

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**Adalberto Ottoni Costa**

**PATOLOGIA NAS EDIFICAÇÕES DO PAR, CONSTRUÍDAS COM  
ALVENARIA ESTRUTURAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO  
HORIZONTE**

**Florianópolis  
2010**



**Adalberto Ottoni Costa**

**PATOLOGIA NAS EDIFICAÇÕES DO PAR, CONSTRUÍDAS  
COM ALVENARIA ESTRUTURAL NA REGIÃO  
METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Catarina, através do convênio institucional celebrado com o CEFET/MG como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil.

**Orientador:** Prof. Dr. Humberto Ramos Roman.

**Belo Horizonte  
2010**



**PATOLOGIA NAS EDIFICAÇÕES DO PAR, CONSTRUÍDAS  
COM ALVENARIA ESTRUTURAL NA REGIÃO  
METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE**

Esta dissertação foi julgada e aprovada como requisito final para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGECC da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, em sessão pública realizada em 25/08/2010.

---

Prof. Humberto Ramos Roman, Ph.D.-UFSC/ECV  
Orientador - Moderador

**Comissão Examinadora:**

---

Prof. Guilherme Parsekian, Dr. - UFSCar

---

Prof. Ivo José Padaratz, Ph.D. – UFSC/ECV

---

Prof. Antônio Edézio Jungles, Dr. – UFSC/ECV



## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Humberto Ramos Roman, pela exemplar orientação, na execução deste trabalho.

Aos demais professores e professoras do Programa de Mestrado em Engenharia Civil, bem como todos os servidores, meus agradecimentos, muito obrigado.

Ao Diretor Geral do CEFET-MG, Prof. Flávio A. dos Santos, grande incentivador na formação dos professores e servidores da Instituição.

As minhas filhas, Marília, Liliane e ao genro Leandro, pelo apoio incondicional, durante esse período obrigado, vocês são a razão maior da minha existência.

A minha namorada Eliane, pelo apoio e compreensão pelas ausências durante todo este período.

A amiga Profa. Dra. Maria Raquel Bambirra e seu esposo Prof. João Marcos Vaillant, pelas ajudas desde o projeto de dissertação até este final, em muito valeu seus ensinamentos.

À direção da Caixa Econômica Federal aqui representada pelos brilhantes funcionários da GIDUR-BH senhores (as):

Senhor Jader da Cunha Filho,

Senhor Sotter José Gouveia,

Senhor Evandro Magela Abdo,

Senhora Denise Lima Santos Peixoto.

A todos vocês os meus agradecimentos pela ajuda e por terem me dado todas as condições necessárias à pesquisa.

A outras pessoas que por ventura tenha me esquecido aqui, mas com certeza, é importante a lembrança, me desculpem o lapso e muito obrigado também pelo apoio.



## RESUMO

As alvenarias estruturais antigamente eram construídas com paredes de grande espessura chegando até a 180 cm, mas atualmente o processo estrutural evoluiu para lâminas consideravelmente delgadas, mais leves e econômicas, com alto módulo de deformação. Este fato embora seja uma grande evolução tecnológica do ato de construir, também contribuiu para uma grande incidência de manifestações patológicas nas edificações executadas por este processo construtivo. Na Região Metropolitana de Belo Horizonte, tem sido observada com certa frequência, a presença de trincas nas fachadas externas de alguns prédios de alvenaria estrutural, principalmente nos conjuntos construídos pelo Plano de Arrendamento da Caixa Econômica Federal (PAR). Este fato tem causado uma preocupação naquela instituição financeira, levando a mesma a contratar profissionais renomados para realizarem pesquisas, para apontarem as possíveis causas e soluções para o problema. Nesse sentido, o objetivo geral desse estudo foi avaliar a qualidade técnica dos projetos e das obras do plano de arrendamento do Governo Federal (PAR), construídos com financiamento através da Caixa Econômica Federal, na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Utilizou-se a pesquisa quantitativa e o estudo de caso para estudar as manifestações patológicas existentes em habitações de interesse social construídas em alvenaria estrutural com bloco cerâmico ou de concreto. Observou-se que na maioria dos empreendimentos pesquisados, foram predominantes as manifestações patológicas em fachadas, caracterizadas por trincas causadoras de infiltrações nas unidades residenciais. As patologias observadas internamente nos apartamentos pesquisados predominaram as trincas nos cantos das aberturas de vãos de portas e janelas, causadas por falta de vergas e contra-vergas e infiltrações no teto causadas por problemas de telhados.

**Palavras chave:** Alvenaria estrutural. Patologia. Habitação de interesse social. Construção civil.



## ABSTRACT

The old bearing walls were built with walls of great thickness reaching up to 180 cm, but now the structural process evolved considerably thinner blades, lighter and more economical, with high modulus of deformation. This fact though is a great technological developments in the act of building, also contributed to a high incidence of diseases in buildings run by the construction process. In the metropolitan area of Belo Horizonte, has been quite frequently observed the presence of cracks and fissures in the external walls of some buildings of masonry, especially in clusters constructed by Lease Plan CEF (PAR). This fact has caused concern that a financial institution, taking the same to hire renowned professionals to conduct research, to suggest possible causes and solutions to the problem. Thus, the general objective of this study was to evaluate the technical quality of projects and works of the plan to lease the Federal Government (PAR), built with funding through the Federal Savings Bank, in the metropolitan area of Belo Horizonte. We used the quantitative research and case study to study the pathological manifestations of existing housing in built with masonry block ceramic or concrete. It was observed that the majority of enterprises surveyed, the diseases prevalent in the facades were characterized by cracks and leaks. The pathologies observed inside the apartments surveyed were predominant cracks in the corners of the openings of doorways and windows, caused by lack of yards and yards and counter-leaks in the roof and floor.

**Keywords:** Masonry structural. Pathology. Social housing. Construction.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Origem da Umidade nas construções	60
Figura 2	Vazamentos na rede Pluvial do Telhado	61
Figura 3	Caimento de Telhas	62
Figura 4	Vazamentos pelo Telhado	64
Figura 5	Vazamentos pela laje	65
Figura 6	Vazamentos pisos e paredes	67
Figura 7	Regiões	76
Figura 8	Projeto arquitetônico dos Residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	81
Figura 9	Detalhe do projeto arquitetônico dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	82
Figura 10	Corte do projeto arquitetônico dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	83
Figura 11	Layout do projeto arquitetônico dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	84
Figura 12	Projeto arquitetônico planta e corte dos residenciais A2 e A3	85
Figura 13	Detalhe do projeto arquitetônico dos residenciais A2 e A3	86
Figura 14	Projeto arquitetônico corte dos residenciais A2 e A3	87
Figura 15	Projeto arquitetônico residencial A5	88
Figura 16	Detalhe do projeto arquitetônico do residencial A5	89
Figura 17	Corte do projeto arquitetônico do residencial A5	90
Figura 18	Layout do projeto arquitetônico do residencial A5	91
Figura 19	Projeto arquitetônico dos residenciais A10 e A14	92
Figura 20	Detalhe do projeto arquitetônico dos residenciais A10 e A14	93
Figura 21	Detalhe do projeto arquitetônico dos residenciais A10 e A1	94
Figura 22	Projeto arquitetônico do residencial A15	95
Figura 23	Foto da fachada do residencial A15	96
Figura 24	Detalhe da construção do residencial A15	96
Figura 25	Projeto arquitetônico corte do residencial A15	97
Figura 26	Projeto arquitetônico do residencial A4	98
Figura 27	Detalhe do Projeto arquitetônico do residencial A4	99
Figura 28	Layout do Projeto arquitetônico do residencial A4	100
Figura 29	Projeto arquitetônico corte do residencial A4	101
Figura 30	O projeto arquitetônico	102
Figura 31	As paredes	103

Figura 32	Planta de forma da fundação dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	104
Figura 33	Detalhe da planta da fundação dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	105
Figura 34	Detalhe do corte da planta da fundação dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	105
Figura 35	Detalhe da transição da fundação dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	106
Figura 36	Planta de forma do pavimento tipo dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	107
Figura 37	Detalhe da forma do primeiro pavimento A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	108
Figura 38	Planta das fiadas par e impar A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	109
Figura 39	Detalhe de fiada impar A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	109
Figura 40	Detalhe de fiada par	110
Figura 41	Detalhe das interseções L e T	110
Figura 42	Detalhe das convenções e blocos com <i>graout</i>	111
Figura 43	Detalhe das elevações das paredes	111
Figura 44	Detalhe de vergas e contra-vergas	112
Figura 45	Detalhe das cintas das alvenarias	112
Figura 46	Planta de forma do último pavimento dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13	113
Figura 47	Planta de forma do último pavimento e detalhe da laje	113
Figura 48	Planta das fiadas par e impar dos residenciais A2 e A3	114
Figura 49	Detalhe da planta da fiada impar dos residenciais A2 e A3	115
Figura 50	Detalhe da planta da fiada par dos residenciais A2 e A3	116
Figura 51	Planta das interseções L e T dos residenciais A2 e A3	117
Figura 52	Planta de forma dos residenciais A2 e A3	117
Figura 53	Detalhe de vergas e contra-vergas dos residenciais A2 e A3	118
Figura 54	Detalhe da transição da fundação dos residenciais A2 e A3	119
Figura 55	Planta de forma da fundação do residencial A5	120
Figura 56	Detalhe da planta de forma e detalhe da transição da fundação do residencial A5	121
Figura 57	Detalhe do corte da última laje do residencial A5	121
Figura 58	Planta das fiadas pares do residencial A5	122
Figura 59	Detalhe da planta das fiadas pares do residencial A5	123

Figura 60	Planta das fiadas ímpares do residencial A5	123
Figura 61	Detalhe das fiadas ímpares do residencial A5	124
Figura 62	Detalhe das interseções L do residencial A5	125
Figura 63	Detalhe das interseções T do residencial A5	125
Figura 64	Detalhe das elevações das paredes externas do residencial A5	126
Figura 65	Detalhe das elevações e primeira fiada do residencial A5	127
Figura 66	Detalhe das elevações das paredes do residencial A5	127
Figura 67	Detalhe das elevações das paredes do residencial A5	128
Figura 68	Detalhe das paredes do residencial A5	128
Figura 69	Planta de forma do residencial A10 e A14	129
Figura 70	Detalhe da planta de forma do residencial A10 e A14	130
Figura 71	Detalhe da interseção das paredes e das vergas do residencial A10 e A14	130
Figura 72	Detalhe dos apoios das lajes externas do residencial A10 e A14	131
Figura 73	Detalhe dos apoios das lajes da cobertura do residencial A10 e A14	132
Figura 74	Planta de forma da fundação do residencial A15	133
Figura 75	Detalhe da planta de forma da fundação do residencial A15	133
Figura 76	Detalhe transição da fundação do residencial A15	134
Figura 77	Planta de forma do pavimento tipo do residencial A15	134
Figura 78	Detalhe da planta de forma do pavimento tipo do residencial A15	135
Figura 79	Detalhe do corte planta de forma do residencial A15	135
Figura 80	Detalhe das cintas e laje do residencial A15	136
Figura 81	Detalhe das vergas e contra-vergas do residencial A15	136
Figura 82	Planta de formas do residencial A4	137
Figura 83	Corte da Planta de formas do residencial A4	137
Figura 84	Detalhe da planta de formas do residencial A4	138
Figura 85	Detalhe de vergas e contra-vergas do residencial A4	138
Figura 86	Detalhe das cintas de alvenarias do residencial A4	139
Figura 87	Detalhe da planta da fiada ímpar do residencial A4	139
Figura 88	Detalhe da planta da fiada par do residencial A4	139
Figura 89	Detalhe da interseção L residencial A4	140
Figura 90	Detalhe da interseção T residencial A4	140
Figura 91	O projeto estrutural	141
Figura 92	Projeto Elétrico básico	142
Figura 93	Detalhe do Projeto Elétrico básico	142
Figura 94	Projeto Hidráulico básico dos banheiros	143

Figura 95	Projeto Hidráulico básico das cozinhas	143
Figura 96	Detalhe do Projeto Hidro/Sanitário das cozinhas	144
Figura 97	Detalhe do Hidro/Sanitário da Pia e Tanque	144
Figura 98	Isométrico do projeto hidráulico básico	145
Figura 99	Patologias na fachada residencial A1	146
Figura 100	Infiltração na parede causada por fissura na fachada residencial A1	147
Figura 101	Telhado residencial A1	148
Figura 102	Patologia em fachada residencial A2	149
Figura 103	Patologias na fachada do residencial A2	149
Figura 104	Patologias na fachada do residencial A2	150
Figura 105	Fissura no canto de abertura do residencial A2	151
Figura 106	Fissura no piso do residencial A2	151
Figura 107	Telhado residencial A2	152
Figura 108	Patologia em fachada residencial A3	153
Figura 109	Tubulação externa do residencial A4	155
Figura 110	Patologia em fachada residencial A5	156
Figura 111	Patologia em fachada residencial A5	157
Figura 112	Patologia em fachada residencial A5	158
Figura 113	Infiltração em banheiro do residencial A5	159
Figura 114	Infiltração causada por vazamento no telhado residencial A5	159
Figura 115	Infiltração no andar térreo vindas do solo do residencial A5	160
Figura 116	Infiltração vinda do solo no residencial A5	160
Figura 117	Infiltração vinda do solo no residencial A5	161
Figura 118	Fissura em parede no residencial A5	161
Figura 119	Telhado residencial A5	162
Figura 120	Detalhe da junta de dilatação do residencial A5	163
Figura 121	Telhado embutido do residencial A6	164
Figura 122	Patologia em fachada residencial A6	165
Figura 123	Vista tubulação externa do residencial A6	166
Figura 124	Patologia em fachada residencial A7	168
Figura 125	Infiltração interna no residencial A7	168
Figura 126	Patologia em fachada residencial A.	169
Figura 127	Fissura entre a parede e perfil de alumínio no residencial A7	169
Figura 128	Fissura no piso do residencial A7	170
Figura 129	Detalhe construtivo da laje de cobertura do residencial A7	170
Figura 130	Fissura causada por tubulação elétrica do residencial A7	171

Figura 131	Infiltração no teto de banheiro do residencial A8	172
Figura 132	Infiltração no teto de banheiro do residencial A9	173
Figura 133	Detalhe construtivo da laje de cobertura do residencial A9	173
Figura 134	Patologia em fachada do residencial A10	175
Figura 135	Patologia em fachada do residencial A10	175
Figura 136	Infiltração em apartamento do residencial A10	176
Figura 137	Infiltração em apartamento do residencial A10	177
Figura 138	Infiltração em janela do residencial A10	177
Figura 139	Infiltração vindas do solo no residencial A10	178
Figura 140	Infiltração vindas do solo no residencial A1	178
Figura 141	Infiltração vindas do solo no residencial A10	178
Figura 142	Infiltração vindas do solo no residencial A10	179
Figura 143	Fissura no residencial A10	179
Figura 144	Fissura no residencial A10	180
Figura 145	Fissura no residencial A10	180
Figura 146	Vista do telhado do residencial A10	181
Figura 147	Vista do telhado do residencial A10	181
Figura 148	Patologias em fachadas do residencial A11	182
Figura 149	Patologias em fachadas do residencial A11	183
Figura 150	Patologias em fachadas do residencial A11	183
Figura 151	Fissura nos cantos de abertura do residencial A11	184
Figura 152	Patologias em fachadas do residencial A12	185
Figura 153	Patologias em fachadas do residencial A12	185
Figura 154	Vista do telhado do residencial A12	186
Figura 155	Tubulações externas do residencial A12	186
Figura 156	Tubulações externas do residencial A12	187
Figura 157	Patologias em fachadas do residencial A13	188
Figura 158	Patologias em fachadas do residencial A13	188
Figura 159	Fissura no residencial A13	189
Figura 160	Vista do telhado do residencial A13	189
Figura 161	Patologias em fachadas do residencial A14	190
Figura 162	Fissuras em fachadas do residencial A14	191
Figura 163	Análise das patologias	194
Figura 164	Identificação dos locais com patologias	195
Figura 165	Patologias em fachadas do residencial A1	209
Figura 166	Patologias em fachadas do residencial A1	209
Figura 167	Patologias em fachadas do residencial A1	210
Figura 168	Patologias em fachadas do residencial A1	210
Figura 169	Patologias em fachadas do residencial A1	211
Figura 170	Telhado do residencial A1	211

Figura 171	Telhado do residencial A1	212
Figura 172	Patologias em fachadas do residencial A2	213
Figura 173	Patologias em fachadas do residencial A2	213
Figura 174	Patologias em fachadas do residencial A2	214
Figura 175	Patologias em fachadas do residencial A2	214
Figura 176	Patologias em fachadas do residencial A2	215
Figura 177	Patologias em fachadas do residencial A2	215
Figura 178	Patologias em fachadas do residencial A2	216
Figura 179	Patologia em fachada do residencial A3	217
Figura 180	Tubulações externas do residencial A3	218
Figura 181	Patologias em fachadas do residencial A5	219
Figura 182	Patologias em fachadas do residencial A5	219
Figura 183	Patologias em fachadas do residencial A5	220
Figura 184	Patologias em fachadas do residencial A5	220
Figura 185	Patologias em fachadas do residencial A5	221
Figura 186	Infiltração no andar térreo do residencial A5	221
Figura 187	Infiltração no andar térreo do residencial A5	222
Figura 188	Infiltração no andar térreo do residencial A5	222
Figura 189	Infiltração no andar térreo do residencial A5	223
Figura 190	Infiltração no andar térreo do residencial A5	223
Figura 191	Infiltração no andar térreo do residencial A5	224
Figura 192	Telhado do residencial A5	224
Figura 193	Telhado embutido do residencial A6	225
Figura 194	Telhado embutido do residencial A6	225
Figura 195	Patologia em fachada do residencial A6	226
Figura 196	Patologia em fachada do residencial A6	227
Figura 197	Patologia em fachada do residencial A6	228
Figura 198	Patologia em fachada residencial A6	229
Figura 199	Patologia em fachada do residencial A6	230
Figura 200	Patologia em fachada do residencial A7	231
Figura 201	Patologia em fachada do residencial A7	231
Figura 202	Patologia em fachada do residencial A7	232
Figura 203	Patologia em fachada do residencial A7	232
Figura 204	Detalhe da laje de cobertura do residencial A7	233
Figura 205	Fissura do residencial A7	233
Figura 206	Detalhe da laje de cobertura do residencial A7	234
Figura 207	Patologia em fachada residencial A10	235
Figura 208	Patologia em fachada residencial A10	235
Figura 209	Infiltração em apartamento do quarto andar no residencial A10	236

Figura 210	Infiltração em apartamento do quarto andar no residencial A10	236
Figura 211	Infiltração em janela no residencial A10	237
Figura 212	Fissura no residencial A10	237
Figura 213	Fissura no residencial A10	238
Figura 214	Patologia em fachada residencial A11	239
Figura 215	Junta de dilatação em laje do residencial A11	239
Figura 216	Vista do telhado do residencial A11	240
Figura 217	Patologia em fachada residencial A11	240
Figura 218	Patologia em fachada do residencial A12	241



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tamanho da Amostra (n) Critério Conservador	75
Tabela 2	Estimação da Proporção de Edifícios Avariados (Confiança 95%)	79



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAS	Amostragem Aleatória Simples
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANICER	Associação Nacional da Indústria Cerâmica
CEF	Caixa Econômica Federal
<i>CSTC</i>	<i>Centre Scientifique et Technique de la Construction</i>
<i>CIB</i>	<i>Conseil International du Bâtiment</i>
<i>CIRIA</i>	<i>Construction Industry Research and Information Association</i>
<i>CONPAT</i>	<i>Congreso Latino Americano de Patologia de La Construcción</i>
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
HIS	Habitação de Interesse Social
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INDI	Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP.
<i>ISO</i>	<i>International Organization for Standardization</i>
PAR	Plano de Arrendamento Residencial
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PSH	Plano Social Habitacional
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
SGTO	Seguro Garantia Término de Obra
SINAPROCIM	Sindicato Nacional da Indústria de Produtos de Cimento
UEL	Universidade Estadual de Limeira
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UH	Unidades Habitacionais
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
UFPEl	Universidade Federal de Pelotas
UFPR	Universidade Federal do Paraná

UFRGS  
UFS  
UFSC  
USP

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Universidade Federal de Sergipe  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	29
<b>1.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b>	29
<b>1.2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	31
<b>1.3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	31
1.3.1	Objetivo geral	33
1.3.2	Objetivos específicos	34
<b>1.4</b>	<b>LIMITAÇÕES DA PESQUISA</b>	34
<b>1.5</b>	<b>ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS</b>	34
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	37
<b>2.1</b>	<b>DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL</b>	37
<b>2.2</b>	<b>PROGRAMA DE ARRENDAMENTO RESIDENCIAL (PAR)</b>	39
2.2.1	Características dos empreendimentos	40
<b>2.3</b>	<b>ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	41
<b>2.4</b>	<b>HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	43
<b>2.5</b>	<b>UTILIZAÇÃO RECENTE DA ALVENARIA ESTRUTURAL NO BRASIL.</b>	44
<b>2.6</b>	<b>VANTAGENS E DESVANTAGENS DA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	45
<b>2.7</b>	<b>CONSTRUTIBILIDADE</b>	47
<b>2.8</b>	<b>PATOLOGIAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	50
<b>2.9</b>	<b>PATOLOGIA DAS FACHADAS</b>	54
<b>2.10</b>	<b>PATOLOGIAS DAS JUNTAS DE ASSENTAMENTO</b>	55
<b>2.11</b>	<b>PATOLOGIAS NOS ENCONTRO ENTRE PAREDES</b>	55
<b>2.12</b>	<b>PATOLOGIAS DAS JUNTAS DE CONTROLE</b>	56
<b>2.13</b>	<b>PATOLOGIAS NAS LAJES</b>	56
<b>2.14</b>	<b>PATOLOGIA DE UMIDADES</b>	57
2.14.1	Origem da Umidade nas Construções	57
2.14.2	Umidade ou Infiltração no Telhado	60
2.14.2.1	<i>Vazamentos na rede pluvial</i>	60
2.14.2.2	<i>Vazamentos e goteiras nos telhados</i>	61
2.14.2.3	<i>Vazamentos em lajes de cobertura</i>	64
2.14.2.4	<i>Vazamentos em pisos e paredes</i>	65

<b>2.15</b>	<b>PATOLOGIAS NOS EMBUTIMENTO DE INSTALAÇÕES</b>	68
<b>2.16</b>	<b>RECALQUE NAS FUNDAÇÕES</b>	68
<b>2.17</b>	<b>TRINCAS</b>	68
<b>2.18</b>	<b>PATOLOGIAS CAUSADAS POR ERROS OU MAL DETALHAMENTO DE PROJETOS</b>	69
<b>2.19</b>	<b>PATOLOGIAS CAUSADAS POR ERROS NA EXECUÇÃO DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	71
<b>3</b>	<b>MÉTODO DA PESQUISA</b>	73
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	79
<b>4.1</b>	<b>ANÁLISE DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS DE EMPREENDIMENTOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL CONSTRUÍDOS PELO PAR</b>	80
<b>4.2</b>	<b>ANÁLISE DOS PROJETOS ESTRUTURAIS DE EMPREENDIMENTOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	104
<b>4.3</b>	<b>ANÁLISE DOS PROJETOS DE INSTALAÇÕES DE EMPREENDIMENTOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL</b>	142
<b>4.4</b>	<b>DADOS OBTIDOS NAS VISITAS AOS EMPREENDIMENTOS CONSTRUÍDOS PELO PAR</b>	145
4.4.1	Residencial A1	146
4.4.2	Residencial A2	148
4.4.3	Residencial A3	152
4.4.4	Residencial A4	153
4.4.5	Residencial A5	156
4.4.6	Residencial A6	163
4.4.7	Residencial A7	167
4.4.8	Residencial A8	171
4.4.9	Residencial A9	172
4.4.10	Residencial A10	174
4.4.11	Residencial A11	182
4.4.12	Residencial A12	184
4.4.13	Residencial A13	187
4.4.14	Residencial A14	190
<b>5</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS PATOLOGIAS ENCONTRADAS NOS EMPREENDIMENTOS</b>	193
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	199
	<b>REFERÊNCIAS</b>	201

<b>APÊNDICE A - Análise de Empreendimentos em Alvenaria Estrutural</b>	207
<b>APÊNDICE B – Residencial A1 – Patologia das fachadas</b>	209
<b>APÊNDICE C – Residencial A2 – Patologia das fachadas</b>	213
<b>APÊNDICE D – Residencial A3 – Patologia das fachadas</b>	217
<b>APÊNDICE E – Residencial A4 – Patologia das fachadas</b>	218
<b>APÊNDICE F – Residencial A5 – Patologia das fachadas</b>	219
<b>APÊNDICE G – Residencial A6 – Patologia das fachadas</b>	225
<b>APÊNDICE H – Residencial A7 – Patologia das fachadas</b>	231
<b>APÊNDICE I – Residencial A10 – Patologia das fachadas</b>	235
<b>APÊNDICE J – Residencial A11 – Patologia das fachadas</b>	239



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A evolução tecnológica na área da Construção Civil no Brasil passou por vários sistemas construtivos que alteraram a base produtiva do processo tradicional de construção de edificações, vindo desde a cantaria, pau-a-pique, adobe, alvenaria convencional de tijolos cerâmicos, sistema construtivo em madeira, sistema construtivo em alvenaria estrutural, sistema construtivo em concreto armado, em concreto protendido e sistema construtivo em estruturas metálicas. Essa evolução baseou-se em pesquisas, desenvolvimentos tecnológicos e, em alguns casos, na experiência prática do fazer, do dia a dia. A alvenaria é um sistema construtivo tradicional, sua utilização vem desde o início da atividade humana, na execução de estruturas para os mais variados fins (MÁRCIO E CORREA 2003).

Atualmente as alvenarias evoluíram para espessuras consideravelmente delgadas (THOMAZ e HELENE, 2000), mais leves e econômicas com alto módulo de deformação e susceptíveis às movimentações causadas por variações de temperatura e umidade. Segundo Duarte (1998) a utilização cada vez maior de novos materiais e técnicas construtivas em substituição ao sistema tradicional de construção, tem tornado mais frequente os defeitos nas edificações.

Para Santos (1998), ainda não foi explorado todo o potencial do sistema construtivo em alvenaria estrutural no nosso país, tanto no que diz respeito à capacidade estrutural da alvenaria, quanto à racionalização do mesmo. Santos (1998) comenta que esse sistema construtivo parece ser ideal para a realidade brasileira, pois necessita de mão-de-obra de fácil formação (mestres de obra, pedreiros e serventes), possui elevado potencial de racionalização e não exige grandes investimentos e mobilização de grande capital para a aquisição de equipamentos.

A alvenaria estrutural, além de incorporar facilmente estes conceitos de racionalização, produtividade e qualidade, produz ainda construções com bom desempenho tecnológico aliado a baixos custos (ARAÚJO, 1995, *apud* SANTOS, 1998). Incorporar estes conceitos e tornar as construções confiáveis é um desafio para os agentes envolvidos, como a Caixa Econômica Federal (CEF) - órgão financiador e empresas construtoras – executoras. Nesse sentido, é de fundamental importância o papel da Universidade em contribuir para a discussão entre os

agentes envolvidos, visando a melhoria da qualidade das habitações. Para atender a tais interesses, uma quantidade significativa de pesquisadores trabalha, produz Dissertações e Teses na área de alvenaria estrutural, dando a contribuição da Universidade para o desenvolvimento de novos métodos e processos construtivos, ou melhorar os métodos existentes.

