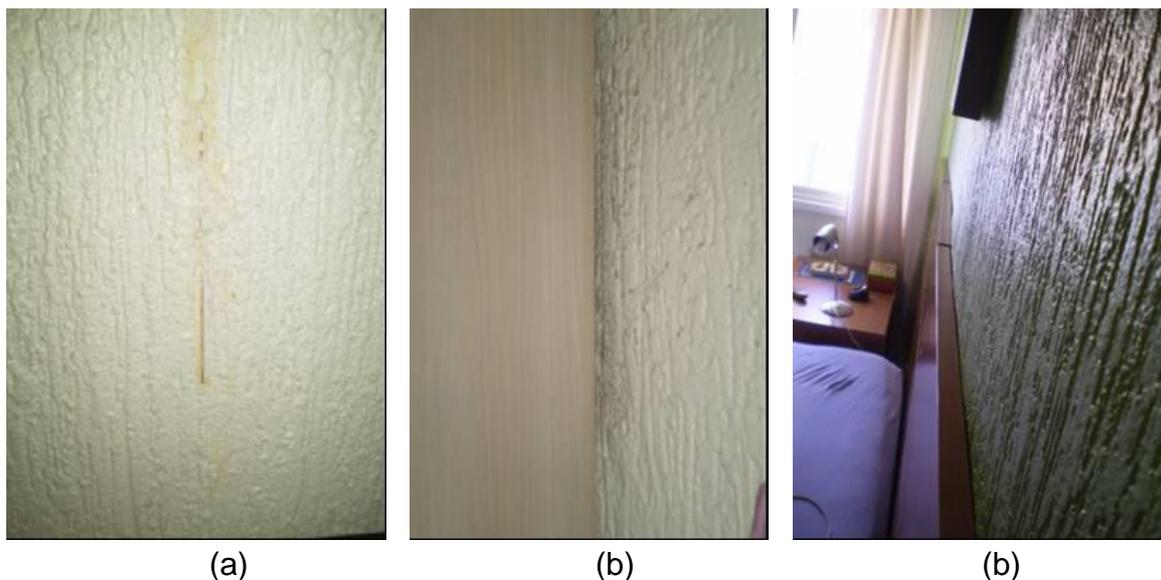


(a) (b)  
Figura ii – (a) deformação observada nos marcos da porta; (b) imagem da casa ocupada.

## Condomínio Valparaíso – Canoas/RS



(a) (b) (c)  
Figura iii – (a) oitão com fissuras; (b) lareira implantada posteriormente; (c) ampliação.



(a) (b) (b)  
 Figura iv – (a) infiltração e fissura no revestimento; (b) formação de mofo atrás dos móveis; (c) desaprumo da parede.

### Condomínio São Luiz – Canoas/RS



(a)



(b)

Figura v– Levantamento fotográfico: (a) fachadas; (b) estufamento interno.

### Loteamento Parque Novo Hamburgo – Novo Hamburgo/RS

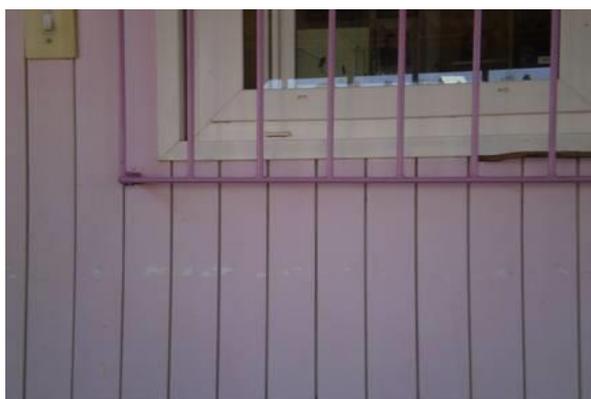


(a)



(b)

Figura vi – (a) tanque improvisado; (b) ampliação realizada.



(a)



(b)

Figura vii – (a) grades colocadas; (b) unidade sem passarinheira.