Nos últimos anos, o aumento da população e a demanda por moradias contribuíram para o aumento da competitividade na indústria de construção civil. Isso obriga as empresas construtoras a buscarem formas mais eficazes de gerenciamento de seus canteiros de obras, a criarem métodos mais eficientes e processos mais rápidos, com objetivo de reduzir perdas e constituir um diferencial competitivo na produção (SAN MARTIM e FORMOSO, 1998).

A indústria da construção civil representa um papel importante na sociedade, tanto pela finalidade de suas atividades, quanto pelo potencial de geração de empregos e de disseminação da economia, sendo ávida pela modernização, que objetiva uma maior produtividade, redução do alto grau de perdas e redução de acidentes de trabalho (DUTRA e PROENÇA, 1999).

De um modo geral, dentre os vários processos e tecnologias adotados na construção civil, o sistema construtivo em alvenaria estrutural apresenta vantagens em relação ao sistema convencional como: maior facilidade e rapidez de execução, o que possibilita um produto final de menor custo e de boa qualidade. Por essa razão, os trabalhos de pesquisas, desenvolvimento e transferência de tecnologia na área, não podem ser dirigidos considerando-se apenas um ou outro desses aspectos, desvinculados de uma análise global do processo construtivo.

O exposto explica porque atualmente está em alta o uso do processo construtivo em alvenarias estruturais na indústria da construção civil, principalmente nas edificações populares (para a população de baixa renda), pois esse processo permite aliar baixo custo e rapidez, tendo como resultado final um produto de boa qualidade e de menor custo. Na região metropolitana de Belo Horizonte existe o Programa Vila Viva, da Prefeitura, que visa humanizar as favelas, com a construção de prédios de apartamentos, todos em alvenaria estrutural, com quatro pavimentos executados com blocos estruturais cerâmicos ou de concreto. Esses apartamentos são doados aos moradores em troca dos seus humildes casebres, proporcionando mais conforto e qualidade de vida às famílias, além de representar uma economia para o poder público com menor aporte financeiro nesta atividade de cunho social, e, indiretamente aos cidadãos, que são os verdadeiros financiadores de tais programas,

com o pagamento dos seus impostos. É o desenvolvimento científico contribuindo com a sociedade e com seu crescimento.

Com a utilização cada vez maior desta tecnologia, houve um aumento considerável no consumo de blocos estruturais cerâmicos e de blocos estruturais de concreto. Essa demanda fez surgir várias indústrias desses materiais, por todo o país.

Com a disseminação do uso desses blocos estruturais, surgiram as fissuras e até mesmo a ruína parcial ou total da edificação. Alguns casos, inclusive, foram veiculados nos meios de comunicação, rádio, TV e jornais, como os desabamentos ocorridos em Recife/PE. Já em Minas Gerais, mais notadamente nas cidades de Belo Horizonte e de Betim, têm-se verificado a existência de prédios construídos em alvenaria estrutural, com fissuras nas suas fachadas, que *a priori* deixam dúvidas, tanto para os leigos usuários desses imóveis, quanto para os construtores, sobre as causas e origens destas manifestações patológicas.

A proposta deste trabalho é pesquisar a qualidade das edificações construídas pelo processo construtivo em alvenaria estrutural de cerâmica e de concreto na Região Metropolitana de Belo Horizonte, doravante RMBH, e verificar, principalmente, se seus projetos estão em conformidade com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no que tange à capacidade de carga à compressão dos blocos, as movimentações térmicas, à absorção de umidade e às dimensões. Posteriormente será pesquisada em campo a existência de manifestações patológicas nos empreendimentos selecionados, as suas possíveis origens e correções. Os cuidados com o projeto, a qualidade dos blocos e as boas técnicas de execução das obras poderiam evitar o surgimento de muitos problemas nos edifícios construídos com alvenaria estrutural. No entanto, quando as manifestações patológicas surgem, nem sempre é fácil detectar sua causa.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Martignano (1998, *apud* RAMOS, 2001), a indústria da construção civil tem grande importância no cenário econômico de qualquer país. Faz parte de um macro complexo que inclui grandes indústrias das cadeias produtivas, com absorção cada vez maior de mão-de-obra, que traz para esta indústria, além do efeito multiplicador de renda, um produto com conotação social.

No Brasil, conforme publicações da Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER) (2008)<sup>1</sup>, existem 3600 empresas produzindo 4,0 bilhões de produtos cerâmicos - telhas, manilhas, tijolos e blocos. Deste total, 20% são blocos cerâmicos estruturais, com geração de 400 mil empregos diretos, 1,25 milhões indiretos e um faturamento de 6,0 bilhões/ano. Conforme as publicações do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos de Cimento (SINAPROCIM)<sup>2</sup> (2006), atualmente, o setor representa cerca de 8.500 indústrias de produtos de cimento ativas em todo o país, gerando 130 mil empregos (diretos e indiretos), com um faturamento de R\$ 5,06 bilhões, ficando só o setor de blocos com aproximadamente 12%, com faturamento de R\$ 650 milhões.

De acordo com o relatório do Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais (INDI), datado de 2000, o estado de Minas Gerais tem cerca de 350 empresas de cerâmica vermelha legalizadas. A sua maior concentração está na região central com aproximadamente 22% do total de empresas e quantidade bem maior de fábricas de blocos de concreto. A Região Metropolitana de Belo Horizonte está incluída nessa área central.

Esses dados nos levam a inferir que não é possível uma boa fiscalização dos órgãos competentes que garanta a qualidade dos produtos. Com isso, resta aos consumidores, pequenas e grandes construtoras, exercerem a sua própria fiscalização. Tal fiscalização fica sempre prejudicada ou é inexistente, quer por falta de conhecimento técnico, por questões econômicas ou ainda por falta de parâmetros de comparação.

Embora se saiba dos vários tipos de blocos de alvenaria estrutural, de cerâmicos e de concreto, oferecidos no mercado na RMBH, o consumidor não tem como saber, *a priori*, as qualidades que devem definir a opção de uso para cada um deles. Os resultados dos testes técnicos, quando realizados, nem sempre são apresentados aos consumidores; portanto, não servem como embasamento para sua decisão quanto à escolha do produto. Sendo assim, essa escolha é definida, em alguns casos, por catálogos de fabricantes e/ou por propagandas, que podem ser tendenciosos. E o pior é que alguns consumidores, na maioria das vezes, definem a escolha de determinado produto em função de seu preço, sendo

---

<sup>1</sup> No *site* da ANICER, *menu* da esquerda da página, link *Setor*, sob link *Dados oficiais*. Disponível em: <<http://www.anicer.com.br/anicer2008/index.asp?pg=institucional.asp&secao=3&categoria=60&selMenu=3>>. Acesso em: 16 maio 2010.

<sup>2</sup> No *site* do SINAPROCIM. Disponível em: <[www.sinaprocim/aspectos\\_economicos.htm](http://www.sinaprocim/aspectos_economicos.htm)>. Acesso em: 28 mar. 2010.

o próprio agente financeiro o grande causador dessa escolha, pois sempre julga suas concorrências pelo menor preço, em detrimento da qualidade.

Conforme descreve Majela (1998), estas empresas não tinham dimensões, estrutura, capital, experiência anterior, nem interesse, que lhes possibilitassem investir em tecnologia, em pesquisa e em desenvolvimento de processos para promover a melhoria da qualidade e redução dos custos.

Heineck e Andrade (1994) afirmam que, as melhorias motivadas por novos processos construtivos, só poderão explorar todo o seu potencial, se houver uma reorganização administrativa, com treinamento e participação de todo pessoal envolvido. Nesse contexto, os fabricantes de blocos e a Caixa Econômica Federal, agente financiador, também deveriam se envolver, pois o sucesso de suas empresas e dos planos habitacionais do Governo está diretamente ligado à satisfação dos consumidores dessas habitações.

Entende-se que as novas tecnologias e os novos processos, quando assimilados, provocam mudanças nos diversos segmentos de serviços e produtos, tanto em seus aspectos sociais, econômicos, políticos, quanto filosóficos e culturais. Diante desse pressuposto, o desenvolvimento de determinadas tecnologias deve passar por um processo de assimilação e consolidação (CARVALHO, 2000).

Assim, o estabelecimento de um diagnóstico confiável acerca dos projetos, blocos de alvenaria estrutural e a qualidade da mão-de-obra disponibilizada na grande BH, ganham relevância considerável, e contribui para a redução ou até a eliminação de manifestações patológicas nas edificações construídas para a população de baixa renda pelos planos do governo federal com financiamento da Caixa Econômica Federal.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Realizar um levantamento das manifestações patológicas existentes nas edificações construídas em alvenaria estrutural, com recursos do Programa de Arrendamento Residencial (PAR), com financiamento através da Caixa Econômica Federal, na região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

### 1.3.2 Objetivos específicos

- a) selecionar uma amostra dos residenciais existentes na RMBH, dentre os construídos pelo PAR;
- b) detectar possíveis falhas nos projetos arquitetônicos e complementares, que possam causar manifestações patológicas nos residenciais, construídos com recursos do PAR, na RMBH;
- c) coletar dados fotográficos das manifestações patológicas existentes nas edificações construídas pelo programa PAR;
- d) entrevistar moradores dos residenciais, preenchendo o formulário conforme modelo do APÊNDICE A;
- e) fazer compilação dos dados para construir a análise das manifestações patológicas das edificações construídas em alvenaria estrutural em blocos de concreto e em blocos de cerâmica, pelo programa do PAR, na RMBH.

## 1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esta pesquisa está limitada ao estudo de uma amostra estatística, dentre o universo dos residenciais construídos em alvenaria estrutural na RMBH, através de financiamento do PAR da Caixa Econômica Federal.

Os dados relativos aos projetos foram coletados no período de novembro/2009 a junho/2010, no prédio da GIDUR, mediante autorização da Direção da CAIXA. Os dados das edificações foram coletados no período de janeiro até junho/2010, mediante autorização e acompanhamento de um representante das administradoras dos residenciais.

## 1.5 ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS

Este trabalho está dividido em 6 capítulos:

- 1) o primeiro capítulo consiste em uma introdução à dissertação, na qual são apresentadas as considerações iniciais, justificativas, objetivos geral e específicos, limitações da pesquisa e organização dos capítulos;

- 2) o segundo capítulo é uma revisão bibliográfica, na qual é apresentado um levantamento do déficit habitacional no país, definição do Programa de Arrendamento Residencial (PAR), alvenaria estrutural, um histórico da alvenaria estrutural no Brasil, utilização da alvenaria estrutural no Brasil, vantagens e desvantagens da construção de alvenaria estrutural, construtibilidade, manifestações patológicas na alvenaria estrutural, manifestações patológicas em fachadas, juntas de assentamentos, técnicas de encontro em paredes, juntas de controle, lajes e manifestações patológicas causadas por umidade;
- 3) o terceiro capítulo consta apresentação do método da pesquisa;
- 4) no quarto capítulo é realizado uma análise dos empreendimentos, com a pesquisa nos projetos arquitetônicos, estruturais e instalações e os dados obtidos na pesquisa de campo nos empreendimentos;
- 5) no quinto capítulo é realizado uma análise e discussão das manifestações patológicas encontradas nos empreendimentos;
- 6) no sexto capítulo é apresentada a conclusão;
- 7) no sétimo são apresentadas as referências e apêndices.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL

A rápida urbanização do século XX em conjunto com o lento processo de industrialização que agrupou somente uma pequena parcela dos trabalhadores urbanos, ocasionou problemas complexos e de difícil enfrentamento por parte do poder público, no que se refere ao setor habitacional. O fenômeno recente de “inchamento” das grandes metrópoles brasileiras gerou, entre outros problemas, uma severa escassez de moradias para a população urbana.

As estimativas são que na América do Sul as necessidades habitacionais representam aproximadamente 38 milhões de unidades. Destas, 45% são quantitativas, ou seja, dependem da produção de novas unidades, e o restante é qualitativa, ou seja, relacionadas à necessidade de melhoramentos das unidades. O Brasil é responsável pela maioria deste percentual que se aproxima de 20 milhões de pessoas que não dispõem de moradias adequadas, dos quais 70% se encontram em áreas urbanas. O *World Bank* estima que 22% da população brasileira se encontram abaixo da linha de pobreza, sendo que toda a sua renda, ou a maioria dela, destinada à alimentação e que a maioria das novas famílias entrantes no mercado habitacional não tem renda suficiente para ter acesso a financiamentos habitacionais a juros de mercado. (MEDEIROS, 2007, p. 1).

De acordo com estudos do Ministério das Cidades (BRASIL, 2009), o contexto atual do *déficit* habitacional brasileiro tem como principais causadores a carência de unidades habitacionais para suprir a demanda e a dificuldade de acesso à moradia pela carência de renda, falta de crédito, falta de financiamentos adequados e falta de incentivos direcionados à população de baixa renda.

A questão habitacional tem grande importância social e política na maioria das sociedades, de acordo com Medeiros (2007). Ela é um fator importante na criação de estabilidade, saúde pública, justiça social e estímulo ao crescimento econômico. Por estas razões, o governo intervéem nos mercados habitacionais mediante políticas de incentivos, como

o Programa de Arrendamento Residencial (PAR) da CAIXA, com o objetivo de estimular a construção de moradias para facilitar o acesso a estas por grupos diversos da população, sobretudo, de baixa renda.

Segundo o estudo “Déficit Habitacional do Brasil 2007” elaborado pela Fundação João Pinheiro, para a Secretaria Nacional de Habitação (BRASIL, 2009), a opção habitacional para a maioria da população pobre, formada por um considerável contingente de desempregados e de trabalhadores eventuais, têm sido os cortiços, favelas e bairros clandestinos, localizados principalmente nas metrópoles e grandes cidades. Assim, a autoconstrução torna-se a solução possível para amplas camadas populares resolverem seus problemas habitacionais. Em função de recursos limitados e de tempo disponível, essas construções prolongam-se por um largo período de tempo e se caracterizam pelo tamanho reduzido, baixa qualidade dos materiais empregados, acabamento precário e tendência à deterioração precoce.

O problema do *déficit* habitacional no Brasil está inserido em uma complexa realidade, onde se devem levar em consideração as necessidades habitacionais existentes em determinada comunidade.

Nesse sentido, para se compreender o problema da habitação no país também é necessário definir os conceitos de *déficit habitacional* e *inadequação de domicílios*. Segundo o estudo “Déficit Habitacional do Brasil 2007”, déficit habitacional:

Está ligado diretamente às deficiências do estoque de moradias. Engloba aquelas sem condições de serem habitadas devido à precariedade das construções ou em virtude de desgaste da estrutura física. Elas devem ser repostas. Inclui ainda a necessidade de incremento do estoque, devido à coabitação familiar forçada (famílias que pretendem constituir um domicílio unifamiliar), aos moradores de baixa renda sem condições de suportar o pagamento de aluguel e aos que vivem em casas e apartamentos alugados com grande densidade de pessoas. Inclui-se ainda nessa rubrica a moradia em imóveis e locais com fins não residenciais (BRASIL, 2009, p. 16).

O conceito de inadequação de domicílios reflete problemas na qualidade de vida dos moradores:

Como inadequados são classificados os domicílios com carência de infra-estrutura, com adensamento

excessivo de moradores, com problemas de natureza fundiária, cobertura inadequada, sem unidade sanitária domiciliar exclusiva ou em alto grau de depreciação. São considerados domicílios carentes de infra-estrutura todos os que não dispõem de ao menos um dos seguintes serviços básicos: iluminação elétrica, rede geral de abastecimento de água com canalização interna, rede geral de esgotamento sanitário ou fossa séptica e coleta de lixo (BRASIL, 2007, p. 19).

Segundo Cardoso (2007), a experiência ao longo dos anos demonstra que, apesar dos incentivos diretos e indiretos, nos países subdesenvolvidos as casas ditas populares são ainda muito onerosas para a maioria da população de baixa renda.

## **2.2 PROGRAMA DE ARRENDAMENTO RESIDENCIAL (PAR)<sup>3</sup>**

De acordo com a CAIXA (2010), o Programa de Arrendamento Residencial (PAR) é um programa do Ministério das Cidades operacionalizado pela CAIXA e financiado pelo Fundo de Arrendamento Residencial (FAR). O PAR tem como objetivo reduzir o déficit habitacional em municípios com mais de 100.000 habitantes, viabilizando imóveis residenciais para famílias com renda de até R\$ 1.800,00.

Segundo a CAIXA (2010), o banco entra em contato com os governos estaduais e municipais avisando-os sobre quais municípios estão incluídos no âmbito de atuação do PAR. Caso haja interesse, firma-se um convênio entre a prefeitura e a CAIXA. Emite-se, então, um comunicado oficial convocando construtoras a apresentarem seus projetos para o PAR. Com a aquisição do terreno e a contratação da construtora, iniciam-se as obras. Assim que os imóveis ficam prontos, inicia-se a seleção das famílias a serem beneficiadas pelo arrendamento.

Cabe à prefeitura indicar os candidatos ao arrendamento, mas é a CAIXA quem os seleciona e também escolhe uma empresa administradora para cuidar dos contratos com os arrendatários.

---

<sup>3</sup> Disponível em:

<<https://webp.caixa.gov.br/urbanizacao/publicacao/texto/programa/par.htm>>. Acesso em: 28 jan. 2010.

As famílias interessadas procuram a Secretaria de Habitação Municipal para se candidatar. A secretaria faz uma pré-seleção e indica as famílias à CAIXA. Aquelas que forem selecionadas definitivamente começam a morar nas unidades habitacionais pagando uma taxa mensal inferior ao aluguel cobrado na região. Ao final de 15 anos, elas têm a opção de comprar os imóveis.

Área de atuação do PAR são capitais estaduais, suas regiões metropolitanas e municípios com população urbana acima de 100 mil habitantes, conforme Censo Demográfico 2000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

### 2.2.1 Características dos empreendimentos

Os projetos contratados devem estar inseridos na malha urbana, em local dotado de infra-estrutura básica, como água, energia elétrica, vias de acessos, soluções de esgotamento sanitário e de serviços públicos essenciais como transporte e coleta de lixo.

O valor contratado para a produção do empreendimento corresponde ao somatório dos custos diretos e indiretos necessários à execução das obras e serviços, sendo composto, exclusivamente, pelo valor do terreno, obras de edificação, BDI, elaboração de projetos, infra-estrutura interna, despesas de legalização e Seguro Garantia Término de Obra (SGTO).

O número de unidades ideal por projeto é limitado a 160 e o número máximo de unidades em um raio de 2 km, está limitado a 500.

A área útil mínima das unidades é de 37 m<sup>2</sup>, exceto nos projetos de recuperação de empreendimentos, que são analisados individualmente.

A tipologia mínima das unidades é de 02 quartos, sala, cozinha e banheiro, com exceção de prédios a serem recuperados/restaurados.

As unidades habitacionais devem apresentar o seguinte padrão mínimo:

- a) piso cerâmico ou ardósia;
- b) azulejo nas paredes molhadas de box, pia, lavatório e tanque;
- c) vãos de porta com folha em todos os cômodos;
- d) revestimento e pintura internos e externos, compatíveis com o padrão da unidade;
- e) nas unidades horizontais usar telha cerâmica, laje de teto nos banheiros e forro nos demais cômodos;
- f) calçada em todo o perímetro da edificação.

O prazo de execução das obras é limitado a, no máximo, 15 meses, contados da data da assinatura do contrato.

Na área de influência do projeto, não poderá existir empreendimento considerado problema ou com dificuldade de comercialização, não concluído, com prazo de carência vencido, paralisado ou que não disponha da infra-estrutura mínima, que lhe dê condições de habitabilidade.

O empreendimento não poderá ser construído em área que gerar concorrência com outros empreendimentos financiados pela CAIXA.

### **2.3 ALVENARIA ESTRUTURAL**

A alvenaria é um sistema construtivo que utiliza peças industrializadas de dimensões e peso que as fazem manuseáveis, ligadas por argamassa, tornando o conjunto monolítico (KALIL, s/a).

De acordo com Moliterno (1995, p. 2), “[...] alvenaria é o conjunto de materiais pétreos, naturais ou artificiais, juntados entre si por meio de argamassa.” Ou seja, as alvenarias são elementos que dispensam o uso de armações de aço ou madeira, sendo executadas apenas com materiais pétreos e argamassa.

As alvenarias são utilizadas desde as primeiras moradias do homem, fazem parte de sua cultura de construção e ainda hoje o seu conhecimento técnico se faz necessário, uma vez que a construção de habitações é uma atividade inserida na sociedade. No Brasil, a evolução natural dos materiais de construção fez com que o tradicional tijolo cerâmico maciço passasse a ser substituído, na execução das alvenarias, por blocos cerâmicos de vedação, blocos cerâmicos estruturais, blocos de concreto de vedação, blocos de concreto estruturais e, mais atualmente, blocos de concreto celular autoclavado ou blocos sílico-calcários (MASSETTO; SABBATINI, 1998).

As alvenarias eram inicialmente pesadas, de grande espessura e rígidas, mas foram evoluindo, ganhando novos materiais, elementos vazados e de menor peso, menores custos, mas que continuam a atender aos aspectos de resistência, vedação às intempéries e acústica.

A alvenaria estrutural surgiu como um novo método construtivo, executada com um bloco, esse elemento tem a função de vedação aliado a capacidade de suportar e transmitir as cargas da edificação para a fundação, eliminando assim, o uso de elementos estruturais, como vigas e pilares, o que torna as obras mais econômicas e organizadas.

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), o principal conceito estrutural atribuído à alvenaria estrutural é a capacidade de transmitir ações através de tensões de compressão. Continua o autor, é evidente que se pode admitir a presença de tensões de tração em determinadas peças, mas essas tensões devem se restringir a pontos específicos da estrutura.

Existe um conjunto completo de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) voltadas à qualidade dos materiais e ao sistema construtivo alvenaria estrutural com blocos de concreto e de cerâmica. As principais são:

- a) NBR 6136/94 – Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural;
- b) NBR 7184/92 – Determinação da resistência à compressão;
- c) NBR 12117/92 – Retração por secagem;
- d) NBR 12118/92 – Determinação da absorção de água, do teor de umidade e da área líquida;
- e) NBR 10837:89 – Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto;
- f) NBR 8798/85 – Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto;
- g) NBR 8215/83 – Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural / Preparo e ensaio à compressão;
- h) A NBR 8798 /85, norma brasileira para execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, conceitua alguns tópicos importantes, a saber:
  - 1) parede: elemento laminar vertical apoiado de modo contínuo em toda a sua base, com comprimento maior que 1/5 de sua altura;
  - 2) parede portante: parede dimensionada para suportar cargas verticais além de seu peso próprio;
  - 3) parede não portante: parede que não suporta cargas verticais além de seu peso próprio;
  - 4) estrutura de alvenaria armada: alvenaria que possui armaduras solidárias aos elementos para resistir a esforços calculados;
  - 5) estrutura de alvenaria não armada: alvenaria que só possui armaduras com finalidade construtiva ou de amarração, sem absorver esforços calculados.

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), com a comprovação de ser um sistema bastante eficiente, onde se eliminam etapas da obra, referentes a pilares e vigas, conseguem-se um canteiro mais limpo, tem-se o tempo de construção reduzido e uma significativa redução de cus-

tos, atendendo-se aos padrões de resistência desejados, que vem a motivar sua escolha por diversas construtoras.

Nesse sentido, os tópicos a seguir tratam sobre a alvenaria estrutural, seu histórico, vantagens e desvantagens, sua utilização recente no país e principalmente em habitações para a população de baixa renda.

## **2.4 HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL**

A alvenaria é um dos mais antigos sistemas construtivos adotados pelo homem, tendo as suas origens na pré-história. Com a utilização de blocos de diversos materiais, como argila, pedra, mármore e outros, foram produzidas obras que desafiaram o tempo, atravessando séculos ou mesmo milênios e chegando até nossos dias como verdadeiros monumentos de grande importância histórica. Podem ser citados como grandes exemplos de utilização da alvenaria desde o surgimento da humanidade as Pirâmides de Gizé, o Farol de Alexandria, o Coliseu, a Catedral de Reims, a Muralha da China, entre outros. É importante salientar que estas obras históricas foram concebidas através de métodos empíricos, não utilizando nenhum procedimento formalizado de dimensionamento. Apesar disso, estes monumentos impressionam pelas suas dimensões, vãos, arquitetura e capacidade de conservação ao longo do tempo.

De acordo com Ramalho e Córrea (2003), a alvenaria estrutural como é conhecida atualmente foi utilizada pela primeira vez em Chicago, Estados Unidos, em 1889. O Edifício *Monadnock*, possui 16 pavimentos e 65 m de altura, tem paredes de 1,80 m de espessura na base e também foi dimensionado através de métodos empíricos. Ramalho e Corrêa (2003) afirmam ainda que, se fosse dimensionado pelos procedimentos atuais e com os mesmos materiais, essa espessura seria inferior a 30 cm.

Até o final do século XIX a alvenaria predominou como material estrutural. No entanto, com o surgimento das estruturas de concreto armado e de aço no início do século XX, respaldados por teorias racionais de cálculo e dimensionamento, a utilização da alvenaria como estrutura foi relegada a um segundo plano. Apesar da criação e patente do bloco de concreto datar de 1850, somente no ano de 1950, na Basileia, Suíça, foi arquitetada pela primeira vez uma edificação de alvenaria estrutural não-armada utilizando procedimentos de dimensionamento mais próximos aos atuais. Construído por Paul Haller, o edifício possui 13 pavimentos e 42 m de altura. Neste período surgiram vários códigos de obra e normas na

Europa e na América do Norte, gerando um grande crescimento da utilização deste sistema (RAMALHO E CORRÊA, 2003).

Segundo Ramalho e Corrêa (2003) o mais alto edifício em alvenaria estrutural da atualidade é o Hotel *Excalibur*, em *Las Vegas*, Estados Unidos. Construído com o objetivo de imitar um castelo, o hotel é composto por quatro torres principais com 28 pavimentos cada. As paredes foram executadas em alvenaria armada de blocos de concreto e a resistência do bloco à compressão especificada na base foi de 28 MPa.

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), os primeiros edifícios construídos com o uso da alvenaria estrutural de blocos vazados, no Brasil, foi em São Paulo em 1966, o “Central Parque da Lapa” e tinham apenas quatro pavimentos. Em 1972, neste mesmo conjunto, foram executados edifícios de doze pavimentos.

De acordo com Prudêncio Jr. *et al.* (2002), no período entre 1964 e 1976 foram construídos mais de dois milhões de unidades habitacionais em alvenaria estrutural no Brasil. No entanto, a falta de pesquisas técnicas e a má utilização do sistema geraram resultados insatisfatórios em relação à qualidade e à durabilidade do produto, desencorajando a utilização da alvenaria estrutural nos anos que se seguiram.

As manifestações das patologias das obras verificadas na época foram erroneamente atribuídas a problemas intrínsecos ao sistema, prejudicando intensamente a sua Figura e fazendo com que grande parte das construtoras buscasse outros sistemas construtivos mais difundidos e consolidados no mercado. Nesta fase ocorreu o atrofiamiento da alvenaria estrutural no país. (PRUDÊNCIO JR. *et al.*, 2002, p. 11).

## **2.5 UTILIZAÇÃO RECENTE DA ALVENARIA ESTRUTURAL NO BRASIL**

Ramalho e Corrêa (2003) afirma que atualmente no Brasil o sistema construtivo em alvenaria tem experimentado um grande impulso. Devido à estabilização da economia, a concorrência tem feito com que um número crescente de empresas passe a se preocupar mais com os custos, acelerando as pesquisas e a utilização de novos materiais. Com a solução gradativa das patologias surgidas nas edificações construídas antes dos anos 80, a alvenaria estrutural se restabeleceu no mercado como um sistema competitivo.

Com a criação do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) e do selo de qualidade outorgado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), que qualifica e certificam os produtores de blocos estruturais de concreto, as incertezas quanto à segurança estrutural dos blocos foram drasticamente reduzidas, contribuindo para a consolidação do sistema no Brasil.

## 2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Atualmente, a evolução tecnológica e mercadológica pelo qual tem passado a indústria da construção civil gerou um acréscimo das possibilidades construtivas a serem adotadas, tornando cada vez mais complexo o processo de decisão para agentes promotores, projetistas e contratantes de obras.

Segundo Jobim *et al.* (2005), “[...] vários fatores de múltiplas naturezas interferem na análise para a tomada de decisão quanto à escolha de sistemas construtivos, subsistemas, materiais e componentes que envolvem a produção de uma edificação”. Neste contexto surge o processo de seleção tecnológica, sendo caracterizado, segundo os autores, como “[...] parte do processo de produção de edificações, caracterizada como um processo decisório pontual e bem definido que se faz presente em qualquer processo de projeto de produto industrial”. (JOBIM *et al.*, 2005).

Como qualquer outro sistema construtivo, a alvenaria estrutural possui aspectos técnicos e econômicos bastante específicos, o que torna indispensável à análise de critérios de seleção tecnológica perante a possibilidade de utilização deste sistema em um empreendimento, contemplando a discussão sobre os aspectos positivos e negativos de sua utilização.

Dentre as vantagens podem-se destacar:

- a) **redução no desperdício de materiais e mão-de-obra:** por ser parte integrante da estrutura, o bloco de concreto tem maior resistência e durabilidade, o que gera um menor índice de quebras durante a fase de execução das paredes em relação ao tijolo furado e ao maciço. Outra vantagem se deve ao fato de não ser permitido o rasgamento de paredes para a passagem de tubulação elétrica e hidráulica, colaborando para um menor índice de geração de entulhos e maior aproveitamento da mão-de-obra;

- b) **economia de fôrmas:** por dispensar a necessidade de pilares e vigas na edificação, a alvenaria estrutural gera economia de fôrmas e da mão-de-obra que seria utilizada na execução destes elementos;
- c) **redução significativa na utilização de argamassa nos revestimentos:** devido à porosidade do bloco de concreto, é possível assentar o azulejo diretamente sobre a superfície da parede, sem a necessidade da execução de chapisco para fornecer aderência. Da mesma forma, o revestimento das paredes das áreas secas pode ser executado com a aplicação de gesso diretamente sobre a superfície do bloco, economizando argamassa e mão-de-obra. Outra solução de cunho estético é a pintura com texturas aplicada diretamente sobre a superfície do bloco, usualmente utilizada em habitações de baixo custo;
- d) **redução no número de especialidades na obra:** ao dispensar a execução de pilares e vigas, tornam-se desnecessária a presença de profissionais como carpinteiros no canteiro de obras. Da mesma forma, ao simplificar o projeto hidráulico passando a tubulação pelo interior das paredes, aproveitando os furos do bloco, a necessidade da presença constante do encanador na execução da edificação fica drasticamente reduzida;
- e) **simultaneidade das etapas da construção:** a construção em alvenaria estrutural permite que diversas etapas da obra aconteçam simultaneamente. São comuns os casos em que a fase de revestimento da edificação é iniciada antes de serem concluídas as elevações das paredes nos últimos pavimentos.

Dentre as desvantagens, destacam-se:

- a) **dificuldade de adaptação da arquitetura para um novo uso:** por possuir função estrutural, as paredes da edificação não podem ser removidas, ocasionando um baixo grau de adaptabilidade para as edificações e dificultando a sua utilização para um novo uso (por exemplo, no caso de um prédio residencial passar a ser utilizado por escritórios, etc.). É importante salientar que, atualmente, os prédios em alvenaria estrutural têm sido concebidos com o propósito de ter apenas as paredes necessárias com função estrutural, fornecendo ao cliente opções variadas de *layout* para sua escolha;
- b) **impossibilidade de execução com mão-de-obra não qualificada:** devido ao elevado grau de precisão exigido na execução da alvenaria com função estrutural, a equipe que executará as elevações deve possuir treinamento e qualificação, o que de-

manda tempo e recursos financeiros. No entanto, por não permitir improvisações no canteiro de obras, este sistema limita a função do pedreiro como mero executor, não cabendo a este tomar decisões que possam alterar o projeto;

- c) **limitações de projeto arquitetônico:** Como as paredes possuem função estrutural, é necessária a utilização de vãos relativamente pequenos no projeto arquitetônico (entre 5 e 6 m). Igualmente, não são comuns prédios em alvenaria estrutural com formas arredondadas e sacadas com balanços muito amplos.

## 2.7 CONSTRUTIBILIDADE

Deve-se definir o conceito de construtibilidade para que se possa entender sua finalidade. O significado morfológico, descrito por Sabbatini (1989): “[...] construtibilidade é a habilidade (de algo) em ser construtível” ou “a qualidade do que é capaz de ser construído”.

Construtibilidade é o uso otimizado da experiência e do conhecimento, sobre planejamento, projeto, contratação e operação em campo para alcançar os objetivos gerais do empreendimento ainda na fase de projeto (GRIFFITH *et al.*, 1995; ELDIN, 1999).

Pode-se, ainda, utilizar a construção elaborada por Oliveira (1994): “como resultado de um projeto que leve em conta a construtibilidade espera-se obter um edifício de construção mais rápida, mais fácil e mais barata.”

São várias as conceituações de construtibilidade. Segundo o *Construction Industry Research and Information Association (CIRIA)*<sup>4</sup>, construtibilidade “[...] é o campo de ações a partir do qual, a concepção do edifício simplifica e facilita as atividades de execução, sujeitando-se a todos os requisitos do edifício acabado”.

A construtibilidade é a habilidade das condições de projeto para permitir a utilização ótima dos recursos da construção. Ou seja, é a integração do conhecimento com a experiência construtiva durante as fases de concepção, planejamento, projeto e execução da obra com objetivo de simplificar as operações construtivas. Para Castillo (1997), esta teoria é um mecanismo para melhorar a gestão da construção tanto na administração geral e produtividade, como nos processos construtivos e na tecnologia de projeto.

---

<sup>4</sup> Órgão sediado na Inglaterra.

A construtibilidade, por meio da simplificação e detalhamento dos projetos estruturais e também por intermédio do seqüenciamento das atividades, contribui para o fluxo contínuo da alvenaria estrutural (ROMAN *et al.*, 2000).

A construtibilidade é permitida quando há uma maior comunicação entre projeto/obra; desenvolvimento de seqüências construtivas; padronização dos materiais; acessibilidade aos locais de trabalho; liberação das montagens em qualquer seqüência executiva; eliminação de barreiras e sobreposições de elementos construtivos; respeito a nível, prumo e esquadro; uso de materiais convencionais. O uso de materiais locais, requerendo mão-de-obra facilmente encontrada, são paradigmas ou requisitos desta teoria (ROMAN *et al.*, 2000).

Conforme Oliveira (1994), dos fatores citados anteriormente, pode-se destacar:

- a) simplificação do projeto: pela utilização de um número mínimo de componentes, elementos ou peças; concentração do trabalho em um só tipo de material ou profissão; utilização de materiais facilmente disponíveis no mercado, com tamanhos e especificações usuais; incorporação de vários componentes ou funções em um só elemento construtivo; uso de componentes que cubram grandes áreas, volumes ou metragens lineares; respeito a prumo, nível e esquadro (evitar ângulos, inclinações e superfícies curvas); uso de materiais fáceis de serem instalados, não dependentes de mão-de-obra especializada e com poucos cuidados em relação à armazenagem e transporte; atenção e detalhamento de juntas e interfaces entre componentes;
- b) padronização e repetição de projetos: de componentes, de detalhes de execução, de dimensões; flexibilidade ligada à tipificação, padronização, coordenação dimensional e modular;
- c) seqüência de execução e interdependência entre atividades: por meio da segmentação do projeto em pacotes construtivos; seqüências que minimizam congestionamentos no transporte e armazenagem temporária de materiais; eliminação de atividades desnecessárias, combinação de operações ou elementos, mudança na seqüência e simplificação nos trabalhos necessários; redução de precedências; possibilidade de qualquer ordem de execução; definição de seqüência que levem em conta os diversos equipamentos usados na obra (elevadores, andaimes, guinchos) e sua utilização nos diversos serviços;
- d) comunicação projetos/obra: organização dos projetos e detalhes construtivos em locais acessíveis e com referências claras

para uso; utilização de desenhos em papel A4, que podem ser utilizados pelos operários no local de trabalho e facilmente consultados a qualquer momento; comunicação rápida aos projetistas de alterações realizadas durante a execução da obra e de projetistas a obra sobre mudanças realizadas nos projetos; revisão detalhada das especificações e detalhes, antes do início de cada serviço, realizada por todos os envolvidos no processo (cliente, projetista, construtor).

Observa-se que a construtibilidade pode ser considerada uma teoria de ligação do projeto com a produção, como pode ser exemplificado pelo processo construtivo em alvenaria estrutural.

Segundo Roman *et al.* (2000), os projetos da indústria da construção civil são únicos e de aplicação particular. Desta forma, a execução do produto encontra-se limitada pelas condições do local de implantação. Mesmo assim, não se deve deixar de adotar os mesmos procedimentos gerenciais, que garantem a competitividade dos produtos industriais numa economia globalizada. Tendo em vista que um dos elementos essenciais para o aumento de competitividade é o planejamento da produção.

Roman (1996) afirma que no projeto em alvenaria estrutural as paredes estruturais devem apresentar as seguintes funções: resistir às cargas verticais e de vento, aos impactos e cargas de ocupação, apresentar isolamento acústico e térmico, ser estanque à água da chuva e apresentar bom desempenho contra a ação do fogo.

O processo tem que estar aliado ao uso de novas ferramentas, projetos discriminando os serviços, planejamento de obra, logística de canteiro e necessidade de mão-de-obra qualificada (ROMAN *et al.*, 2000).

Segundo Roman *et al.* (1999), o projeto executivo deve conter também recomendações sobre os procedimentos a serem seguidos na obra para que a alvenaria tenha o desempenho e a resistência estabelecidos pelo projetista.

Soilbelman (1993) atesta que o mau gerenciamento de materiais, além de causar elevado índice de desperdício, também reduz a produtividade da mão-de-obra.

## 2.8 MANIFESTAÇÕES PATOLOGIAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL

De acordo Verçoza (1991, p. 7):

Patologia, de acordo com os dicionários, é a parte da Medicina que estuda as doenças. Também as edificações podem apresentar defeitos comparáveis a doenças: rachaduras, manchas, descolamentos, deformações, rupturas. Por isso convencionou-se chamar de Patologia das Edificações ao estudo sistemático desses defeitos.

Desde o último século, vem se usando comumente o termo patologia das construções, em analogia com as enfermidades da medicina. A patologia restringe aos estudos dos danos, fazendo um estudo sistemático dos acidentes e suas causas e origens.

Diversos livros, artigos, e outras publicações; congressos, simpósios e eventos de todos os tipos desenvolveram-se a partir do aprofundamento do estudo das Patologias das Edificações.

Entre estes eventos está o *Congreso Latino Americano de Patologia de La Construcción (CONPAT)* realizado pela primeira vez em 1991, na Argentina, constituindo-se importante ponto de convergência do conhecimento sobre as manifestações Patologias das Edificações na América Latina.

Em verdade, conforme destacado por Addleson (1982), defeitos em edificações não são desconhecidos na história da construção, posto que ocorrem desde seus primórdios, o que preocupa é seu crescimento em quantidade, variedade e frequência.

Conforme Verçoza (1991), as características construtivas modernas favorecem muito o aparecimento de patologias nas edificações. Hoje, sempre se está à procura de construções que sejam realizadas com o máximo de economia, reduzindo assim o excesso de segurança, em função do conhecimento mais aperfeiçoado e aprofundado dos materiais e métodos construtivos. Com o conhecimento preciso de que até que ponto pode se confiar e utilizar um material tem-se a redução do seu consumo. Mas, com isso, o mínimo erro pode gerar diversas patologias.

Klein (1999) ainda cita a má qualidade da mão-de-obra como favorecimento do surgimento de patologias. Segundo este autor, a vida útil de uma construção irá depender e ser relacionada, assim como o ser humano, aos cuidados que forem tomados na fase de projeto, execução e

na sua manutenção. A obra está submetida à ação de diversos agentes agressivos como calor, umidade, ação de ventos, sobrecargas, que irão, com o passar do tempo, produzir sua fadiga e aparecimento de problemas em seus elementos construtivos.

O estudo das Patologias das Edificações, ou Patologias das Construções, insere-se neste cenário, identificando manifestações patológicas, diagnosticando suas origens, indicando soluções e apontando para possíveis formas de prevenção, em um processo de evolução e disseminação de conhecimentos.

O CIB (*CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT*, 1975) e as normas ISO, como a ISO/DIS 7164 (*INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION*, 1985), estabeleceram o conceito de desempenho das edificações, que pode ser descrito como um conjunto de requisitos mínimos que devem ser atendidos para a satisfação de seus usuários, tais como: segurança estrutural, ao fogo e à utilização; estanqueidade; conforto higrotérmico, atmosférico, visual, acústico, tátil e antropodinâmico; higiene; adequação; durabilidade e economia. O declínio gradual no desempenho ao longo do tempo, gerado pelo desgaste da edificação, é típico de muitos materiais e provocado por agentes naturais tais como fatores atmosféricos, biológicos, químicos, fatores de utilização, ação contínua de cargas e, ainda, imprevistos como incêndios, sobrecargas e recalques de terreno (FIGUEIREDO, 1989).

No entanto, outros agentes da perda de desempenho das edificações foram introduzidos, tornando-se origens para o desenvolvimento de defeitos e manifestações patológicas nas construções (ADDLESON, 1982; DAL MOLIN, 1988; DUARTE, 1998; FIGUEIREDO, 1989):

- a) a busca por novos métodos construtivos e materiais inovadores, muitas vezes não testados suficientemente, em substituição aos sistemas tradicionais de construção;
- b) a partir da evolução da tecnologia dos materiais, gerou conhecimento que permitiu o uso de materiais em seu último limite de utilização, as estruturas ficaram cada vez mais leve, esbeltas, deformáveis e com menor grau de rigidez;
- c) as deficiências dos processos de projeto, planejamento e controle na indústria da construção civil;
- d) a intensa pressão econômica, social e política sofrida pela indústria da construção, de modo a produzir sem os recursos adequados e em velocidades cada vez maiores;
- e) a baixa qualificação da mão-de-obra disponível.

Eldridge (1982) afirma que a grande variedade de razões para os defeitos nas construções não é surpreendente, a julgar pela quantidade de

materiais e técnicas envolvidas em uma construção, a diversidade de condições que caracteriza os espaços construtivos, a multiplicidade de usos das edificações e os erros de projeto ou execução. Ainda complementa, listando as causas fundamentais para os defeitos construtivos, tais como: projeto inadequado, execução em desacordo com o projeto ou descuidada, aplicação de cargas superiores às admissíveis pela construção e seus componentes, interação dos materiais e seus efeitos, uso da edificação, efeitos causados por agentes biológicos e variações térmicas.

Ransom (1987) destaca a ação do clima como grande causador e agente determinante do desempenho e durabilidade dos componentes das construções e, por conseqüência, de suas manifestações patológicas. Dentre os agentes climáticos, cita a radiação solar e outros tipos de radiação, a chuva e a umidade, o congelamento e a neve, o ar e seus gases constituintes, as contaminações sólidas e líquidas; e, entre outros tipos de agentes, cita ainda os biológicos, a contaminação do solo, a manufatura de produtos e a justaposição de elementos construtivos.

De modo geral, a classificação das manifestações patológicas pode ser apresentada de diferentes formas, de acordo com diferentes princípios e pontos de vista, podendo-se encontrar classificações segundo (DUARTE, 1998; ELDRIDGE, 1982; RANSOM, 1987; THOMAZ, 1989):

- a) os sintomas: manchas de umidade, trincas, degradação superficial, corrosão, descolamentos, eflorescências, deformações e desagregação;
- b) as causas: manifestações patológicas causadas pela presença de umidade, por sobrecargas, por deformações, por variações térmicas e por retração;
- c) os elementos construtivos atingidos: manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, em paredes, em revestimentos, em fundações, em portas e janelas;
- d) as tensões envolvidas: manifestações patológicas por flexão, por tração, por compressão, por torção, por flexocompressão;
- e) as fases correspondentes do processo construtivo: manifestações patológicas originadas na fase de planejamento, projeto, execução, uso e manutenção.

Veas (2003) e Thomaz (1989) citam pesquisa realizada na Bélgica, em 1979, pelo *Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC)*, em que foram estudados 1.800 problemas patológicos, identificando sintomas de umidade, fissuras, degradação superficiais, mudanças de aspecto, descolamentos, movimentações térmicas e higroscópicas,

deformação, corrosão, problemas acústicos, problemas de estabilidade e recalques de fundações.

Ioshimoto (1988) apresentou um levantamento de incidência de manifestações patológicas em 36 conjuntos habitacionais do Estado de São Paulo, obtendo percentuais de incidência que variavam de 37% a 86% para umidade, 12% a 35% para fissuras e 0% a 29% para descolamentos de revestimentos. Estas variações foram verificadas em função dos tipos de edificação (casas térreas ou edifícios residenciais) e de sua idade.

Gomes (1997) realizou um levantamento de manifestações patológicas em fachadas de edifícios na orla de Maceió, estado de Alagoas, verificando que, em 34% das edificações, o principal sintoma observado eram as fissuras, tendo ainda a incidência de 28% de manchas, 17% de descolamentos, 4% de outras manifestações e 17% de prédios que não apresentavam manifestações patológicas.

Com efeito, Duarte (1998, p. 9) enfatiza que:

[...] as manifestações patológicas que mais preocupação causa, aos leigos, são as fissuras. A ocorrência de fissuras tem se tornado um incômodo que provoca crescente preocupação na construção civil, aonde o nível de exigência dos usuários vem aumentando em função da própria mudança de mentalidade com a criação de novos paradigmas, tais como a qualidade e a satisfação dos clientes.

Segundo Thomaz (1989), a presença das fissuras é particularmente importante, pois indica potenciais problemas estruturais, compromete o desempenho da edificação e causa constrangimento psicológico aos usuários.

Identifica-se, com isto, a importância do conhecimento das manifestações patológicas das construções, através do aprofundamento de seu estudo, dos sintomas, causas, terapias e prevenção; e, ainda, que levantamentos de casos e incidências são parte importante neste processo de estudo, com a identificação das manifestações patológicas e o diagnóstico de suas causas.

## 2.9 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS FACHADAS

Muitos fatores são preponderantes para a ocorrência de manifestações patológicas na fachada, sejam elas causadas pelo projeto, por problemas de mão de obra, de estrutura ou de seus elementos. É consenso que a maior parte das causas seja ocasionada por um pouco de cada fato, o que gera dificuldades no momento de localizar o problema e sua possível solução.

De acordo com Consoli (2006, p. 95):

Os problemas patológicos nos revestimentos verticais de edifícios são resultados de uma série de fatores que podem agir isoladamente ou combinados, uma vez que há constantemente diversos agentes de degradação, diferentes técnicas de execução e materiais. Em relação às técnicas de execução e materiais, há a necessidade de se considerar a inserção constante de novas técnicas e materiais que podem colaborar no surgimento de patologias quando não resolvidos ou avaliados adequadamente antes da aplicação.

Segundo Thomas e Helene (2000), o contato direto da alvenaria das fachadas com a água da chuva, pode causar a penetração da umidade e o desenvolvimento de fissuras e desagregações. Esse contato pode ser evitado com o uso de beirais, pingadeiras, juntas “frisadas”.

Thomas e Helene (2000) ainda completam, citando outro cuidado que deve ser tomado nas fachadas é quanto a cor utilizada na pintura, pois cores escuras causam maior absorção de calor e maiores movimentações térmicas das paredes, que podem resultar em fissuras ou descolamentos. Quando existem faixas escuras mescladas com faixas claras esse efeito pode ser de maior potencialidade.

Em alvenaria aparente, alguns cuidados especiais podem evitar o aparecimento de eflorescências. Ioppi e Arruda(1994), Eflorescência se caracteriza por manchas esbranquiçadas causadas pela presença de sais solúveis existentes nos materiais componentes da alvenaria, na água de amassamento, no solo e no ar, que são levados a superfície pela pressão hidrostática da água que percola através do material e são deixados na superfície após a evaporação. Esses cuidados são: selecionar os componentes de alvenaria isentos ou com baixos teores de sais solúveis, não usar cal na argamassa de assentamento e aplicar verniz ou outro produto

hidrofugante, produto hidrofugante é aquele com poder de repelir a água (THOMAS E HELENE, 2000).

## **2.10 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DAS JUNTAS DE ASSENTAMENTO**

As juntas de assentamentos são os elementos responsáveis, por distribuir uniformemente as tensões geradas por cargas verticais, deformações estruturais e movimentações higrotérmicas, geradas por umidade e temperatura. De acordo com Thomas e Helene (2000), as juntas apuradas devem ser evitadas ao máximo, porque com seu uso a parede não trabalha como um bloco único, mas como sucessivos “pilaretes”.

Thomas e Helene (2000) ainda afirmam que, em paredes aparentes externas, o recomendado é o uso de juntas “frisadas”, onde são criadas depressões que favorecem no descolamento da lamina d’água e geram melhor compactação da argamassa melhorando a impermeabilidade das juntas.

Em alvenaria estrutural não devem ser usadas as “juntas secas”, já que a ausência de argamassa nas juntas verticais causa menor resistência ao cisalhamento da alvenaria, à resistência ao fogo, ao desempenho termoacústico, à resistência a cargas laterais e à capacidade de redistribuição das tensões conforme Thomas e Helene (2000).

## **2.11 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS ENCONTROS DE PAREDES**

Segundo Manzione (2004) nos encontros entre paredes, recomenda-se que sempre seja usada junta em amarração, com emprego de blocos especiais. Quando se opta pelo uso de juntas apuradas, alguns cuidados devem ser tomados: apoios com maior rigidez, disposição de ferros ou telas metálicas, nas juntas de assentamento, embutimento de tela no revestimento e cuidados na compactação da argamassa das juntas horizontais e verticais segundo Thomas e Helene (2000).

Nos casos em que os apoios possuem pequenas deformabilidades, no encontro entre paredes internas, onde não ocorrem grandes variações de temperatura, podem-se usar apenas ganchos ou ferros nas juntas de assentamento, e/ou embutir tela de estuque na argamassa de assentamen-

to, sendo suficientes para evitar o destacamento. Nos encontros de paredes externas com juntas a prumos, onde ocorre grande variação térmica, é recomendado o uso de ferros de amarração, para garantir a ancoragem mecânica entre paredes e as juntas devem receber um selante flexível para garantir um bom acabamento e estanqueidade (THOMAS E HELENE, 2000).

## **2.12 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DAS JUNTAS DE CONTROLE**

As juntas de controle são criadas para combater a dilatação excessiva em paredes longas, e para diminuir os problemas no encontro entre dois elementos de espessuras diferentes ou perpendiculares, a fim de evitar possíveis fissuras.

Segundo Thomas e Helene (2000), sempre que houver mudança de direção ou na espessura da parede, ou que a parede for muito longa devem ser usadas as juntas de controle, para evitar as fissuras ou destacamentos gerados por movimentações higrotérmica.

## **2.13 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS LAJES**

A alvenaria estrutural sofre com problemas gerados pela diferença entre os materiais utilizados nas lajes e nas alvenarias, afirma Loturco (2005).

Roman (2003), afirma que devido a insolação, a laje sofre dilatação térmica, causando esforços na alvenaria e gerando fissuras. Para evitar esse tipo de problema existem alternativas como, gerar sombreamento, ventilação ou isolamento térmica da laje, a fim de evitar sua dilatação; outra técnica a ser utilizada é a instalação de juntas de dilatação ou adotar apoios deslizantes, com o uso de materiais como o placas de PVC ou neoprene entre a laje e a alvenaria.

Segundo Thomas e Helene (2000), outro problema encontrado é com a retração do concreto da laje, que ao longo da cura do concreto pode chegar a uma deformação correspondente a uma diferença de 74°C na temperatura. Para evitar esse fenômeno utilizam-se as juntas de dilatação ou caso essas não sejam previstas, juntas de retração provisórias podem ser usadas.

## 2.14 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UMIDADES

Dentro da temática da engenharia, relacionada com as manifestações patológicas tem-se umidade como sendo “[...] qualidade ou estado úmido ou ligeiramente molhado” (KLEIN, 1999).

Conforme Perez (1985), a umidade nas construções representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil. Essa dificuldade está relacionada à complexidade dos fenômenos envolvidos e à falta de estudos e pesquisas. Essa carência ainda é percebida hoje, mais de 20 anos após elaboração do trabalho do autor citado.

Os problemas de umidade quando surgem nas edificações, sempre trazem um grande desconforto e degradam a construção rapidamente, sendo as soluções caras. Conforme citado anteriormente, como fatores que geraram aumento do número e intensidade de manifestações patológicas, o aparecimento freqüente de problemas ocasionados por umidade é decorrente de características construtivas adotadas pela arquitetura moderna, assim como os novos materiais e sistemas construtivos empregados nas últimas décadas. Com o uso do concreto armado, as paredes passam a ter como função principal a de vedação, deixam de serem portantes, resultando assim em paredes mais esbeltas. Há também a utilização de pré-fabricados e de novos materiais que trouxeram consigo as juntas. Esse conjunto de materiais de diferentes tipos nas fachadas e coberturas apresenta o problema de desgaste diferencial, pois cada um tem uma durabilidade específica e deste modo o envelope externo fica vulnerável (PEREZ, 1985).

As equipes de manutenção sempre se preocuparam com a manutenção das instalações elétricas, hidrosanitárias e estruturas em detrimento da manutenção das fachadas, como recuperação de rejuntas e pinturas, esta falta de manutenção pode facilitar a penetração de água de chuva vindo contribuir para o aumento de umidade das paredes.

### 2.14.1 Origem da Umidade nas Construções

Na construção civil, os defeitos mais comuns são decorrentes da penetração de água que facilitam o desenvolvimento de fungos causando manchas escuras de umidade. (IOPPI *et al.*, 1994), os fungos necessitam sempre de teor elevado de umidade no material onde se desenvolvem. As fissuras são causadas por mudanças higroscópicas, que provocam

variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção (THOMAZ, 1995).

Esses defeitos geram problemas bastante graves e de difíceis soluções, tais como:

- a) prejuízos de caráter funcional da edificação;
- b) desconforto dos usuários e em casos extremos os mesmos podem afetar a saúde dos moradores;
- c) danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações;
- d) e diversos prejuízos financeiros.

Os problemas de umidade podem se manifestar em diversos elementos das edificações – paredes, pisos, fachadas, elementos de concreto armado. Geralmente eles não estão relacionados a uma única causa.

Segundo Verçoza (1991) a umidade não é apenas uma causa de manifestação patológica, ela age também como um meio necessário para que grande parte das manifestações patológicas em construções ocorra. Ela é fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais.

Por isso, estas inúmeras causas e manifestações de umidade e a frequência de ocorrência da mesma tornam um estudo à parte sobre ela necessário.

Têm-se as seguintes origens das umidades nas construções, conforme Verçoza (1991):

- a) trazidas durante a construção;
- b) trazidas por capilaridade;
- c) trazidas por chuva;
- d) resultantes de vazamentos em redes hidráulicas;
- e) condensação.

Verçoza (1991) e Klein (1999) afirmam que a umidade oriunda pela execução da construção é aquela necessária para a obra, mas que desaparece com o tempo (cerca de seis meses). Esta umidade se encontra dentro dos poros dos materiais, como as águas utilizadas para concretos, argamassas e pinturas.

Em se tratando da umidade por capilaridade, os autores expõem que se trata da umidade que sobe do solo úmido (umidade ascensional).