(a)



(b)

Figura viii – (a) infiltração pela fundação (b) mofo formado dentro da gaveta no guarda roupa.

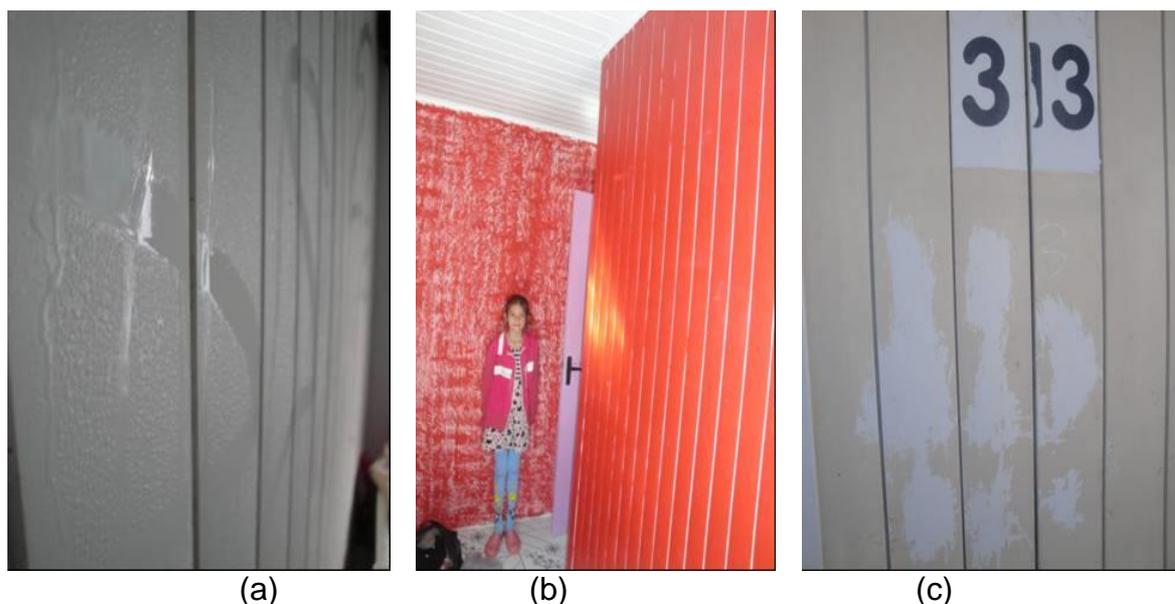


(a)



(b)

Figura ix – (a) mofo nos colchões; (b) cerâmica colocada nas paredes.



(a) (b) (c)  
 Figura x – (a) água condensada na parede; (b) revestimentos aplicados; (c) pintura descascada.



(a) (b)  
 Figura xi – (a) mofo no oitão; (b) inclinação acentuada do terreno.



(a) (b)  
 Figura xii – (a) deslizamento de terra; (b) contensão do solo.



(a)



(b)

Figura xiii – (a) unidades com aquecimento solar de água; (b) perspectiva das novas habitações



(a)



(b)

Figura xiv – (a) calha para descarga do concreto; (b) gabaritos utilizados nos vãos de abertura.



(a)



(b)



(c)

Figura xv – (a) desnível entre unidades vizinhas; (b) distância entre as casas; (c) trava para constante ventilação.

## Residencial Terra Nativa – Pelotas/RS



(a)



(b)

Figura xvi – (a) grades nas aberturas; (b) esquadria de madeira.



(a)



(b)

Figura xvii – (a) condensação na telha; (b) edificação em construção.



(a)



(b)



(c)

Figura xviii – (a) trinca na textura; (b) lareira implantada; (b) manta colocada na cobertura.



(a) (b)  
 Figura xix – (a) aberturas com grades e portões de PVC; (b) perspectiva geral do conjunto.

### Residencial Parque São Pedro/RS



(a) (b)  
 Figura xx – (a) fachada da edificação; (b) quadras do conjunto.



(a) (b)  
 Figura xxi – (a) mancha de infiltração na laje de concreto; (b) união dos perfis preenchida por resina.