Esta umidade ocorre nos baldrame das edificações, devido às próprias condições do solo úmido, assim como a falta de obstáculos que impeçam a sua progressão.

Também ocorre devido aos materiais que apresentam canais capilares, por onde a água passará para atingir o interior das edificações. Têm-se como exemplos destes materiais os blocos cerâmicos, concreto, argamassas e madeiras.

De acordo com Perez (1988), a umidade de absorção e capilaridade tem origem na absorção da água existente no solo pelas fundações das paredes e pavimentos, migrando para as fachadas e pisos e a umidade de infiltração é proveniente da água de chuva que penetra nos edifícios através dos elementos constituintes de sua envoltória exterior.

Ainda segundo Perez (1988), a frequência da ocorrência destes tipos de umidade está associada à idade da construção, ao clima, aos materiais e técnicas construtivas aplicadas e ao nível de controle da qualidade realizado nas construções.

A chuva é o agente mais comum para gerar umidade, tendo como fatores importantes a direção e a velocidade do vento, a intensidade da precipitação, a umidade do ar e fatores da própria construção (impermeabilização, porosidade de elementos de revestimentos, sistemas precários de escoamento de água, dentre outros). Este tipo de umidade pode ocorrer ou não com as chuvas. O simples fato de ocorrer precipitação, não implica em manifestação patológica de umidades com esta causa.

Sobre a origem devido aos vazamentos de redes de água e esgoto, Verçosa (1991) comenta que é de difícil identificação do local e de sua correção. Isso se deve ao fato destes vazamentos estarem na maioria das vezes encobertos pela construção, sendo bastante danosos para o bom desempenho esperado da edificação.

Já a umidade de condensação possui uma forma bastante diferente das outras já mencionadas, pois a água já se encontra no ambiente e se deposita na superfície da estrutura.

Na Figura 1 abaixo tem-se a relação das origens com os locais onde podem ser encontradas:

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção de concretos Confecção de argamassas Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Coberturas (telhados) Lajes de terraços Paredes
Umidade trazida por capilaridade. (Umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamentos de tubulação de água e esgoto	Paredes Pisos Telhados Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiro, cozinha e garagem

Figura 1 - Origem da Umidade nas construções

Fonte: Klein, 1999.

## 2.14.2 Umidade ou Infiltração no Telhado

Segundo Verçosa (1991), a umidade originada por infiltrações nos telhados das edificações tem como fonte geradora a água da chuva. Isto se deve ao fato das coberturas de telhas apresentarem muitos vazamentos no sistema de escoamento dessas águas pluviais (calhas e tubos de queda) ou no próprio telhado. Estes vazamentos são os mais fáceis de localizar e de efetuar a correção.

### 2.14.2.1 Vazamentos na rede pluvial

Conforme Verçosa (1991) são bastante comuns os vazamentos em calhas, condutores, algerozes e outros aparelhos que são utilizados com a finalidade de se coletar a água vinda de chuvas. Estes vazamentos são manifestados através de manchas nos forros ou paredões que lhe ficam abaixo, assim como por goteiras.

Na Figura 2 a seguir são relacionados os principais locais de vazamento e em que fase foi originado o problema, assim como sua causa e manifestação.

Locais de vazamento	Erros de	Causas	Manifestações
Calhas  Tubos de queda (Condutores)  Algozes	Projetos	Seção insuficiente, para vazão nas calhas e condutores	Manchas nos forros e paredes  Goteiras
	Execução	Soldas incompletas ou rompidas Pouco caimento para escoamento das águas Calhas sem apoio Uniões inadequadas nos tubos de queda Trespasse insuficiente em algozes, rufos e calhas Fixação insuficiente dos algozes nas paredes	
	Manutenção	Degradação dos materiais utilizados (Oxidação) Furos nas calhas e condutores Entupimentos por detritos (folhas, papel) Amassamentos das calhas	Mofos  Prevenção de vegetação nas calhas
	Materiais	Baixa qualidade	

Figura 2 – Vazamentos na rede Pluvial do Telhado

Fonte: Klein, 1999.

#### 2.14.2.2 Vazamentos e goteiras nos telhados

A área coberta pelas telhas deveria ser estanque, porém os telhados apresentam diversos vazamentos sendo contrário a esta propriedade. Há vazamentos conforme Verçosa (1991), que ocorrem em determinados tipos de telhas e outros que são comuns a todos os tipos.

Um defeito comum que acontece é o caimento inadequado: as telhas possuem ângulos limites, fora dos quais os vazamentos são improváveis. Diversos fatores influenciam estes ângulos, tais como: sistema de fixação das peças, sistema de encaixes longitudinais e laterais, impermeabilidade das telhas, etc.

A Figura 3 a seguir ilustra dois casos: caimento exagerado e caimento pequeno. No primeiro (a), a telha pode chegar a se soltar dos encaixes e cair com a ação dos ventos. Já no segundo caso (b), o vento chega a forçar a entrada de água para dentro do telhado, conforme pode ser visto pela indicação da seta. O caimento deve ser o primeiro fator a ser observado quando ocorrer com frequência muitas goteiras.

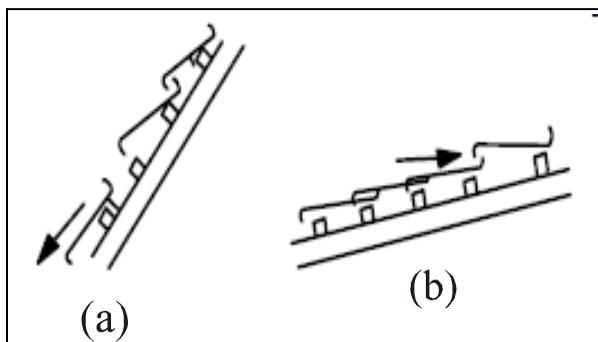


Figura 3 – Caimento de Telhas

Fonte: Verçoza, 1991.

A qualidade das telhas também faz diferença na contribuição pra vazamentos. Telhas porosas, finas demais, ou até mesmo tortas. Estes defeitos de qualidade da telha são facilmente identificados através de ensaios simples, observando sempre o que as normas informam. A utilização de pintura com vernizes impermeabilizantes é uma saída, assim como a alteração do caimento, sendo, porém, solução geralmente mais cara.

O autor coloca um ponto interessante: esses defeitos relatados no parágrafo anterior podem desaparecer com o tempo. Isso ocorre por causa da colmatação pelo pó, limo etc.

O mofo é um defeito muito constante em telhados, interferindo nas características estéticas dos mesmos. A pintura será uma saída prática para esta patologia.

A Figura 4 a seguir traz a relação das causas das manifestações patológicas, com a fase onde ocorre e as causas para os diversos tipos de telhas.

Tipos de telhas	Erros de	Causas	Manifestações
De barro cozido: Francesas Colonial Planas	Projeto	Caimento inadequado para o telhado: Muito alto=Telha escorrega Muito baixo=Penetra água pelo trespasse Dimensionamento incorreto da estrutura do telhado.	Goteiras Apodrecimento das madeiras Mofo na parte inferior da telha
	Execução	Madeiramento mal executado Fixação inadequada das telhas Falta de imunização das madeiras Sistema de encaixes inadequados	
	Materiais	Baixa qualidade das telhas: Porosidade elevada Muito fina, empenada e desbitolada.	Fungo sobre a telha Manchas de umidade Eflorescência Ruptura por congelamento
	Manutenção	Telhas quebradas ou fissuradas. Telhas com fungos e com degradação Telhas fora de posição (escorregamento)	
De fibrocimento: Onduladas Calheirão.	Projeto	Caimento inadequado para o telhado Trespasse lateral e longitudinal insuficientes Deformação lenta produzindo flexão nas telhas.	Goteiras Apodrecimento das madeiras Acúmulo de água por deformação Mofo na parte inferior da telha Fungos na parte superior da telha Trincas na telha
	Execução	Fixação inadequada das telhas, colocando os parafusos na parte inferior da onda ou sem vedação nos furos de fixação Trespasse inadequado	
	Materiais	Baixa qualidade das telhas	
	Manutenção	Telhas quebradas ou fissuradas Telhas com fungos e com degradação	

Metálicas: Onduladas Autoportantes.	Projeto	Caimento inadequado para o telhado Trespasse lateral e longitudinal insuficientes Dimensionamento incorreto da estrutura do telhado	Amassamento Corrosão Gotejamento
	Execução	Fixação inadequada das telhas Trespasse inadequado Disposição inadequada das telhas	
	Materiais	Baixa qualidade das telhas	
	Manutenção	Falta de pintura Perfurações causadas por oxidação	

Figura 4 – Vazamentos pelo Telhado

Fonte: Klein, 1999.

#### 2.14.2.3 Vazamentos em lajes de cobertura

O grande problema que contribui para vazamentos em lajes de cobertura e piso é o defeito na impermeabilização.

A impermeabilização neste caso é mal feita ou nem se quer foi realizada. Existindo a infiltração através de uma laje de cobertura, deve-se inicialmente ter a certeza se existe ou não sistema de impermeabilização. Caso a resposta seja negativa sobre a existência do sistema, a solução será realizá-la por completo e com perfeição para a não ocorrência de problemas futuros.

Conforme Verçoza (1991), caso exista impermeabilização, deverão ser realizadas duas verificações. A primeira consiste em verificar se paredes e platibandas adjacentes possuem rachaduras. Conforme o autor, na maioria das vezes, a água entra pela rachadura da platibanda e vai para baixo do sistema de impermeabilização, onde ocorrem e aparecem os sintomas idênticos à impermeabilização perfurada.

A segunda verificação é nas redes pluviais ou hidráulico-sanitárias. Geralmente essas tubulações, conforme o autor comenta, correm dentro da laje ou entre duas lajes e apresentam vazamentos, ou estes acontecem nas ligações entre ralos e tubulações.

A Figura 5 a seguir exhibe as fases em que ocorrem os erros, suas causas e manifestações patológicas correspondentes às infiltrações nas lajes de cobertura.

Erros de	Causas	Manifestações
Projeto	Falta de impermeabilização Escolha de materiais inadequados; Dimensionamento inadequado para o escoamento das águas pluviais; Desconsideração do efeito térmico sobre a laje; Pouca inclinação para o caimento das águas.	Manchas
Execução	Execução inadequada da impermeabilização; Juntas mal executadas; Rodapé mal executado com arremates inadequados da impermeabilização na platibanda ou muros; Acabamentos mau executados no entorno dos ralos ou passagens de tubulações sobre as lajes; Ralos quebrados.	Mofos Gotejamentos Corrosão das armaduras das lajes Lixiviação do concreto
Materiais	Materiais inadequados; Materiais de baixa qualidade.	Deslocamento de cerâmica do piso
Manutenção	Rachaduras nas fachadas que permitem a entrada de água sob as impermeabilizações; Vazamentos nas redes de água pluviais e hidro/sanitária; Ruptura das cerâmicas do piso; Ralos quebrados.	Desagregação do revestimento do forro

Figura 5 – Vazamentos pela laje

Fonte: Klein, 1999.

#### 2.14.2.4 Vazamentos em pisos e paredes

Segundo Klein (1999), a umidade em parede e pisos pode se originar conforme esses três meios:

- a) por vazamentos pela ruptura de canalizações de água fria, quente, esgoto pluvial, cloacal;
- b) pela penetração de água da chuva;
- c) pela percolação de água oriunda do solo, por ascensão capilar.

Um tipo de infiltração em parede, de acordo com Verçoza (1991), é o que acontece em muros e platibandas na parte superior. As manchas aparecem nos forros, bem junto à parede, ou na própria.

Outra forma de vazamento em paredes é o tipo de umidade generalizada, quase permanente que acontece logo após chuvas vindas de determinadas direções.

Uma causa poderia ser o reboco poroso, outra o reboco salpicado, que é capaz de reter água, que irá atravessar a parede. Em se tratando de paredes de tijolo à vista, a causa de infiltração é devido às juntas mal feitas.

Outro tipo de infiltração bastante encontrado em parede é a umidade que sobe do solo por capilaridade, quando não há impermeabilização da base da parede ou em casos que a mesma é mal feita.

A Figura 6 a seguir mostra as origens dos vazamentos em pisos e paredes relacionando-os com os tipos de erros, suas causas e suas manifestações patológicas.

Origem	Erros de	Causas	Manifestações
Ruptura de	Projeto	Dimensionamento incorreto das tubulações; Especificações inadequadas dos materiais.	Manchas permanentes devido ao rompimento de canalizações. Manchas próximas ao forro.
	Execução	Unões mal executadas; Pouco caimento; Caixas trincadas; Impermeabilização mal executadas.	
	Materiais	Baixa qualidade; Uso incorreto.	
	Manutenção	Substituição de canalizações obstruídas.	Gotejamento
Água de Chuva	Projeto	Incompatibilidade do revestimento externo de argamassa com as condições ambientais.	Manchas próximas aos pisos.

Água de Chuva		Saliências indesejadas nas fachadas que permitem a infiltração de água, Especificações inadequadas dos materiais.	Corrosão de armaduras de lajes. Degradação dos materiais de revestimento.
	Execução	Uso de materiais e traços inadequados para os revestimentos; Fissuração mapeada do reboco (Retração); Técnicas de execução de revestimento mal empregadas; Vedação mal executadas nas esquadrias; Camadas excessivas de revestimento Falta de aderência do revestimento no substrato.	Descolamento de rebocos e de materiais de revestimentos.
	Materiais	Baixa qualidade, alta porosidade Baixa resistência.	Desgaste da pintura
	Manutenção	Falta de pintura de proteção; Falha na impermeabilização dos pisos (Banheiros); Falta de reparo das fissuras de retração termohigroscópicas.	Manchas nos peitoris das janelas.
Água do solo Penetra nas paredes por capilaridade-umidade ascendente	Projeto	Falta de impermeabilização dos baldrames; Falta de drenagem; Especificações erradas dos materiais; Projeto de esquadrias inadequado.	Manchas sinuosas devido a fissuras nas paredes.
	Execução	Execução inadequada das impermeabilizações ou de outro sistema de barreira contra umidade	Lixiviação dos concretos.
	Materiais	Argamassas e concretos muito permeáveis; Inadequados para impermeabilização.	Degradação dos blocos cerâmicos e revestimentos devido o ataque de sais (Cloratos, sulfatos e nitratos)
	Manutenção	Entupimento do sistema de drenagem.	

Figura 6 – Vazamentos pisos e paredes  
Fonte: Klein, 1999.

## 2.15 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS EMBUTIMENTO DE INSTALAÇÕES

De acordo com Manzione (2004), nas alvenarias estruturais um aspecto bastante importante é planejar antecipadamente todos os projetos de instalações já que as paredes têm funções estruturais e que futuros cortes nelas podem causar perda de resistência. Na paginação das paredes já devem ser previstos os pontos das instalações, como é o caso das caixas de elétricas, que devem ser fixadas nos blocos antecipadamente.

Segundo Thomas e Helene (2000), para as prumadas de água e esgoto devem ser previstos *shafts* e os ramais de água e esgoto devem ser embutidos em paredes sem funções estruturais. Espaços no dorso de batentes podem ser utilizados para fios elétricos e para instalarem tomadas e interruptores.

## 2.16 RECALQUE NAS FUNDAÇÕES

Segundo Cintra *et al.* (2003), quando se aplica carga em uma fundação, esta irá, inevitavelmente, sofrer recalques que poderão ter algumas dezenas de milímetros, mas que poderão chegar a algumas centenas de milímetros.

O recalque é definido como sendo o deslocamento vertical, para baixo, da base da fundação em relação ao indeformável. O recalque se dá em virtude da deformação do solo sendo ele por diminuição de volume ou por mudança de forma.

A estimativa de como os recalques poderão se desenvolver, em projetos de edificações é importante para evitar possíveis manifestações patológicas durante a vida útil de uma obra de engenharia civil.

## 2.17 FISSURAS

As fissuras são consideradas uma das principais anomalias no universo de patologias que se manifestam durante e após a construção de um edifício.

As fissuras com valores acima dos limites preconizados são as conseqüências de algum problema que se desenvolveu na edificação. Essas podem se manifestar em diversos materiais e apresentar características particulares.

Segundo Ripper e Souza (1998), em termos de durabilidade, a fissura é das manifestações patológicas mais nocivas, pois facilita o acesso de agentes agressivos às barras das armaduras nas alvenarias armadas, propiciando a corrosão, também facilitam a entrada de umidade, causando desconforto para o usuário da edificação.

A alvenaria apresenta bom comportamento quanto à compressão, entretanto, quando solicitada por tração e cisalhamento, não apresenta o mesmo desempenho, e as fissuras podem aparecer. Isso pode ser resultado da movimentação da estrutura afetada pelos esforços externos existentes, como a ação do vento ou acomodação da edificação.

Outro fator importante a ser considerado é o fato de uma parede de alvenaria ser composta por dois componentes, os blocos e a argamassa de assentamento.

Há outros fatores relevantes que também devem ser mencionados, tais como:

- a) geometria, rugosidade e porosidade da alvenaria;
- b) índice de retração, poder de aderência e retenção de líquido;
- c) amarrações, cintamentos dos vãos de portas e janelas; (ROMAN *et al.*, 2003), em paredes com pequenas solicitações em geral até 4 pavimentos e vãos de até 2 m, as vergas terão apoios de 20 ou 30 cm;
- d) enfraquecimento provocado por embutimento.

## **2.18 PATOLOGIAS CAUSADAS POR ERROS OU MAU DETALHAMENTO DE PROJETOS**

O processo construtivo em alvenaria estrutural, embora comprovadamente econômico, deve ser levado em consideração alguns parâmetros importantes na sua utilização, pois na sua produção são retirados pilares e vigas. Entretanto, é necessário observar alguns detalhes importantes para que a situação não se inverta, tornando a alvenaria estrutural um processo mais oneroso para a produção da estrutura (RAMALHO *et al.*, 2003). Esses detalhes dizem respeito a determinadas características da edificação que se pretende construir, pois um determinado sistema construtivo não será adequado para todo tipo de edifício. Para se projetar em alvenaria estrutural, devem-se levar em conta três parâmetros importantes:

- a) a altura do edifício - atualmente no Brasil é limitada em 16 pavimentos, (Ramalho *et al.*, 2003, p. 10). Esta afirmativa já exclui o uso do processo em alvenaria estrutural, quando o edifício tiver altura superior a 16 andares. Afirma o mesmo autor que esta limitação está diretamente relacionada à re-

sistência a compressão dos blocos encontrados no mercado. Caso este limite não seja observado, levaria a um grauteamento generalizado das paredes, com acréscimo de custo.

- b) arranjo arquitetônico - Ramalho *et al.* (2003) afirma que é importante considerar a densidade de paredes estruturais por m<sup>2</sup>, para o projeto arquitetônico de alvenaria estrutural, um indicativo razoável é que haja de 0,5 a 0,7 m de paredes por m<sup>2</sup> do pavimento;

O projetista deve levar em consideração o processo construtivo diferenciado da alvenaria estrutural e suas particularidades de procedimentos, deve pensar alvenaria estrutural, (Roman *et al.* 2003). Afirmam ainda os autores, que o arranjo espacial das paredes e a necessidade de amarração entre os elementos componentes das paredes auto-portantes, serem fatores importantes para um projeto em alvenaria estrutural;

- c) tipo de uso - a alvenaria estrutural também está limitada para edifícios residenciais de alto padrão, onde sejam usados grandes vãos e edifícios comerciais, devido ao uso e possíveis modificações de arranjos internos das paredes para atender a versatilidades de uso por diversas empresas. (Ramalho *et al.*, 2003). Este fator limitador do uso de alvenaria estrutural deve ser observado na fase de projeto.

Projetos inadequados ou mal detalhados vão causar patologias nas edificações, comprometendo a sua estrutura e ainda contribuindo para a desconfiança do processo construtivo.

Segundo Roman *et al.* (2003), um bom projeto arquitetônico deve ser fundamentado em princípios básicos tais como:

Verificar condicionantes do projeto.

Objetivar o máximo de simetria.

Utilizar modulação.

Compatibilizar os projetos arquitetônicos com os demais projetos.

Prever *shafts* para as tubulações, em caso de não ser possível o uso destes, prever paredes que podem funcionar como vedação, utilizando-as para passagem de tubulações.

Apresentar os detalhes construtivos de forma clara e objetiva.

Usar escalas diferentes para planta e detalhes.

Apresentar detalhes em escalas adequadas.

## 2.19 PATOLOGIAS CAUSADAS POR ERROS NA EXECUÇÃO DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Após o estudo minucioso dos projetos em alvenaria estrutural, deve-se atentar para o cuidado na execução da obra, pois de nada adiantaria um bom e bem elaborado projeto em alvenaria estrutural, se na execução não existirem profissionais qualificados para implementarem todas as etapas de obra. (ROMAN *et al.*, 2003).

Do mesmo modo de nada adianta ter uma mão-de-obra qualificada, se não forem utilizadas ferramentas adequadas para a execução dos trabalhos. A qualidade final do produto depende da mão-de-obra, das condições mínimas necessárias e ferramentas adequadas para executar cada etapa da obra em alvenaria estrutural.

Segundo Roman *et al.* (2003), as principais ferramentas e equipamentos necessários para uma boa execução de obras em alvenaria estrutural, são:

- Escantilhão metálico;
- Esticador de linha;
- Régua de prumo e de nível;
- Nível alemão;
- Nível a laser;
- Argamassadeira metálica;
- Andaime metálico;
- Carrinho garfo;
- Carrinho porta palet;
- Bisnaga;
- Canaleta;
- Palhetas;
- Argamassadeira de pavimento.

Além dessas ferramentas ainda existem as uso individual de cada profissional, a saber:

- Colher de pedreiro;
- Prumo de face;
- linha de *nylon*;
- Nível de bolha;
- Talhadeira;
- Marreta;
- Trena de aço de 3 m;
- Espátula;
- Enxada com cabo;

Pá de bico com cabo e esquadro.

A falta de qualquer destas ferramentas e ou equipamentos pode causar morosidade ou baixa qualidade na execução das tarefas, e como consequência, causam desaprumo nas paredes, juntas variadas, que em um futuro serão causadores de patologias nas alvenarias estruturais.

### 3 MÉTODOS DA PESQUISA

A pesquisa é qualitativa, uma vez que os dados coletados que orientarão as conclusões do estudo são qualitativos.

O formato metodológico da pesquisa foi o do Estudo de Caso, que é caracterizado pelo estudo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir conhecimento amplo e detalhado dos objetos (GIL, 1995), conforme os critérios e métodos a seguir.

Esse trabalho é continuação dos estudos que estão sendo realizados para o Projeto FINEP ( Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia), em parceria com a gerência de Apoio ao Desenvolvimento Urbano e Saneamento da CAIXA.

O Projeto FINEP está sendo desenvolvido nos empreendimentos HIS (Habitação de Interesse Social) existentes e nas propostas inovadoras implementadas, nos seus diferentes modelos de provisão: Sistema PAR, PSH, Crédito Solidário e Carta de Crédito com recursos do FGTS. Estudar as propostas inovadoras refere-se à pretensão de comprovar a qualidade de alternativas tecnológicas como novos materiais e processos construtivos de modo a evitar que as inovações tecnológicas comprometam a durabilidade da edificação.

O projeto FINEP “*Análise de Sistemas Construtivos em Habitação de Interesse Social (HIS) para formulação e disseminação de Referenciais Tecnológicos, visando melhoria da qualidade e redução dos custos*” é um estudo em rede, na qual participam UFSC, USP, IPT, UFCG, UFRGS, UFMG, Unicamp, UFS, UFAM, UEL, USF, UFPel e UFPR. O objetivo geral do projeto consiste em estabelecer critérios e diretrizes que possam melhorar a qualidade das habitações de interesse social.

O trabalho pesquisou as manifestações patológicas existentes em HIS construídas em alvenaria estrutural com bloco cerâmico ou de concreto. Os empreendimentos que fizeram parte desse estudo pertencem ao Programa de Arrendamento Residencial (PAR).

O Programa PAR foi lançado pelo Governo Federal em 1999, para atender a demanda por moradia da população com renda familiar mensal de até seis salários mínimos, na época. Segundo o programa, as famílias arrendam unidades residenciais, com prestações mensais equivalentes a um aluguel, e tem direito à propriedade do imóvel ao final dos contratos, que têm prazo máximo de quinze anos.

Para obter os resultados, a estratégia de pesquisa utilizada foi estudo de caso. Dentro desse contexto, torna-se necessário determinar a popu-

lação e a amostra de estudo além da forma de seleção da amostra necessária para responder as questões levantadas pela pesquisa.

Os termos que definem população e amostra precisam estar bem delineados para garantir que os resultados obtidos na amostra descrevam fielmente o que ocorreu na população de interesse. População é um conjunto de elementos que apresentam características em comum. Ao se retirar parte desta população, obtém-se uma amostra, um subconjunto da população, do qual é possível fazer inferências estatísticas da população de estudo (STEVENSON, 1996).

A população de estudo desta pesquisa foi constituída por 58 empreendimentos, com um total de 408 edifícios e 7261 UH. Conforme dados fornecidos pela Caixa Econômica Federal, estes residenciais têm as seguintes características:

- a) edificação ser construída em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos ou de concreto;
- b) estar localizado em Belo Horizonte;
- c) fazer parte do Programa de Arrendamento Residencial (PAR) da Caixa Econômica Federal.

Para seleção da amostra a ser avaliada, considerou-se um dos objetivos desse estudo, que é o de avaliar a proporção de edifícios, dentre os citados anteriormente, que possuem algum tipo de avaria. A unidade amostral será o edifício e o esquema amostral utilizado para coleta dos dados, será a amostragem aleatória simples (AAS), onde cada unidade amostral dentro da população tem a mesma probabilidade de ser selecionado para fazer parte da amostra (TRIOLA, 2005). Nesse estudo, um residencial poderá ser selecionado uma única vez, o que configura uma amostragem sem reposição.

Outro ponto importante está ligado ao tamanho amostral necessário para se garantir uma margem de erro e uma confiança adequada na estimação do percentual de edifícios avariados. O cálculo do tamanho amostral foi realizado utilizando-se o critério conservador (MAGALHÃES, 2002), considerando-se que não havia informação a priori sobre o percentual de edifícios com avarias.

Esse cálculo foi feito através de uma fórmula que avalia uma amostra mínima que garanta, na estimação de uma proporção, uma confiança adequada e uma margem de erro máxima. Esses cálculos foram feitos tendo como referência o tamanho populacional 408 e a estimativa da proporção, fixada em 0,5 (critério conservador). Assim, para estimação da proporção de casos de avaria o tamanho da amostra ( $n$ ) foi determinado a partir de fórmula descrita a seguir (MINGOTI *et al.*, 2000).

$$n = \frac{N[\hat{p}(1 - \hat{p})]}{(N - 1) \left( \frac{d}{z_{\alpha/2}} \right)^2 + [\hat{p}(1 - \hat{p})]}$$

O tamanho da amostra é fixo variando-se a margem de erro (d) e a confiança. O critério conservador utiliza  $p=0,5$ , pois este é o valor que maximiza o produto  $p(1-p)$ , maximizando também o tamanho da amostra quando os outros parâmetros são fixados. O valor de  $z_{\alpha/2}$  é o valor absoluto da ordenada da distribuição normal padronizada que deixa abaixo dele área igual a metade de 100-confiança desejada. A Tabela 1, descrita a seguir apresenta o tamanho da amostra mínima para garantir uma confiança e uma margem de erro máxima, utilizando a fórmula apresentada e os valores dos parâmetros descritos anteriormente.

Tabela 1 - Tamanho da Amostra (n) Critério Conservador.

Confiança (%)	Margem de Erro (Pontos Percentuais)				
	2%	4%	6%	8%	10%
90%	329	208	129	85	59
95%	349	244	162	110	78
99%	372	293	217	159	119

\*Nota: Critério conservador  $p=0,5$  e tamanho amostral  $N=408$ .

A partir dessas observações, determinou-se uma amostra mínima de 78 edifícios para estimação do percentual de edifícios com avarias, de forma a se garantir 95% de confiança e uma margem de erro de no máximo 10 pontos percentuais para mais ou para menos. A essa amostra foi acrescentada 21 edifícios tendo em vista uma margem de manobra para garantir o tamanho mínimo da amostra caso ocorra algum problema. Sendo assim, optou-se pela obtenção de no mínimo 99 edifícios dentro da população de estudo, sendo garantido o mínimo desejado para obtenção de uma margem de erro adequada.

Importante salientar que para se conseguir realizar essas avaliações houve autorização da Caixa Econômica Federal, e a disponibilidade dos responsáveis das administradoras dos condomínios para o acompanhamento do avaliador. A escolha dos apartamentos foi feita tendo em vista a conveniência, pois houve grande dificuldade de agendamento das

visitas, de forma a atender ao tempo da pesquisa. Assim, foram selecionados 15 empreendimentos atendendo as várias regiões de BH, e dentro desses empreendimentos todos os edifícios foram avaliados quanto a existência ou não de manifestações patológicas. Essas regiões são descritas a seguir pela Figura 7.

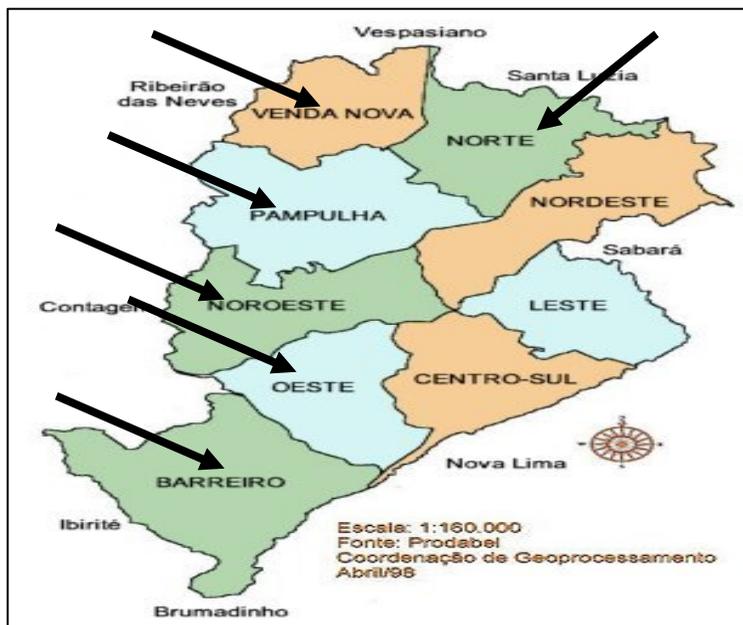


Figura 7 - Regiões.

Os 15 empreendimentos selecionados representaram aproximadamente 25% do total existente na RMBH. Esses empreendimentos têm edifícios com 02, 04 e 05 pavimentos com 04 unidades habitacionais (UH) por pavimento, totalizando 08, 16 ou 20 UH por bloco, cada empreendimento possui um número distinto de edifícios. Para manter o sigilo e a isenção da pesquisa, cada empreendimento recebeu o nome de Residencial A1, para o primeiro, Residencial A2, para o segundo, assim sucessivamente até Residencial A15, para o último. Os residenciais para a pesquisa foram selecionados através de sorteio de uma relação fornecida pela Caixa Econômica Federal, com 58 residenciais.

Estes residenciais foram escolhidos de forma a atender o maior número de regiões dentro do município, conforme mapa da Figura 7 acima:

- a) na região de Venda Nova estão localizados os Residenciais A1, A2, A3, A7, A8, A9 e A13;
- b) na região da Pampulha está localizado o Residencial A15;
- c) na região Noroeste, estão localizados os Residenciais A5 e A6;
- d) na região Norte estão localizados os Residenciais A4 e A14 ;
- e) na região Oeste estão localizados os Residenciais A11 e A12
- f) no Barreiro está localizado o Residencial A10.

A pesquisa foi realizada em três etapas (A, B e C). A etapa (A) correspondeu ao estudo dos projetos dos empreendimentos selecionados. Os principais itens de observação foram:

- a) no projeto arquitetônico, a modulação dos componentes e elementos, a modulação é a técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as mediadas modulares por meio de um reticulado especial modular de referência, (ROMAN *et al.*, 2003); As condições de simetria, deverá haver um equilíbrio na distribuição das paredes resistentes por toda a área da planta, (ROMAN *et al.*, 2003); A previsão de *shafts* ou paredes de vedação para instalação de dutos; A presença de lajes com vãos de até 4 metros; As soluções para laje de cobertura; As espessuras dos revestimentos externos;
- b) se as paredes tem espessura mínima de norma, que pelo item 5.2.3.1.4 NBR 10.837/89, deverá ser maior ou igual a 14 cm, são distribuídas ortogonalmente, item 5.2.3.1. da NBR 10.837/89, apresentam esbeltez, o coeficiente de esbeltez é a relação entre a altura efetiva da parede pela sua espessura, conforme NBR 10.837/89, terá valor máximo de 20;
- c) o projeto estrutural apresenta planta de primeira e segunda fiadas, apresenta paginação das paredes, utiliza a família completa de blocos, apresenta detalhes construtivos, apresenta previsão contra danos acidentais. Segundo (ROMAN *et al.*, 2003, os documentos iniciais do projeto estrutural são: (i) as plantas baixas que contêm a primeira e segunda fiadas de alvenaria; (ii) as especificações da argamassa de assentamento e dos blocos estruturais; (iii) as amarrações das paredes; (iv) as especificações das juntas de controle e de assentamento; (v) as especificações das vergas e contra-vergas; (vi) as especificações das cintas de respaldo; (vii) detalhes executivos (interface das lajes com as paredes); (viii) presença e posição

de armações e pontos grauteados na alvenaria. Para essa etapa foi sugerido o formulário (APÊNDICE A), com a finalidade de padronizar a pesquisa.

A etapa (B) referiu-se ao levantamento de dados obtidos nas visitas aos empreendimentos construídos e habitados. Os principais pontos observados foram:

(i) paredes desaprumadas; (ii) desníveis de pisos; (iii) presença de infiltrações no pavimento térreo provenientes do solo; (iv) presença de *shafts* para embutimento das instalações, nos banhos e cozinhas; (v) presença de fissuras nas fachadas; (vi) presença de infiltrações nos ambientes internos, provenientes de fissuras externas e das condições dos telhados; (vii) presença de juntas entre a laje no último andar e as alvenarias.

Na etapa (C) ocorreu a compilação e a organização dos dados obtidos nas etapas anteriores.

O material foi previamente organizado para auxiliar no controle dos edifícios e apartamentos visitados, além de facilitar no diagnóstico da patologia encontrada, tendo em vista a posição correta do defeito. A princípio, a escolha das unidades habitacionais visitadas, foi selecionada de acordo com a orientação solar e o pavimento das unidades. Estes critérios foram adotados por três motivos: (i) analisar a influência da incidência solar no aparecimento das manifestações patológicas; (ii) analisar se as manifestações patológicas se diferem entre os pavimentos das edificações; (iii) para não concentrar o diagnóstico em um pequeno número de edifícios do empreendimento.

No entanto, os apartamentos foram visitados conforme disponibilidade dos proprietários. Durante as visitas foram utilizadas ferramentas que auxiliaram na obtenção de informações peculiares de cada patologia. Máquina fotográfica, fissurômetro, nível de mão, prancheta, trena, formulários e papéis para anotações. A determinação do percentual de edifícios avariados foi feita através da proporção de casos estimados e do intervalo de confiança de 95%. Para análise dos dados foi utilizado o *software Minitab* versão 15, ferramenta de avaliação de uma proporção.

## 4 ANÁLISE DOS EMPREENDIMENTOS

As análises foram efetuadas em duas etapas: a primeira consiste em pesquisar os projetos obtidos junto à Caixa, dos empreendimentos selecionados, coletar os dados para ao final efetuar uma conclusão.

Após a coleta dessas informações, inicialmente foi estimado o total de edifícios contendo avarias, dentre os 99 avaliados, bem como seu intervalo de confiança. Além disso, foi feita a análise detalhada dos empreendimentos em relação às avarias encontradas.

Para a estimação do percentual de edifícios contendo alguma avaria, como citado anteriormente, dentro dos 15 empreendimentos visitados, obteve-se uma amostra de 99 edifícios. A avaliação desses edifícios mostrou que 91 apresentaram alguma espécie de avaria. A Tabela 2, descrita a seguir, mostra a proporção de edifícios com avarias e seu respectivo intervalo com 95% de confiança.

Tabela 2 - Estimação da Proporção de Edifícios Avariados (Confiança 95%)

Proporção Estimada	Margem de Erro	Limite Inferior	Limite Superior
91,9%	± 4,7%	87,2%	96,6%

A partir da análise da Tabela 2, conclui-se que a proporção de edifícios, dentre os construídos pela CAIXA pelo programa PAR, que possuem alguma avaria, sejam fissuras, infiltrações ou outras, é igual a 91,9%, variando de 87,2% a 96,6% com 95% de confiança.

Em um estudo de Guimarães *et al.* (2005), em uma amostra constituída de vinte prédios, constatou-se que os problemas patológicos mais encontrados na amostra pesquisada, considerando o número de ocorrências, foram do tipo fissuras (65%) e umidade decorrente de infiltração (34%).

Com base nesses resultados é possível afirmar que os problemas nas edificações pesquisadas são quase sempre os mesmos, visto que fissuras e infiltrações atingiram juntos 100% do total de problemas patológicos.

De acordo com os autores, isso leva a deduzir que alguns erros continuam sendo cometidos sistematicamente no processo de construção dos prédios.

#### **4.1 ANÁLISE DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS DE EMPREENDIMENTOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL CONSTRUÍDOS PELO PAR**

Todos os empreendimentos pesquisados são de dois quartos, sala, cozinha e banheiro, andar tipo com quatro unidades residenciais e blocos com dois, quatro e de cinco pavimentos, conforme cortes apresentados na Figuras 10, 14, 17, 21, 25 e 29.

Na análise dos projetos de arquitetura dos residenciais, verificou-se que em alguns, as paredes externas tinham dimensões de 16 cm, sendo executadas, com blocos de 14 cm de espessura, conforme Figuras 39 e 40, planta das fiadas pares e ímpares, portanto comprova a existência de 2 cm para o reboco externo, embora o projeto não seja claro que essa espessura a maior seja realmente para reboco externo. (Ver Figuras 8 e 9, planta de arquitetura). Já as Figuras 12 e 13, apresentam paredes externas com 13 cm, o que leva a concluir que os residenciais tenham sido executados com blocos de 9 cm, em discordância com a NBR 10.837/89, que especifica a espessura mínima de 14 cm, para paredes de alvenaria estrutural.

As Figuras 8, 9, 10 e 11 a seguir, demonstram um projeto arquitetônico executado em oito residenciais.

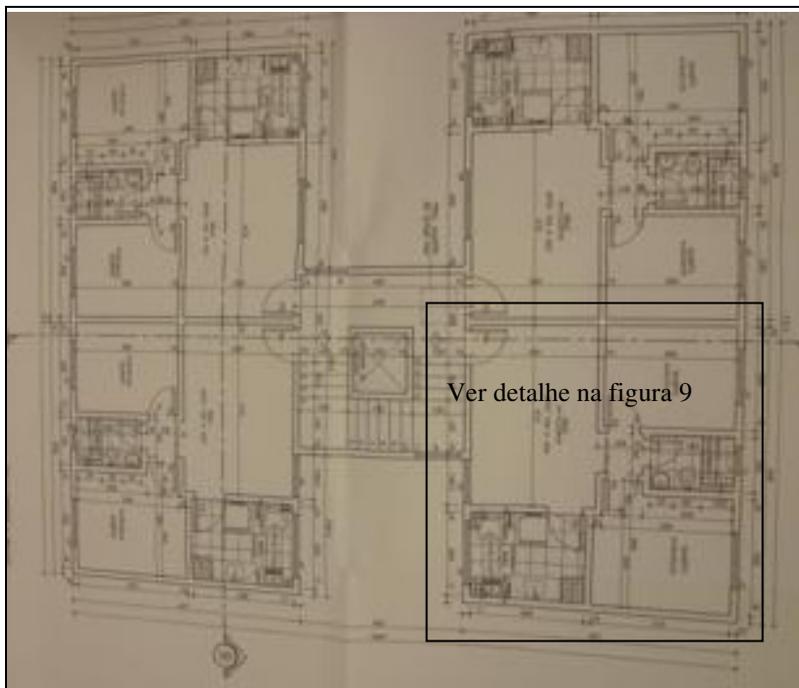


Figura 8 - Projeto arquitetônico dos Residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

. Para melhor visualização ver detalhe na Figura 9, a seguir. Nesta figura verifica-se as espessuras das paredes com 16 e 17 cm.

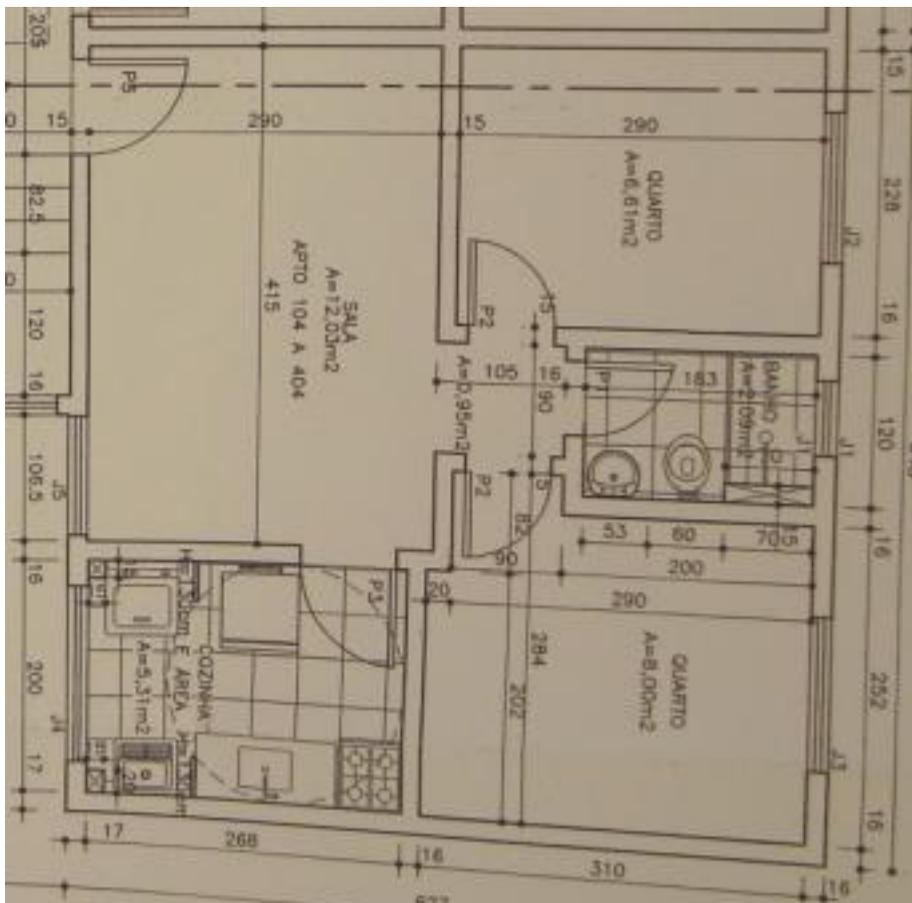


Figura 9 - Detalhe do projeto arquitetônico dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

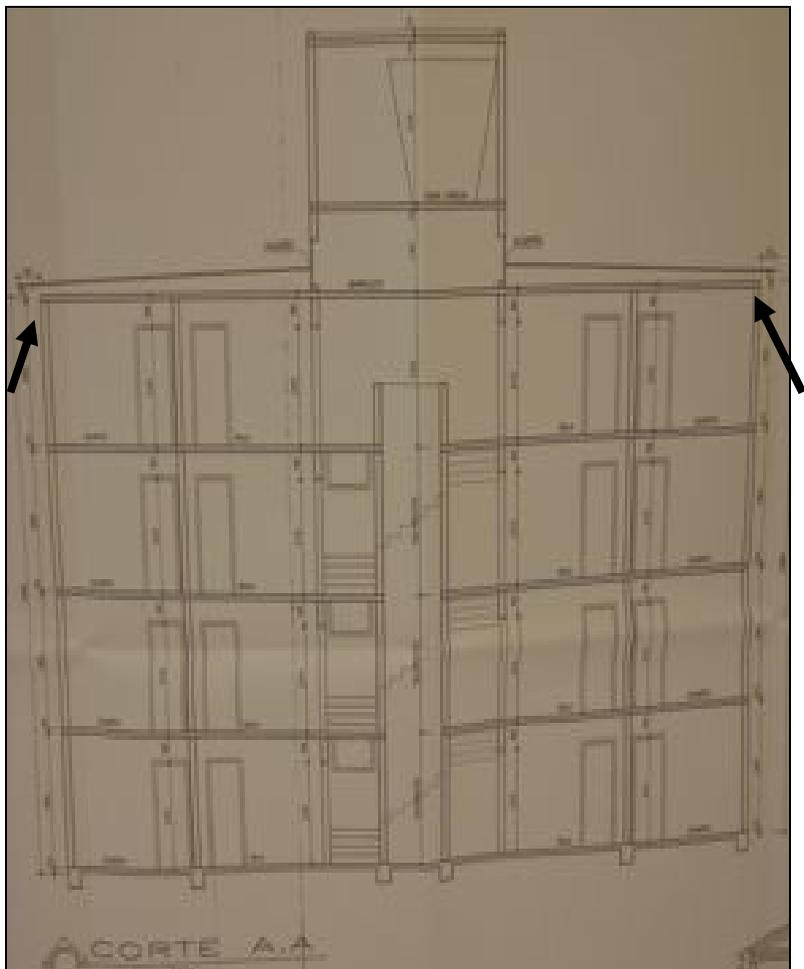


Figura 10 - Corte do projeto arquitetônico dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

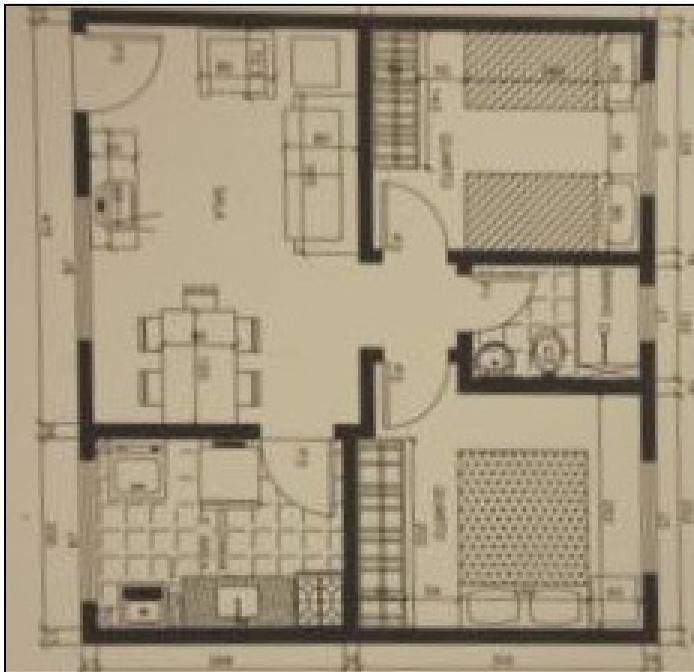


Figura 11 - Layout do projeto arquitetônico dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

As Figuras de 8 a 11 representam o projeto arquitetônico dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13. Ficou comprovado na pesquisa que o projeto deixa falhas no que se refere a norma 10837/89 da ABNT, pois não apresenta detalhes de juntas nas lajes do último pavimento, tal detalhe não é verificado no corte Figura 10. Não existe detalhe quanto a modulação das paredes nem quanto aos revestimentos externos. Existe simetria de paredes dos andares inferiores com os andares superiores, ver corte figura 10.

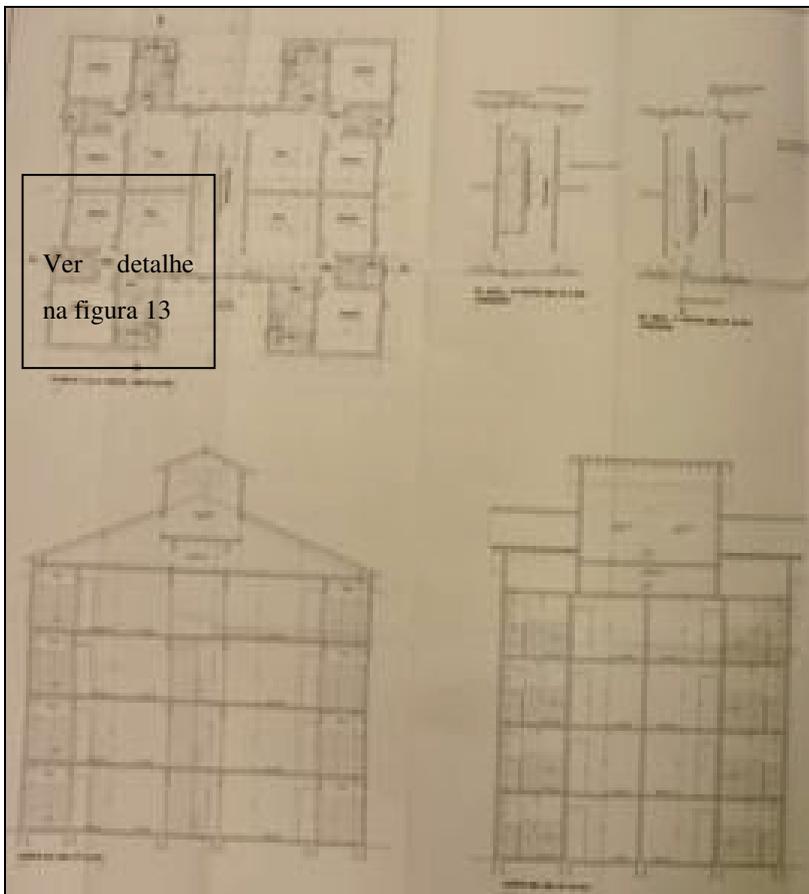


Figura 12 - Projeto arquitetônico planta e corte dos residenciais A2 e A3.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

. Para melhor visualização ver detalhe na Figura 13 a seguir, nesta figura verifica-se as espessuras das paredes com 13 e 15 cm.

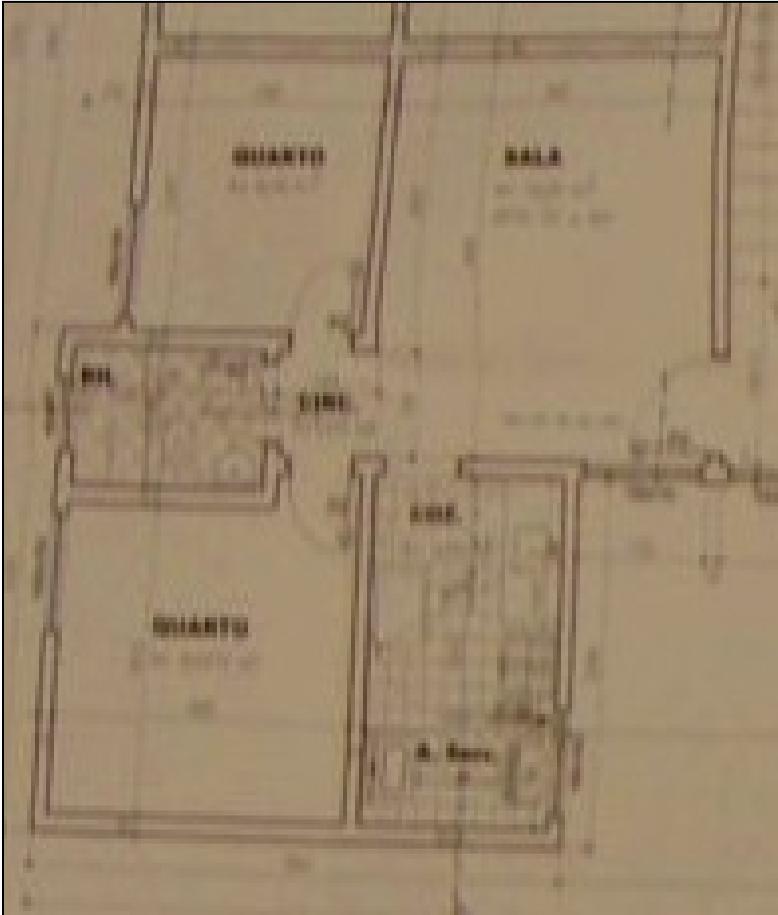


Figura 13 - Detalhe do projeto arquitetônico dos residenciais A2 e A3.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

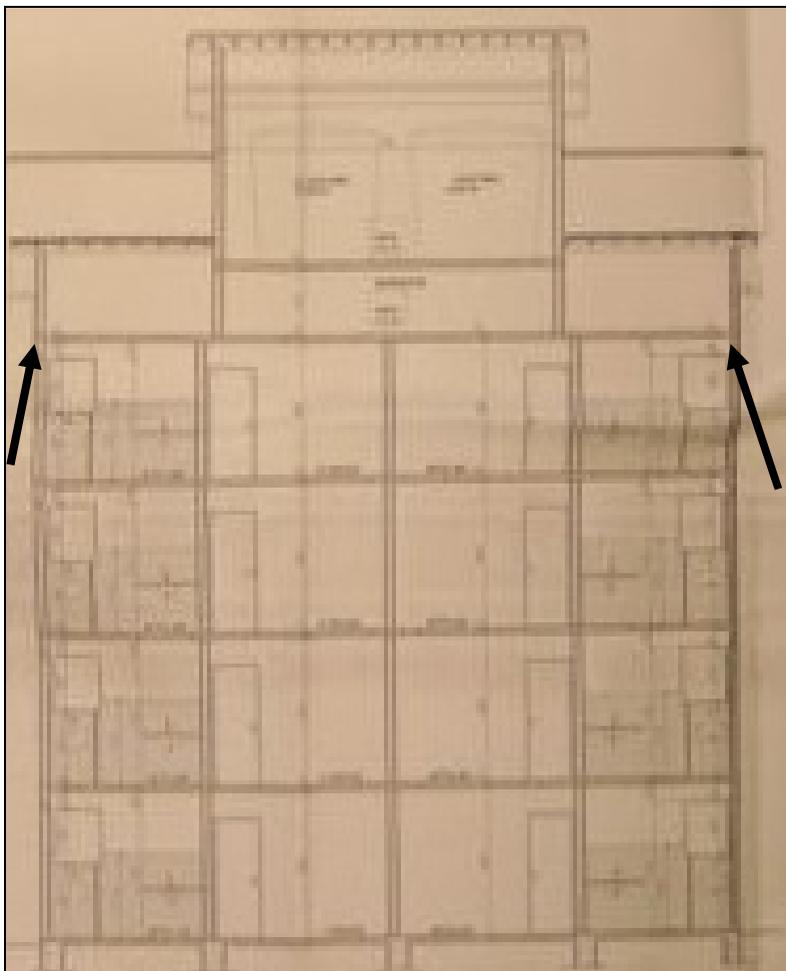


Figura 14 - Projeto arquitetônico corte dos residenciais A2 e A3.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

As Figuras de números 12 a 14 representam o projeto arquitetônico dos residenciais A2 e A3. Ficou comprovado na pesquisa que o projeto deixa falhas no que se refere a norma 10837/89 da ABNT, pois não apresenta detalhes de juntas nas lajes do último pavimento, tal detalhe não é verificado no corte da Figura 14. Não existe detalhe quanto a modulação das paredes nem quanto aos revestimentos externos. A espessura das paredes embora não sejam muito visíveis nestas figuras, elas podem ser confirmadas na planta de primeira e segunda fiadas, do projeto estrutural (ver Figuras 49 e 50); o projeto cumpre as prescrições da

norma quanto as espessuras das paredes que estão com 15 cm, existe simetria das paredes dos andares inferiores com os superiores, ver corte Figura 14.

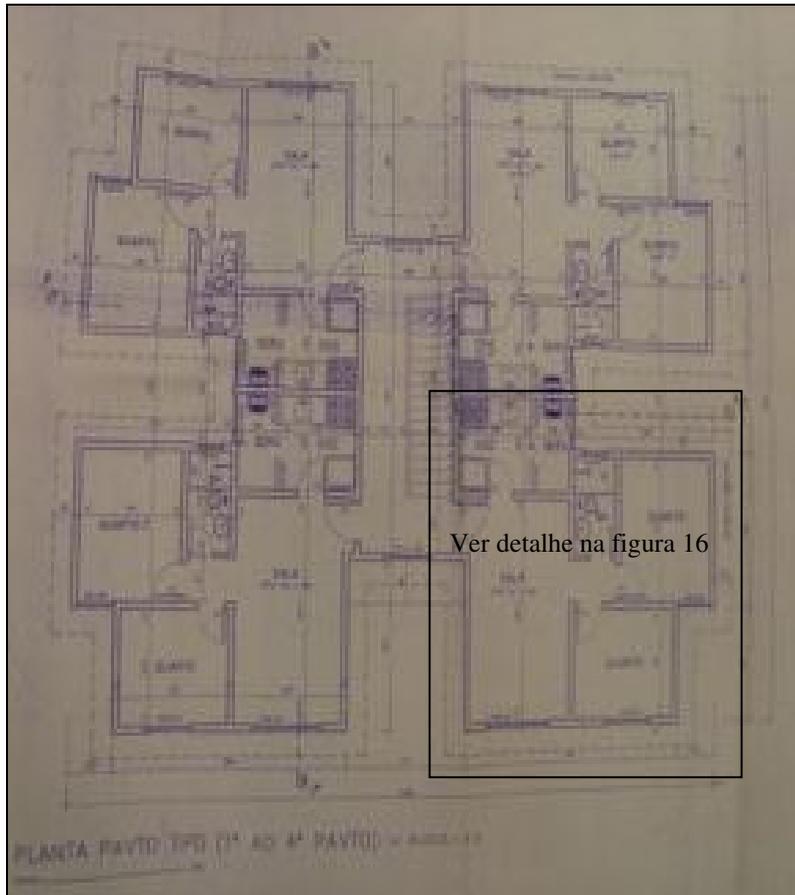


Figura 15 - Projeto arquitetônico residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

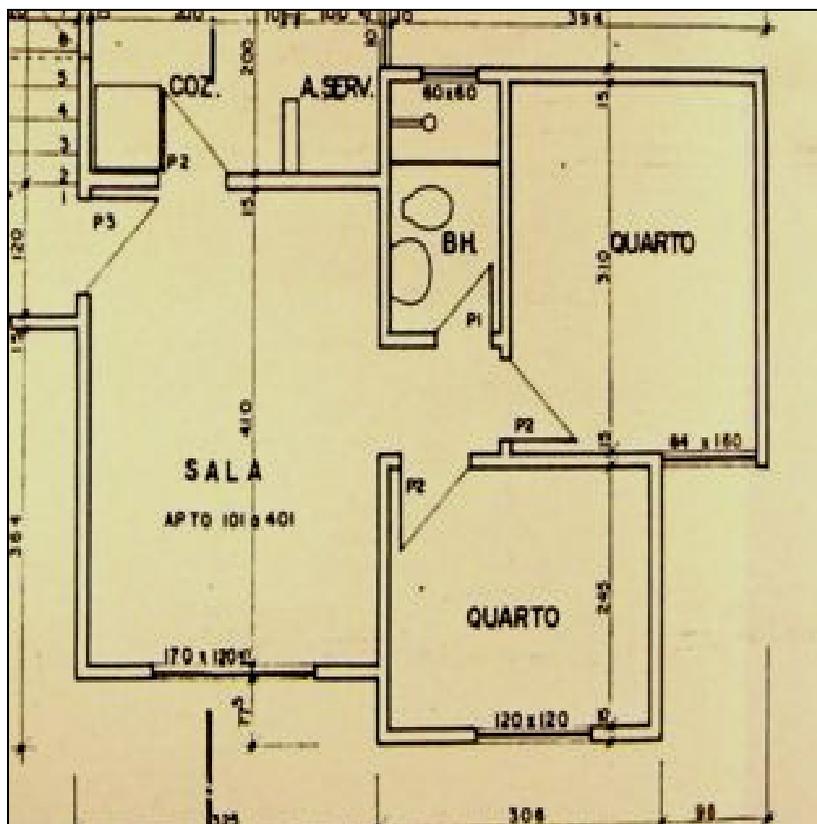


Figura 16 - Detalhe do projeto arquitetônico do residencial A5.  
 Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

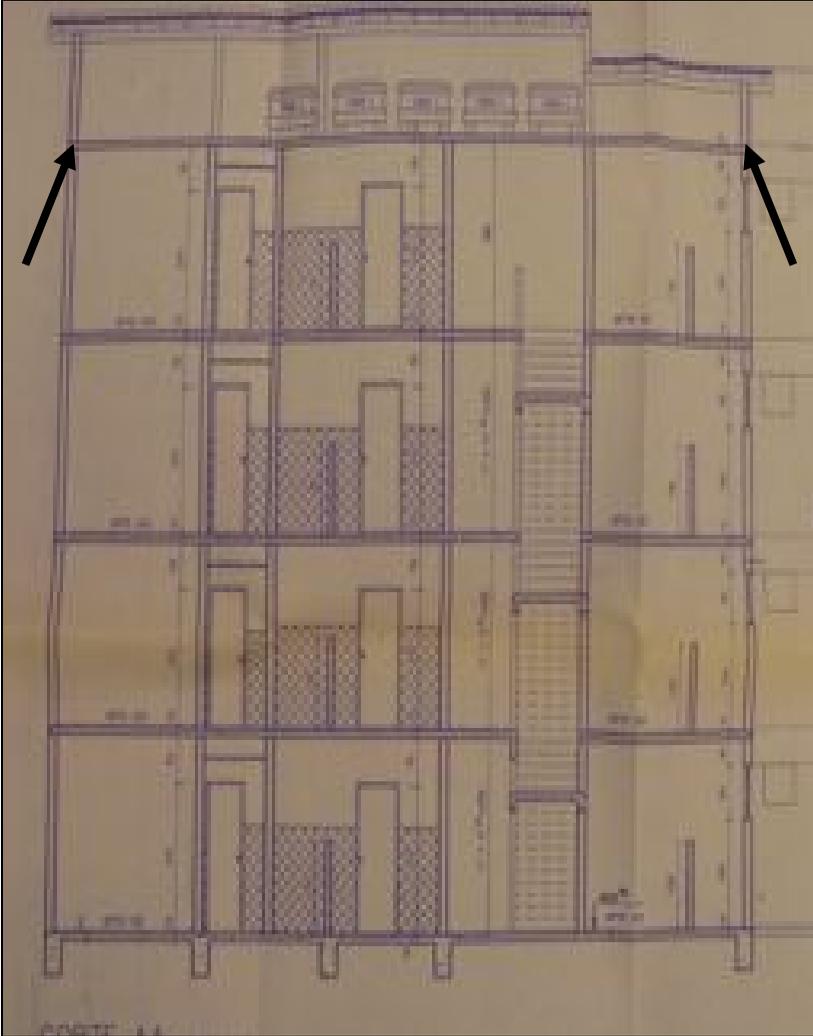


Figura 17 - Corte do projeto arquitetônico do residencial A5.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

Obs.: No corte não aparece detalhe da laje da cobertura.



Figura 18 - Layout do projeto arquitetônico do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

As Figuras de números 15 a 18 representam o projeto arquitetônico dos residenciais A5. Ficou comprovado na pesquisa que o projeto também deixa falhas no que se refere a norma 10837/89 da ABNT, pois não apresenta detalhes de juntas nas lajes do último pavimento, tal detalhe não é verificado no corte Figura 17. Não existe detalhe quanto a modulação das paredes nem quanto aos revestimentos externos. As espessuras das paredes internas e externas têm as mesmas dimensões, 15 cm. Não existe nenhum detalhe de revestimentos externos o que nos leva a concluir que o projeto não cumpre as prescrições da norma, existe simetria de paredes dos andares inferiores com os superiores, ver corte figura 17.

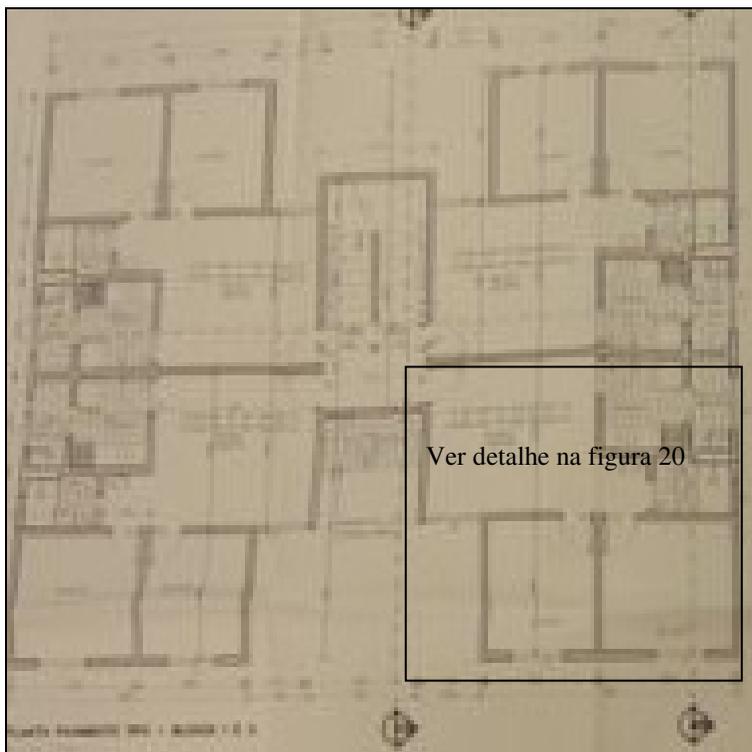


Figura 19 - Projeto arquitetônico dos residenciais A10 e A14.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

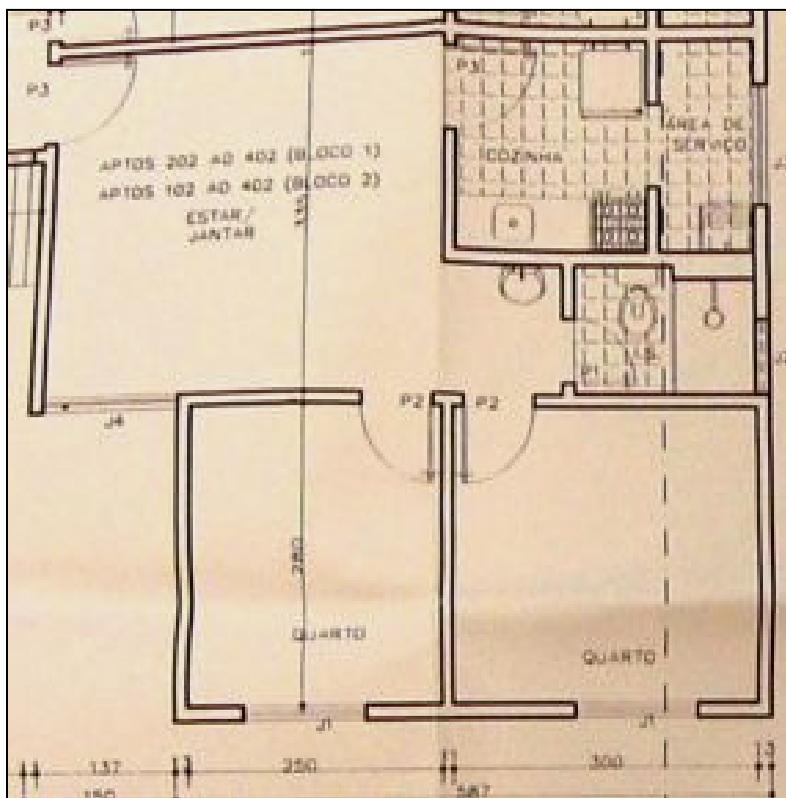


Figura 20 - Detalhe do projeto arquitetônico dos residenciais A10 e A14.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

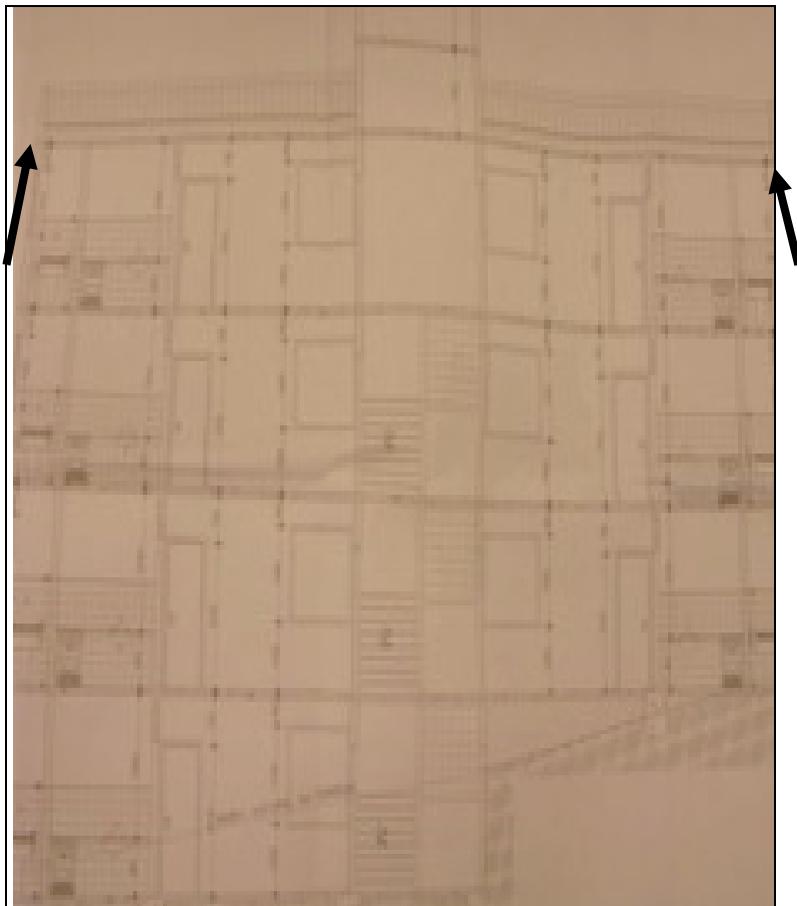


Figura 21 - Detalhe do projeto arquitetônico dos residenciais A10 e A14.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

As Figuras de números 19 a 21 representam o projeto arquitetônico dos residenciais A10 e A11. Ficou comprovado na pesquisa que o projeto deixa falhas no que se refere a norma 10837/89 da ABNT, pois não apresenta detalhes de juntas nas lajes do último pavimento. Tal detalhe não é verificado no corte Figura 21. Não existe detalhe quanto a modulação das paredes nem quanto aos revestimentos externos. As espessuras das paredes externas têm 13 cm, ver detalhe na Figura 20, contrariando as prescrições normativas que determina 14 cm como espessu-





Figura 23 - Foto da fachada do residencial A15.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.



Figura 24 - Detalhe da construção do residencial A15.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

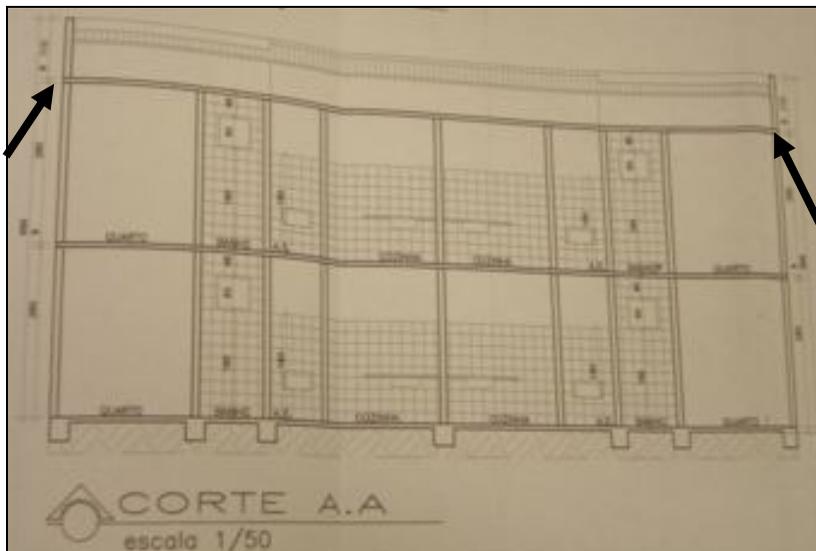


Figura 25 - Projeto arquitetônico corte do residencial A15.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

As Figuras de números 22 a 25 representam o projeto arquitetônico do residencial A15. Ficou comprovado na pesquisa que o projeto deixa falhas no que se refere a norma 10837/89 da ABNT, pois não apresenta detalhes de juntas nas lajes do último pavimento, tal detalhe não é verificado no corte Figura 25. Não existe detalhe quanto a modulação das paredes nem quanto aos revestimentos externos. As espessuras das paredes externas e internas têm 10 cm, contrariando as prescrições normativas, as alvenarias não atendem quanto a esbeltez e ao cisalhamento. Todas as paredes foram executadas com tijolos cerâmicos de fechamento, cuja tensão admissível não é aconselhável para alvenaria estrutural, isto é verificado na Figura 24. Existe simetria de paredes do andar inferior com o superior, ver corte Figura 25.

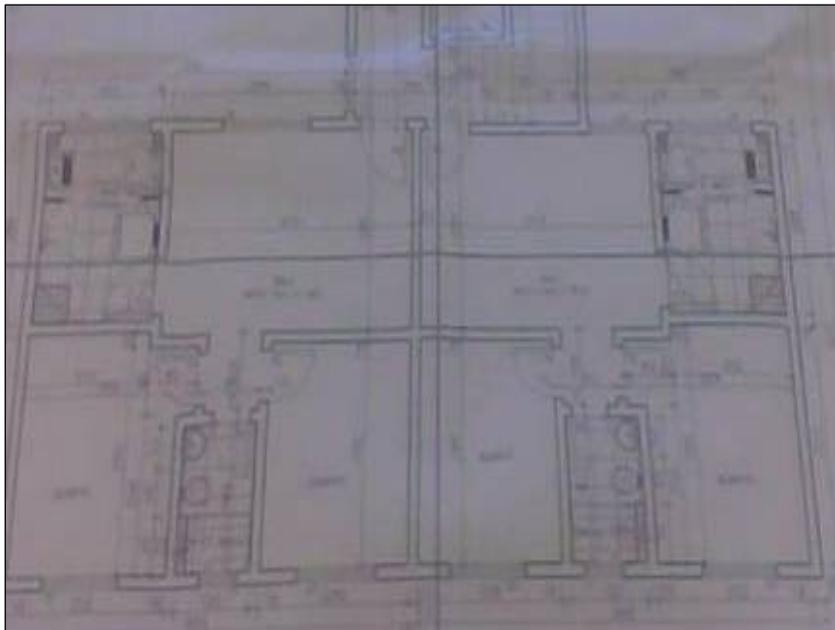


Figura 26 - Projeto arquitetônico do residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

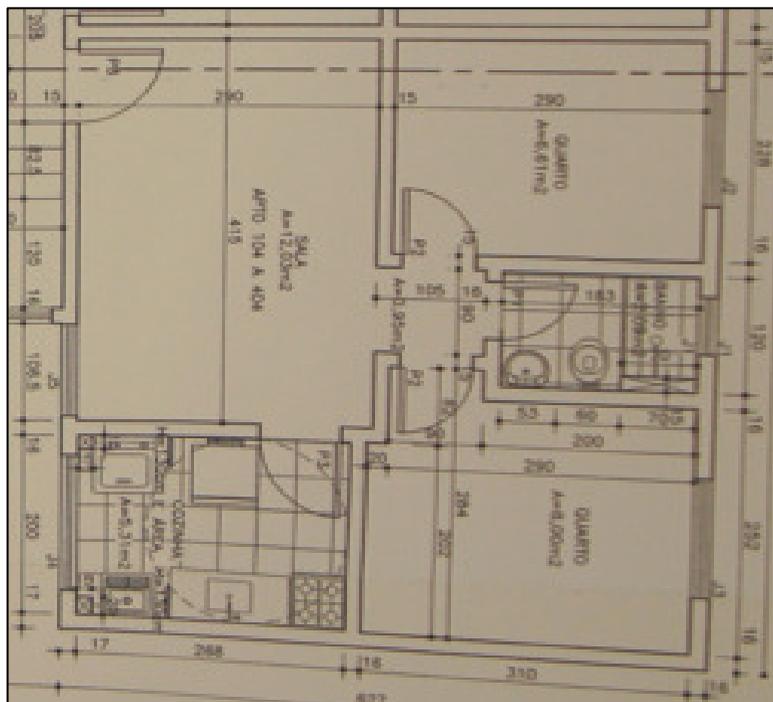


Figura 27 - Detalhe do Projeto arquitetônico do residencial A4.  
 Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

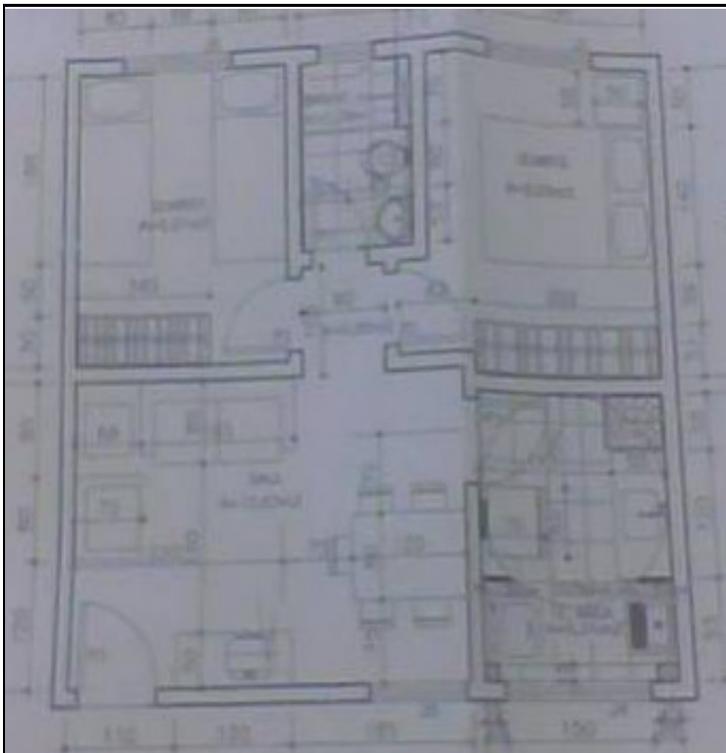


Figura 28 - Layout do Projeto arquitetônico do residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

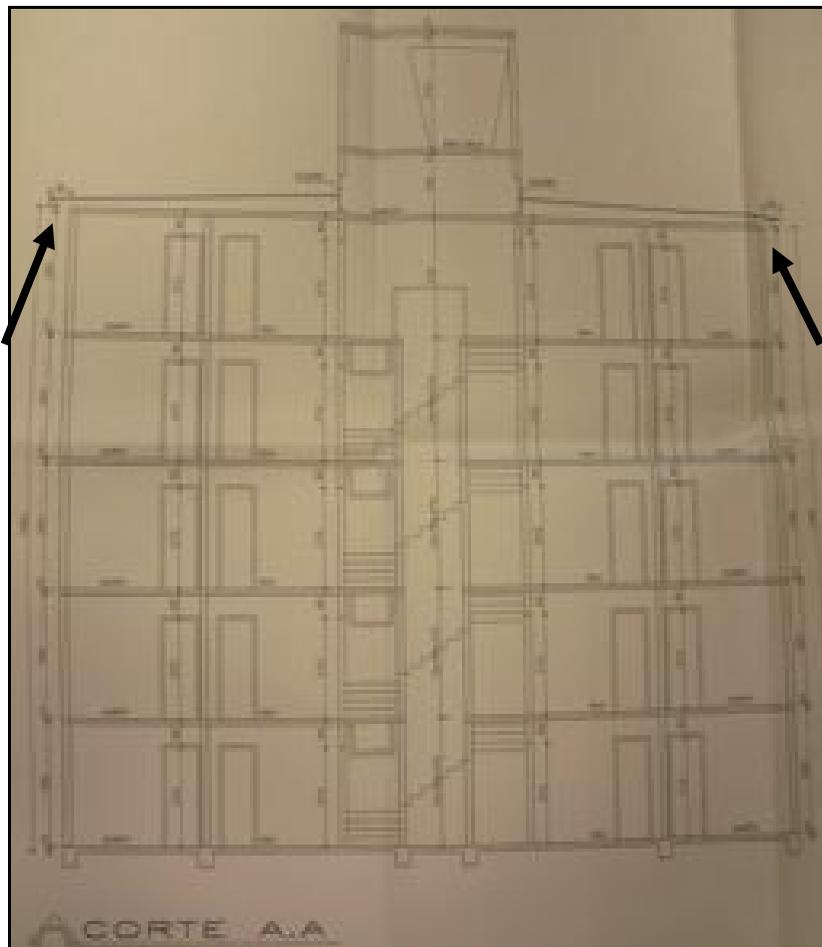


Figura 29 - Projeto arquitetônico corte do residencial A4.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2009.

As Figuras de números 26 a 29 representam o projeto arquitetônico do residencial A4. Ficou comprovado na pesquisa que o projeto deixa falhas no que se refere a norma 10837/89 da ABNT, pois não apresenta detalhes de juntas nas lajes do último pavimento, tal detalhe não é verificado no corte Figura 29. Não existe detalhe quanto a modulação das paredes nem quanto aos revestimentos externos. As espessuras das paredes externas têm 16 e 17 cm, enquanto a internas têm 14 cm, ver Figu-

ra 27, atendendo as prescrições normativas, existe simetria de paredes dos andares inferiores com os superiores, ver corte Figura 29.

Observa-se na Figura 30, que o projeto arquitetônico dos empreendimentos analisados: 60% prevêem espessuras para revestimentos externos e 40% não; 100% não apresentam soluções para laje de cobertura; 100% apresentam lajes com vãos menores que 4 metros; 73% prevêem *shafts* ou paredes de vedação para dutos e 27% não; 100% apresentam razoável condição de simetria; 100% não são modulados.

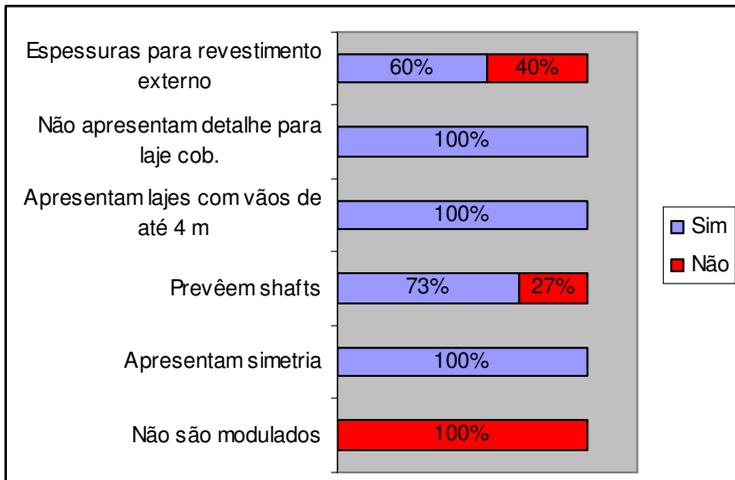


Figura 30 - O projeto arquitetônico.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

Quanto às paredes dos empreendimentos, observaram-se os seguintes resultados, de acordo com a Figura 31:

- 67% das paredes dos empreendimentos apresentam esbelteza dentro dos padrões da norma, a esbelteza é relação entre a altura efetiva da parede e sua espessura, esta relação deverá ser menor ou igual a 20, (NBR 10.837/89);
- 33% não apresentam esbelteza normalizada;
- 100% das paredes dos empreendimentos são adequadamente distribuídas ortogonalmente;
- 67% das paredes dos empreendimentos analisados possuem espessura de 14 cm, conforme NBR 10.837/89, e 33% têm espessuras menores que a especificada pela norma.

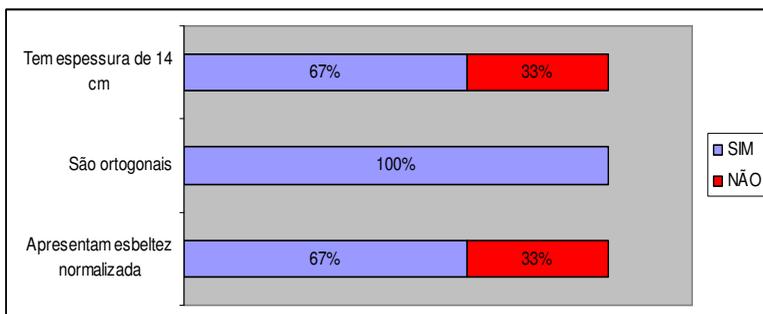


Figura 31 - As paredes.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2009

## 4.2 Análise dos projetos estruturais de Empreendimentos em Alvenaria Estrutural

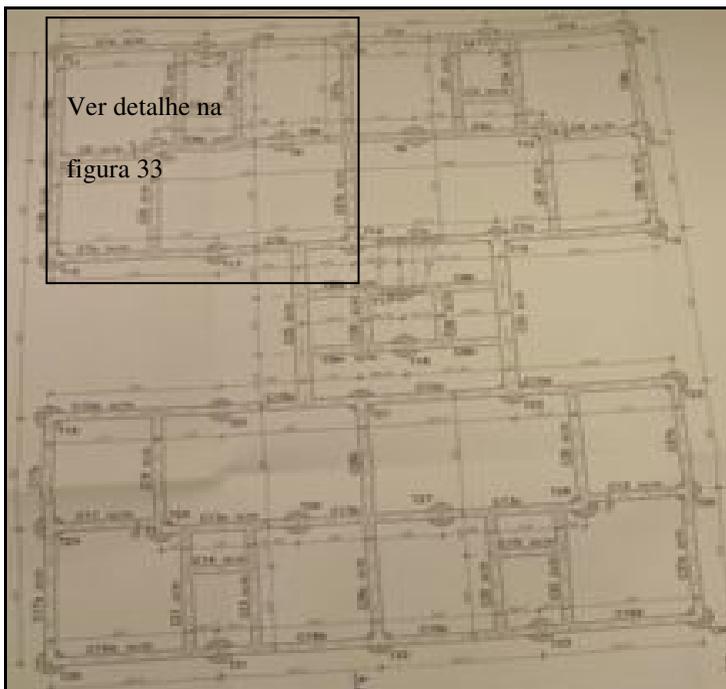


Figura 32 - Planta de forma da fundação dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

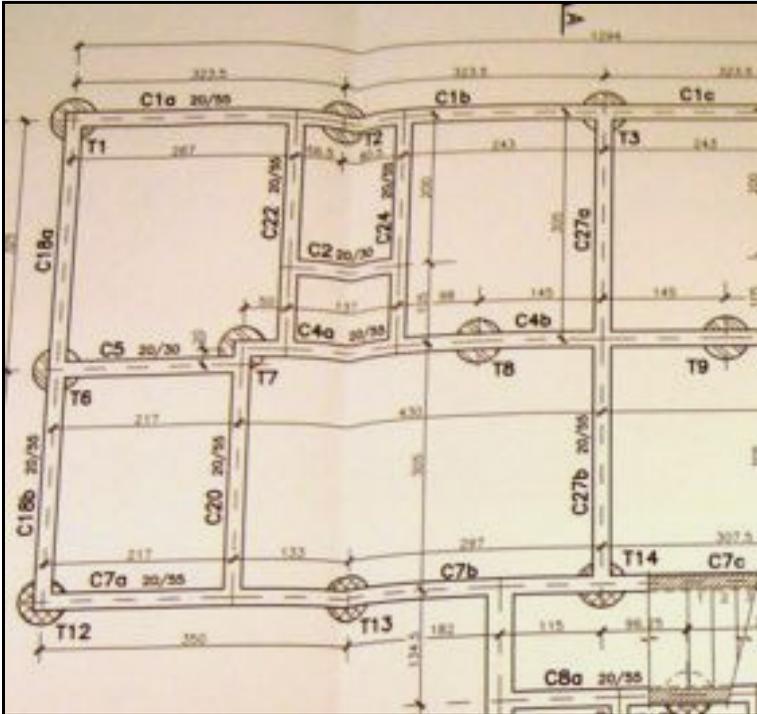


Figura 33 - Detalhe da planta da fundação dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

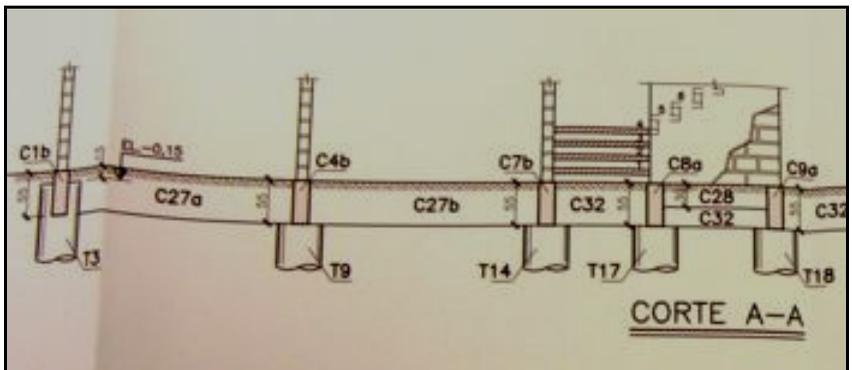


Figura 34 - Detalhe do corte da planta da fundação dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

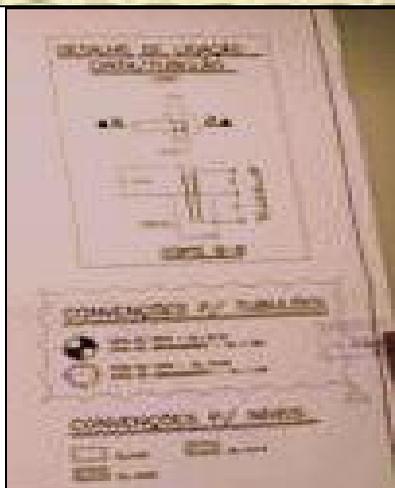
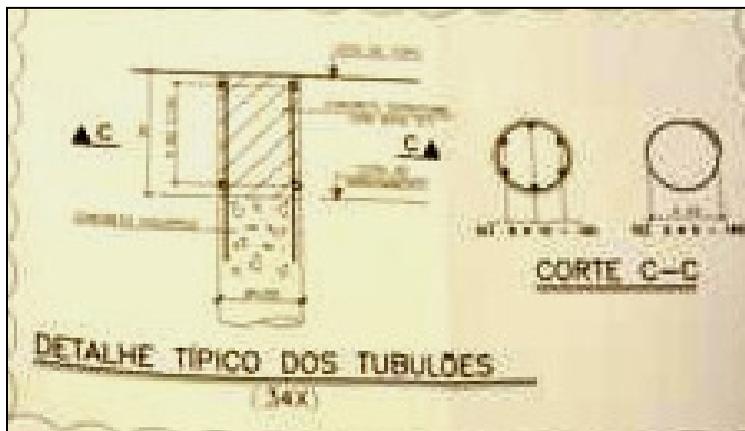


Figura 35 - Detalhe da transição da fundação dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

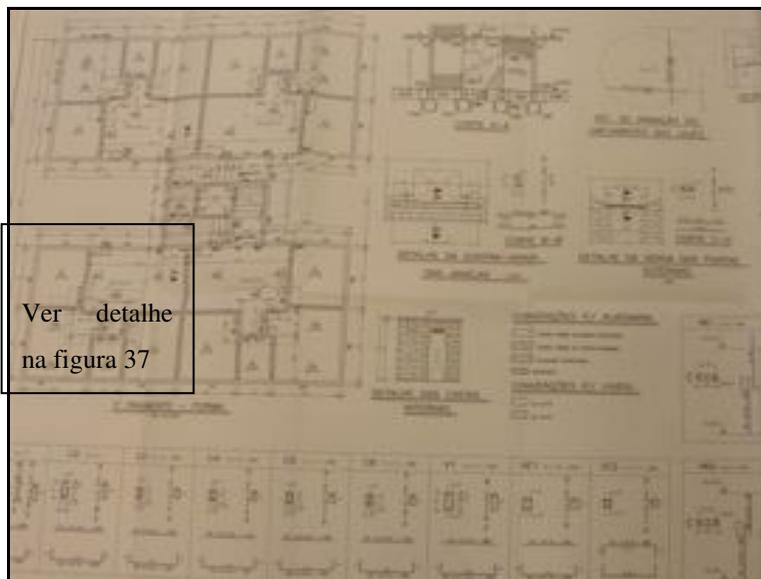


Figura 36 - Planta de forma do pavimento tipo dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

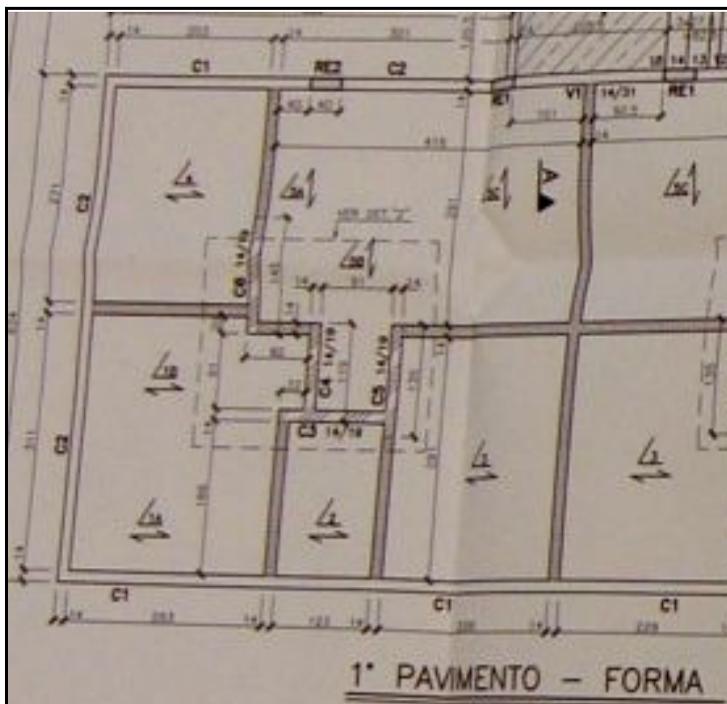


Figura 37 - Detalhe da forma do primeiro pavimento A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

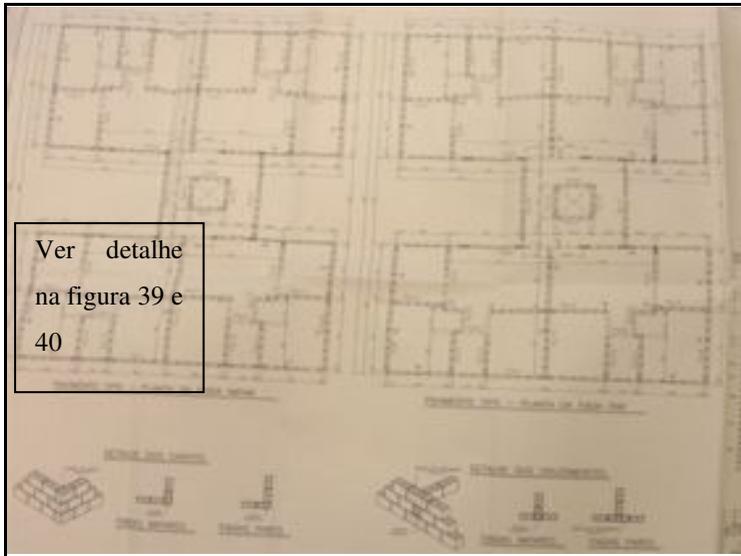


Figura 38 - Planta das fiadas par e impar A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.



Figura 39 - Detalhe de fiada impar A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.



Figura 40 - Detalhe de fiada par.  
 Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

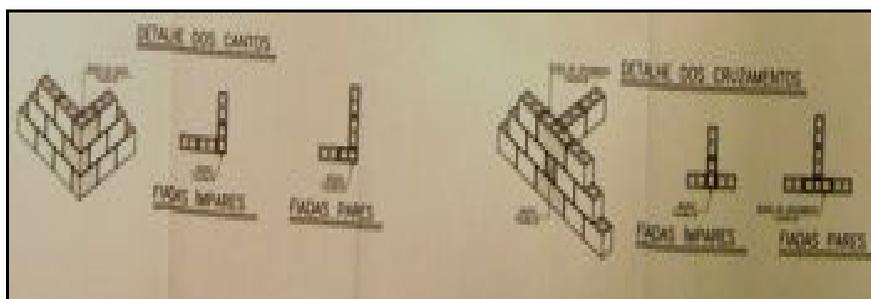


Figura 41 - Detalhe das interseções L e T  
 Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

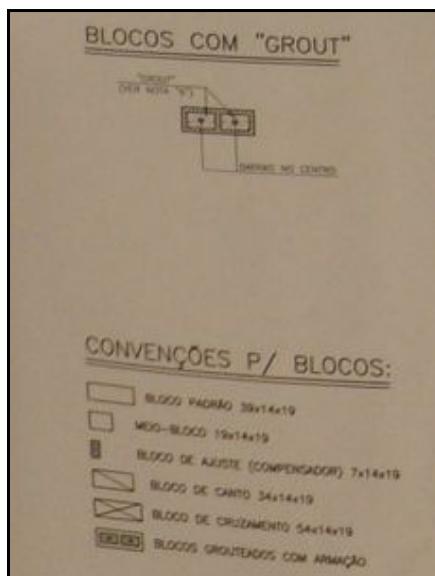


Figura 42 - Detalhe das convenções e blocos com *grout*.  
 Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

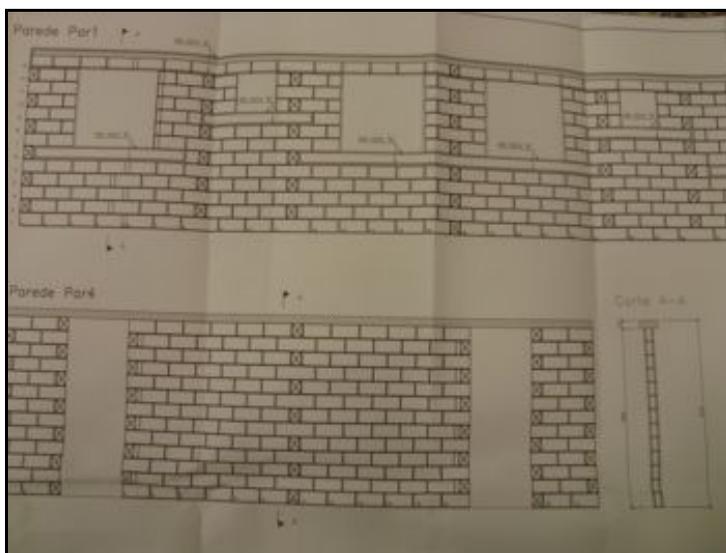


Figura 43 - Detalhe das elevações das paredes.  
 Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

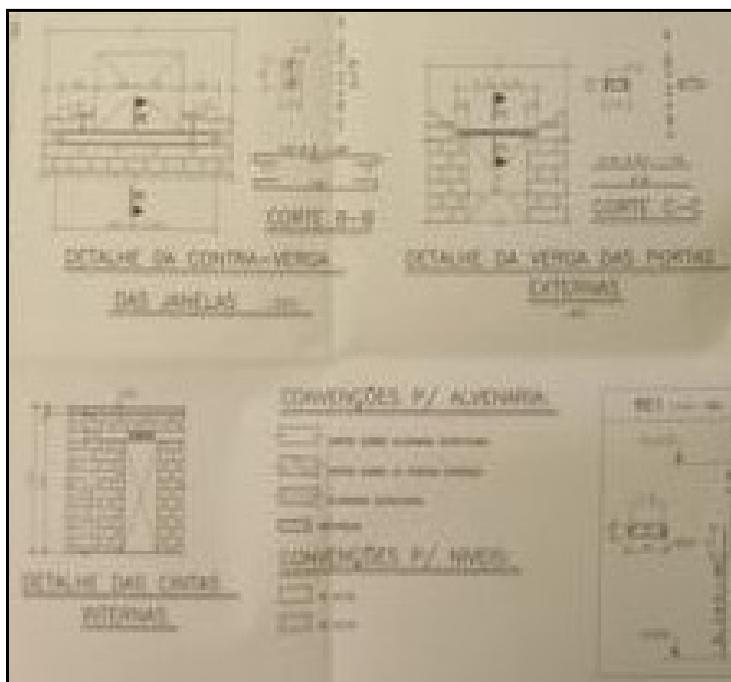


Figura 44 - Detalhe de vergas e contra-vergas.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

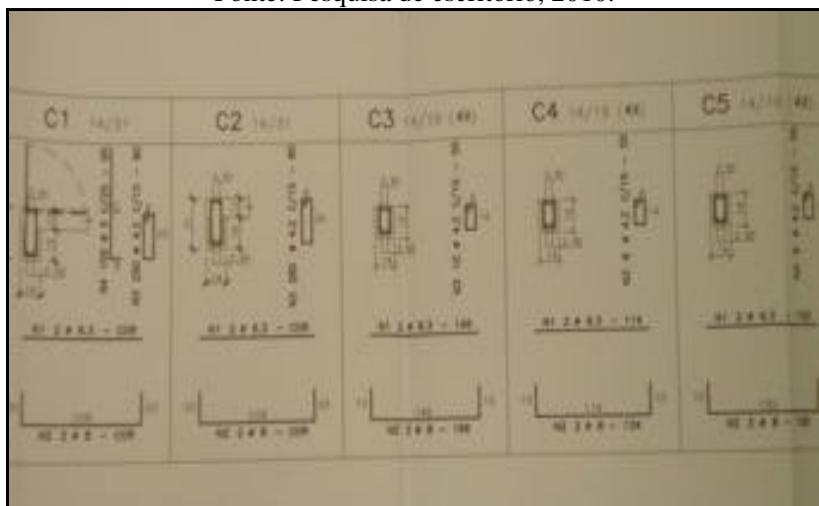


Figura 45 - Detalhe das cintas das alvenarias.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

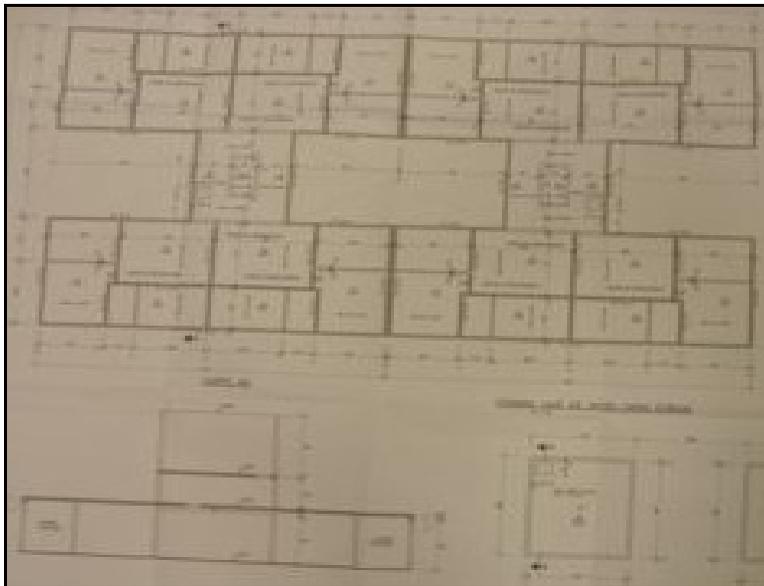


Figura 46 - Planta de forma do último pavimento dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

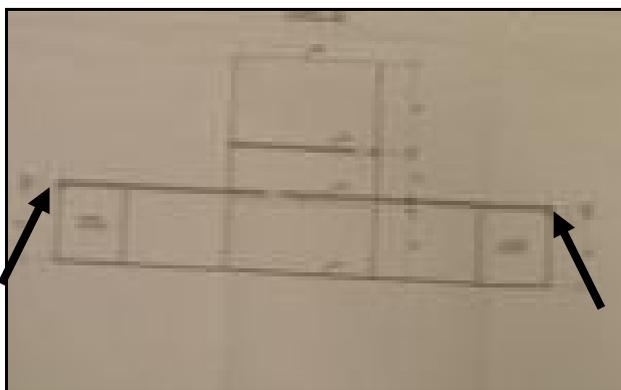


Figura 47 - Planta de forma do último pavimento e detalhe da laje.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

As Figuras de números 32 a 47, mostraram os detalhes do projeto estrutural dos residenciais A1, A6, A7, A8, A9, A11, A12 e A13.

O projeto estrutural mostra:

a) a transição entre fundação e estrutura do prédio, figura 34 e 35;

- b) detalhes de cintas das alvenarias, Figura 45;
- c) detalhes de vergas e contra-vergas, Figura 44;
- d) detalhe das paredes com espessura de 14 cm, Figura 37;
- e) detalhe de fiadas pares e ímpares, Figura 38, 39 e 40;
- f) detalhe das elevações das paredes, Figura 43;
- g) detalhes de blocos grateados, Figura 42;
- h) detalhes das interseções, L e T, Figura 41;
- i) não mostra detalhe da junta de dilatação da laje de cobertura, Figura 47.

Esta falha torna o projeto fora da norma da ABNT, em um item importante que poderá trazer pontos falhos que irão contribuir para o surgimento de fissuras das paredes do último pavimento, devido à movimentação térmica da laje causadas por aumento de temperaturas. No projeto de arquitetura destes residenciais havia presença de *shafts*, já no projeto estrutural não existem detalhes para execução desses *shafts*, conforme pode ser confirmado na planta de forma, Figura 37.

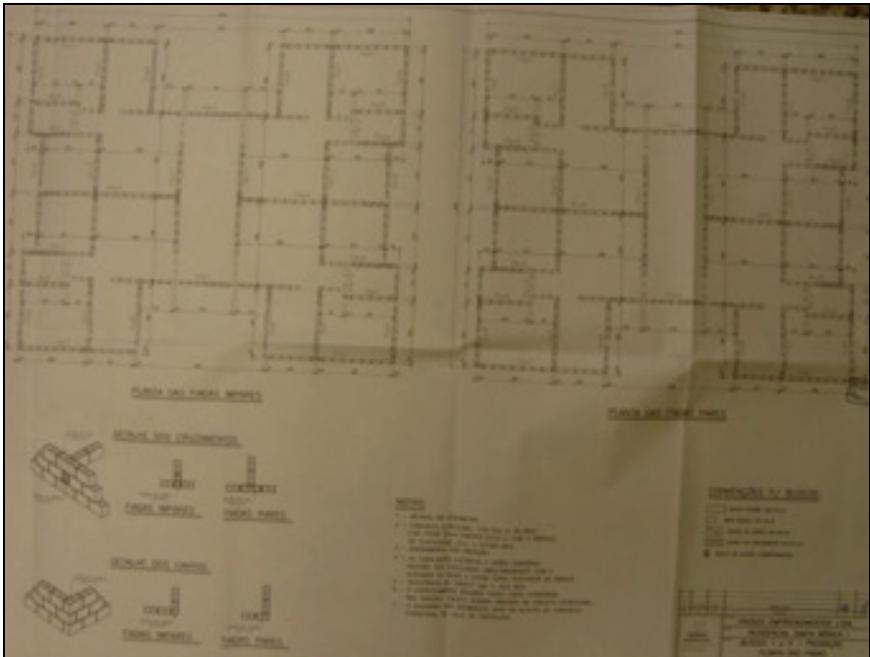


Figura 48 - Planta das fiadas par e ímpar dos residenciais A2 e A3.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

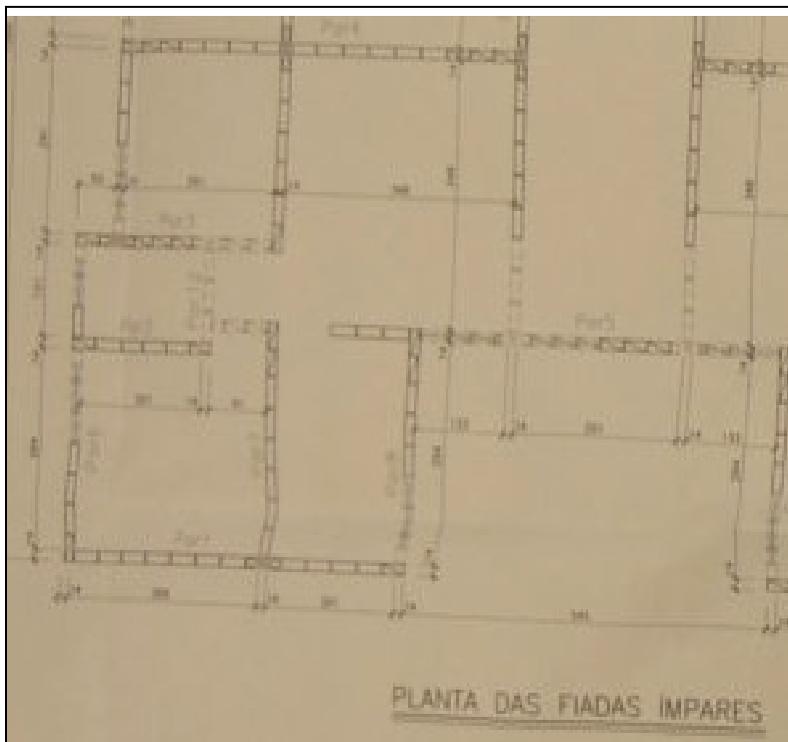


Figura 49 - Detalhe da planta da fiada ímpar dos residenciais A2 e A3.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

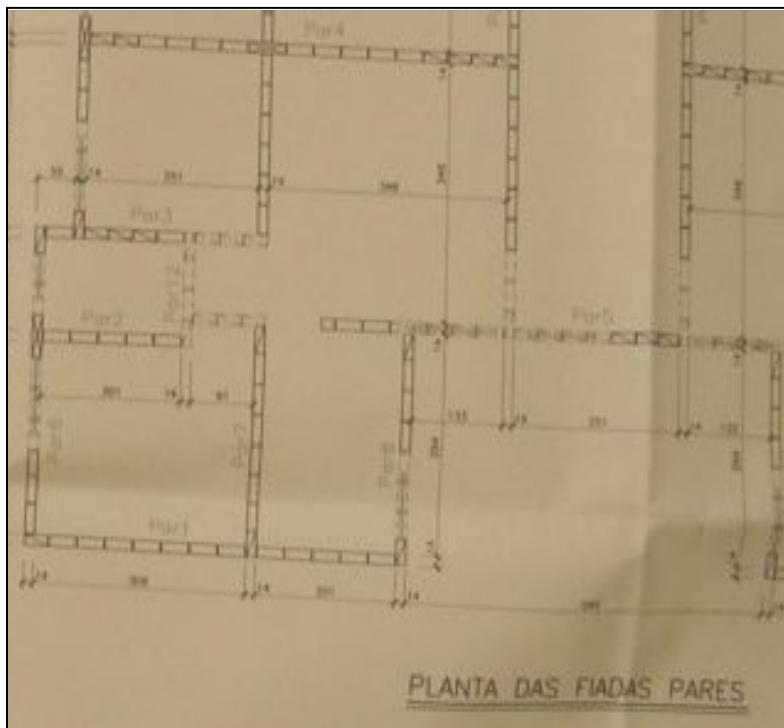


Figura 50 - Detalhe da planta da fiada par dos residenciais A2 e A3.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

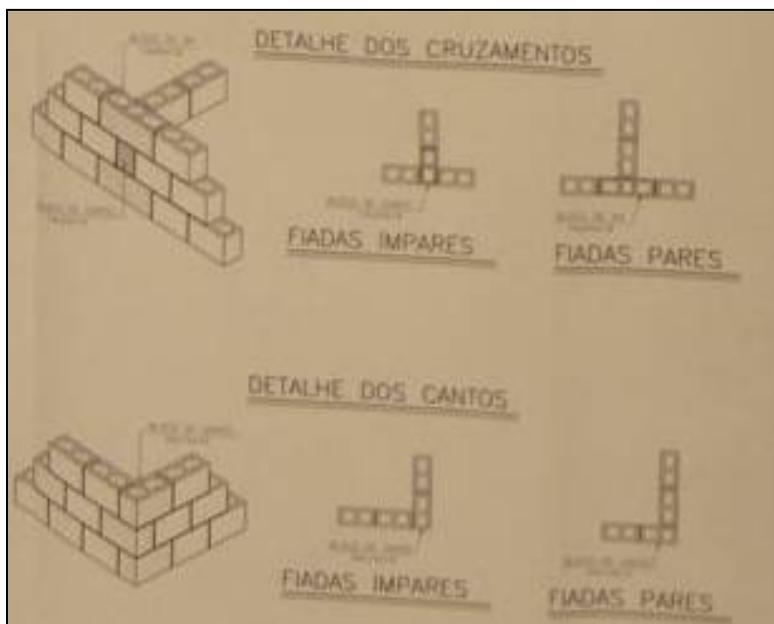


Figura 51 - Planta das interseções L e T dos residenciais A2 e A3.  
 Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

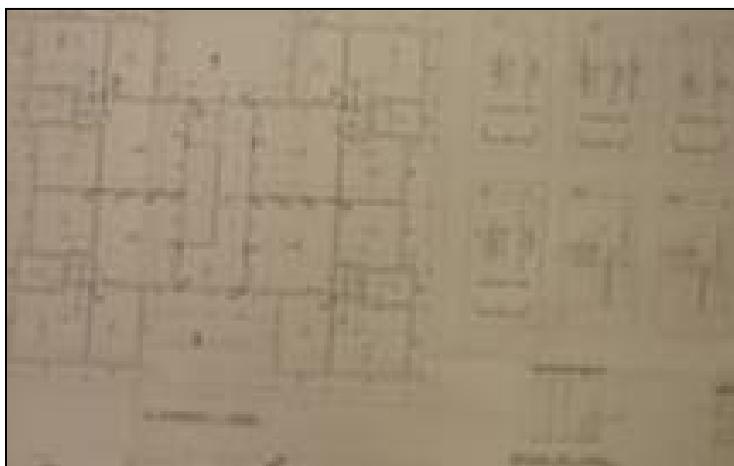


Figura 52 - Planta de forma dos residenciais A2 e A3.  
 Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

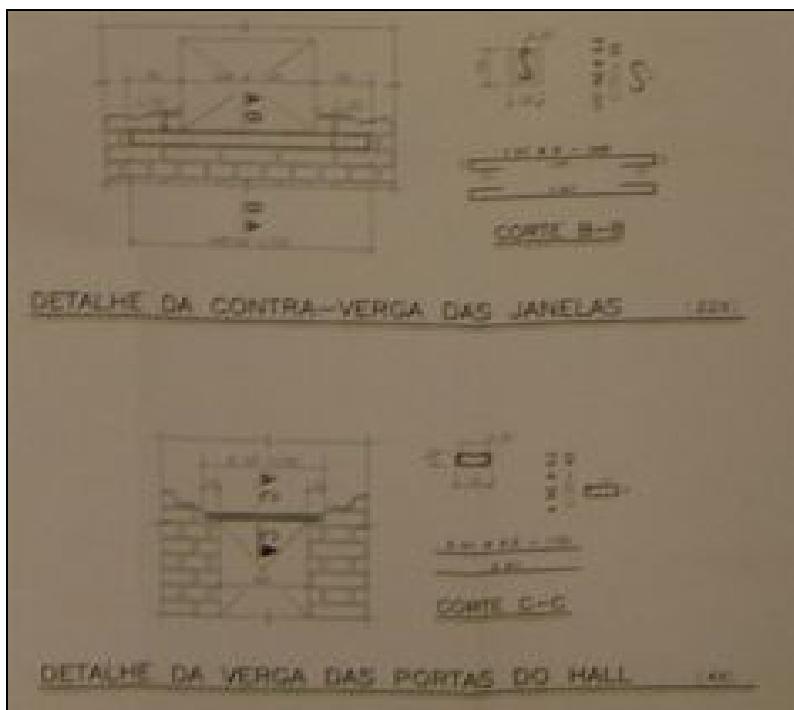


Figura 53 Detalhe de vergas e contra vergas dos residenciais A2 e A3.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

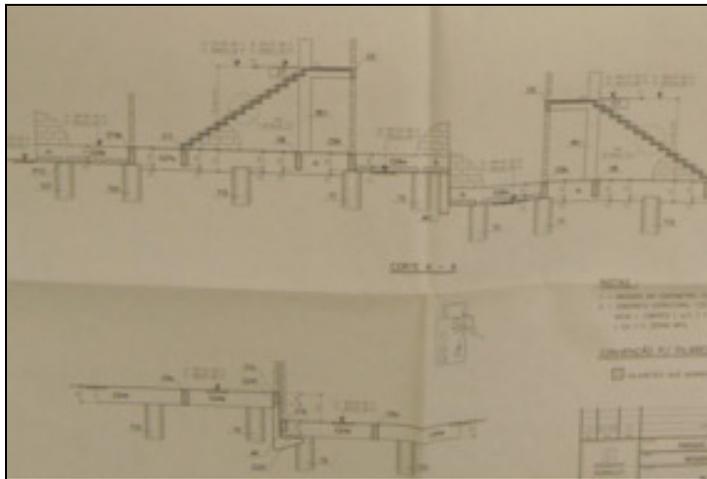


Figura 54 - Detalhe da transição da fundação dos residenciais A2 e A3.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

O projeto estrutural mostra a transição entre fundação e estrutura do prédio, figura 54. Mostra detalhes de cintas das alvenarias, Figura 52. Mostra detalhes de vergas e contra-vergas, Figura 53. Mostra detalhe das paredes com espessura de 14 cm e detalhe de fiadas pares e ímpares, Figuras 48, 49 e 50. Não mostra detalhe das elevações das paredes e não mostra detalhes de blocos grauteados. Mostra detalhes das interseções, L e T Figura 51. Não mostra detalhe da junta de dilatação da laje de cobertura, esta falha torna o projeto desconforme com a norma da ABNT, em um item importante que poderá trazer pontos críticos que irão contribuir para o surgimento de trincas das paredes do último pavimento, devido a movimentação térmica da laje, causadas por aumento de temperaturas. No projeto não existe presença de detalhes de *shafts*.

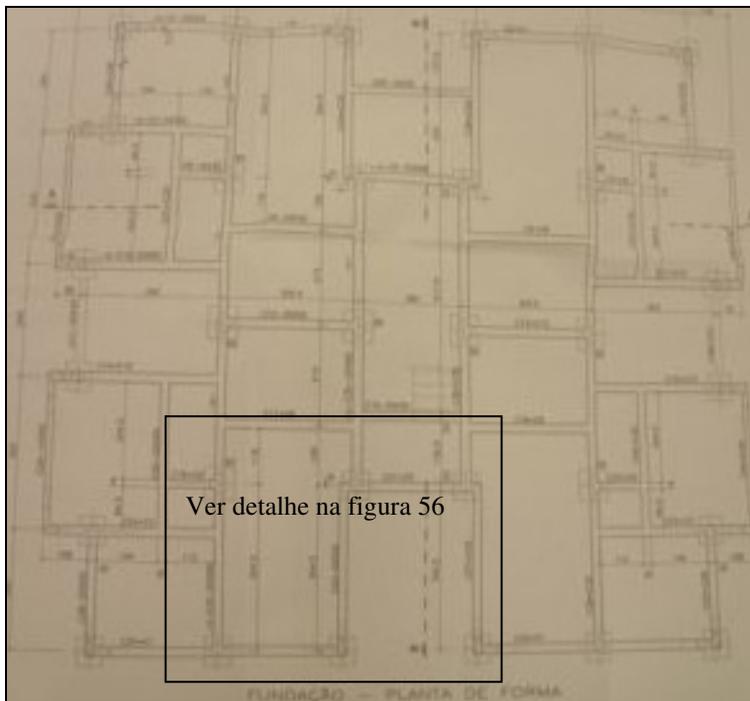


Figura 55 - Planta de forma da fundação do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

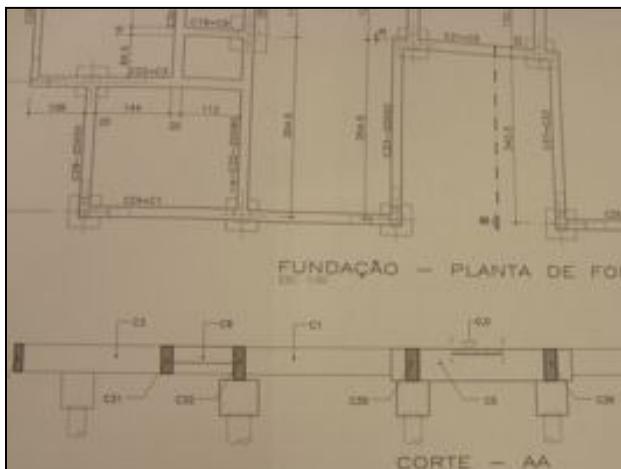


Figura 56 Detalhe da planta de forma e detalhe da transição da fundação do residencial A5.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

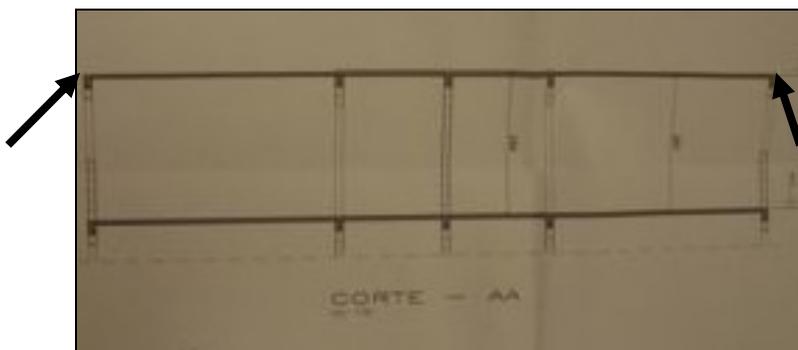


Figura 57 - Detalhe do corte da última laje do residencial A5.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

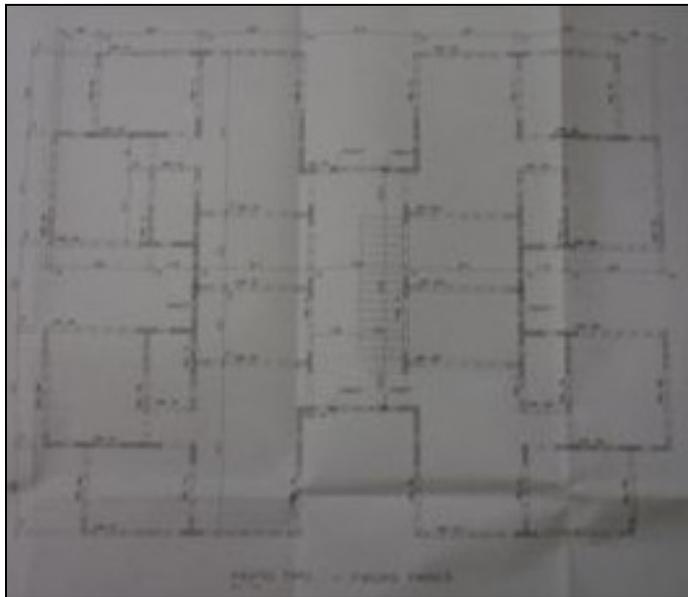


Figura 58 - Planta das fiadas pares do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

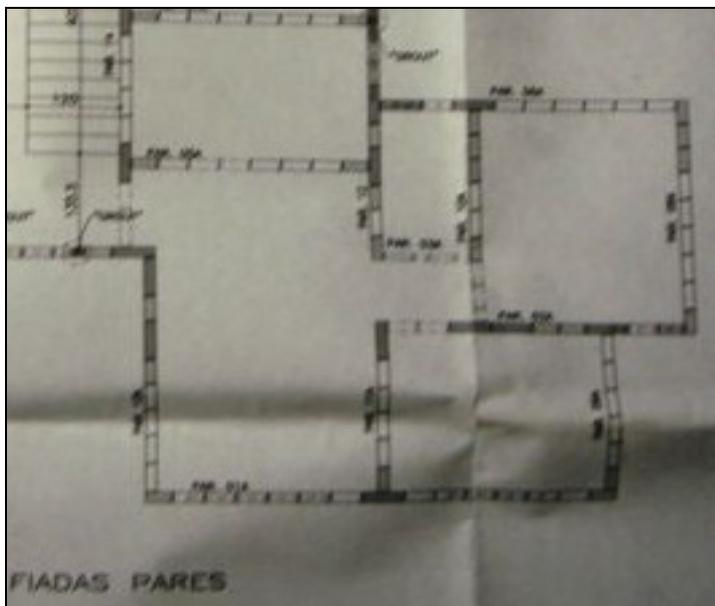


Figura 59 - Detalhe da planta das fiadas pares do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

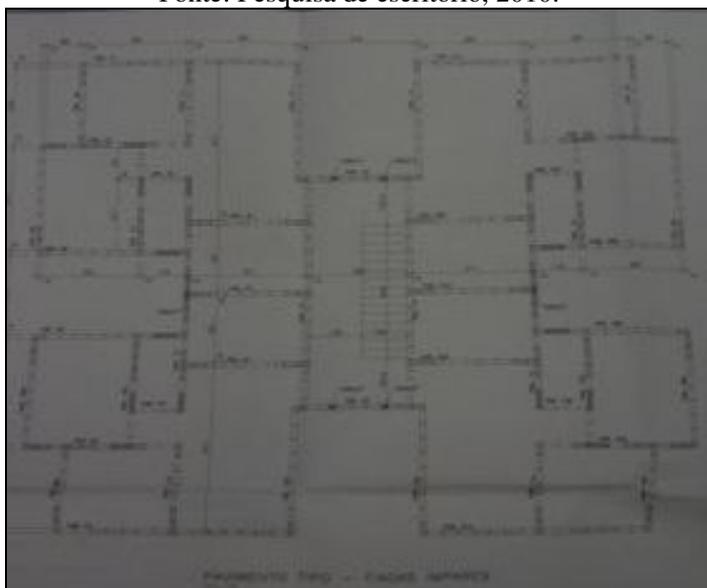


Figura 60 - Planta das fiadas ímpares do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

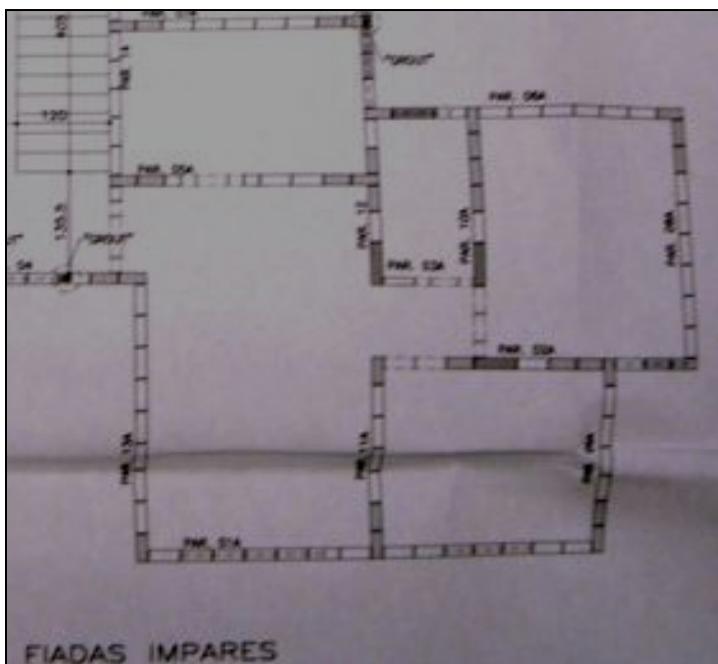


Figura 61 - Detalhe das fiadas ímpares do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.



Figura 62 - Detalhe das interseções L do residencial A5.  
 Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

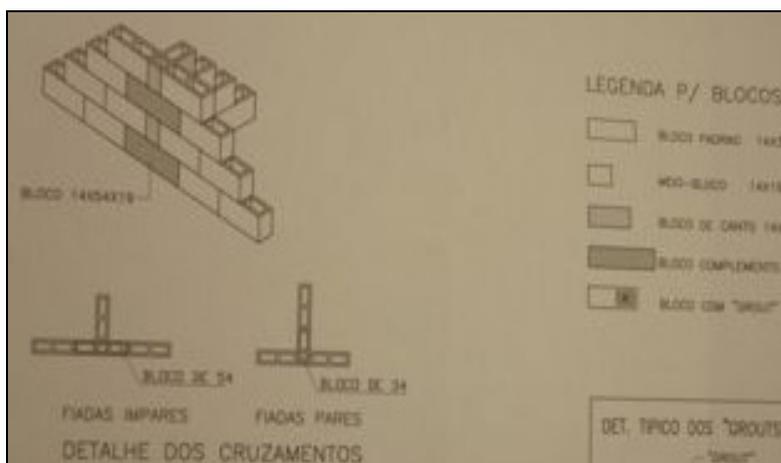


Figura 63 - Detalhe das interseções T do residencial A5.  
 Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

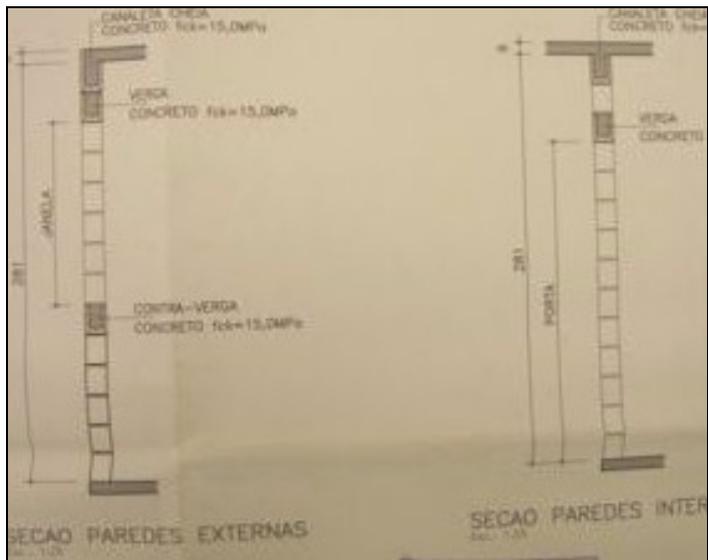


Figura 64 - Detalhe das elevações das paredes externas do residencial A5  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

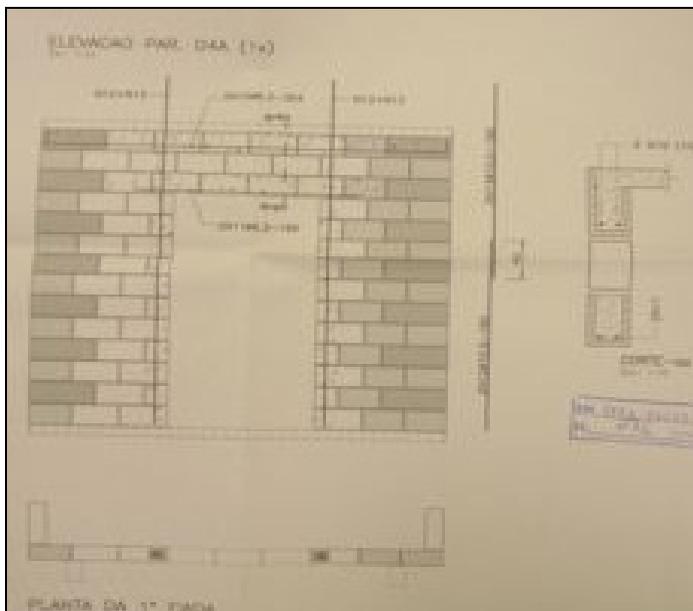


Figura 65 - Detalhe das elevações e primeira fiada do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

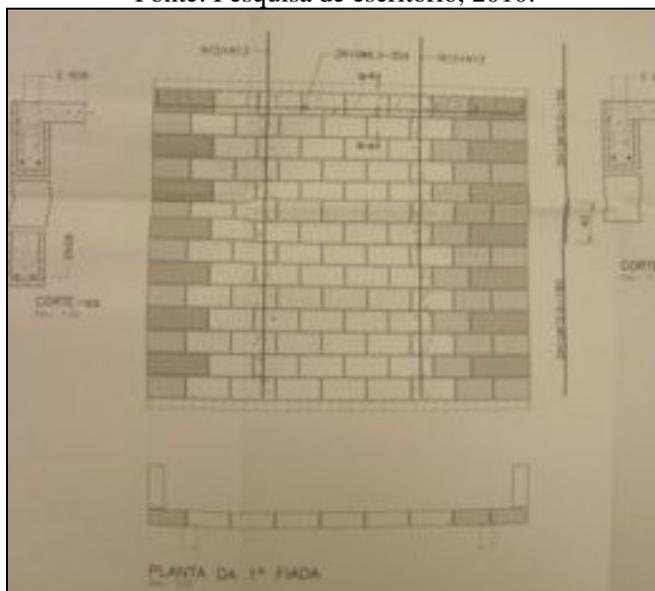


Figura 66 - Detalhe das elevações das paredes do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

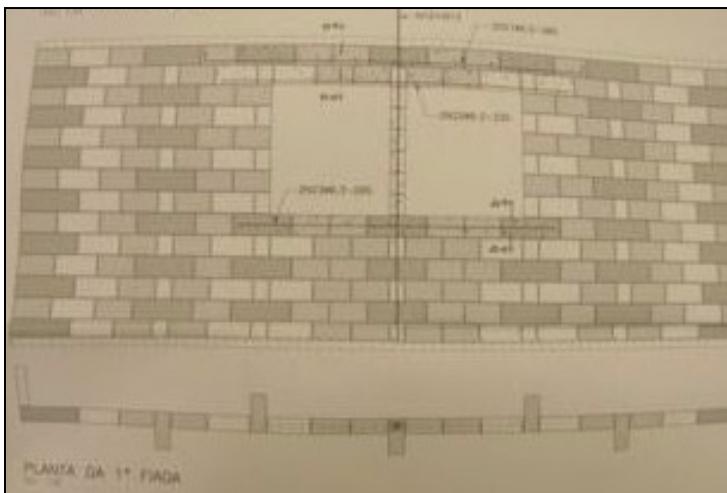


Figura 67 - Detalhe das elevações das paredes do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

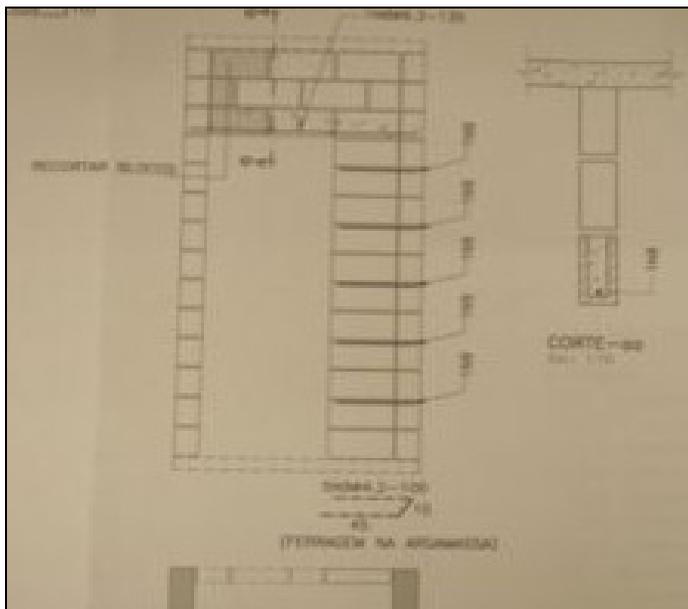


Figura 68 - Detalhe das paredes do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

O projeto estrutural mostra a transição entre fundação e estrutura do prédio, Figura 56. Mostra detalhes de cintas das alvenarias, detalhes de vergas e contra-vergas e elevações das alvenarias, Figuras 64, 65, 66, 67 e 68. Não mostra detalhe das paredes com espessura mínima de 14 cm. Mostram detalhe de fiadas pares e ímpares, Figuras 58, 59, 60 e 61. Mostra detalhes de blocos grateados e detalhes das interseções, L e T, Figuras 62 e 63. Não mostra detalhe da junta de dilatação da laje de cobertura, Figura 57, esta falha torna o projeto desconforme com a norma da ABNT, em um item importante que poderá trazer pontos críticos que irão contribuir para o surgimento de trincas das paredes do último pavimento, devido a movimentação térmica da laje causadas por aumento de temperaturas. No projeto estrutural não existem detalhes de *shafts*, conforme pode ser verificado na planta de forma Figura 55.

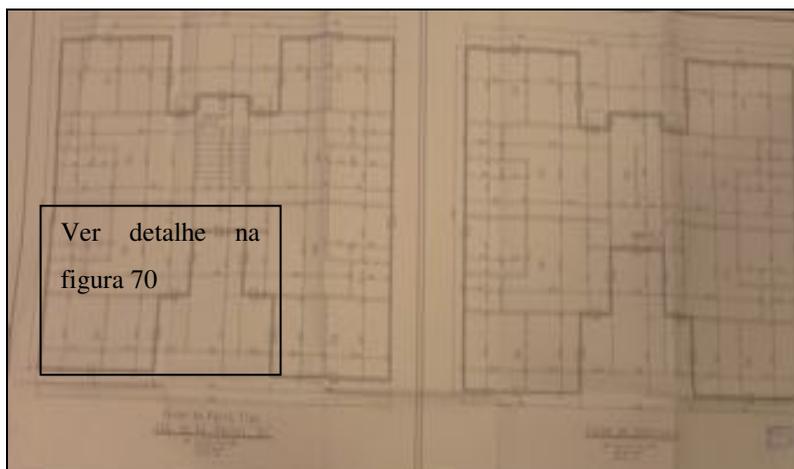


Figura 69 - Planta de forma do residencial A10 e A14.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

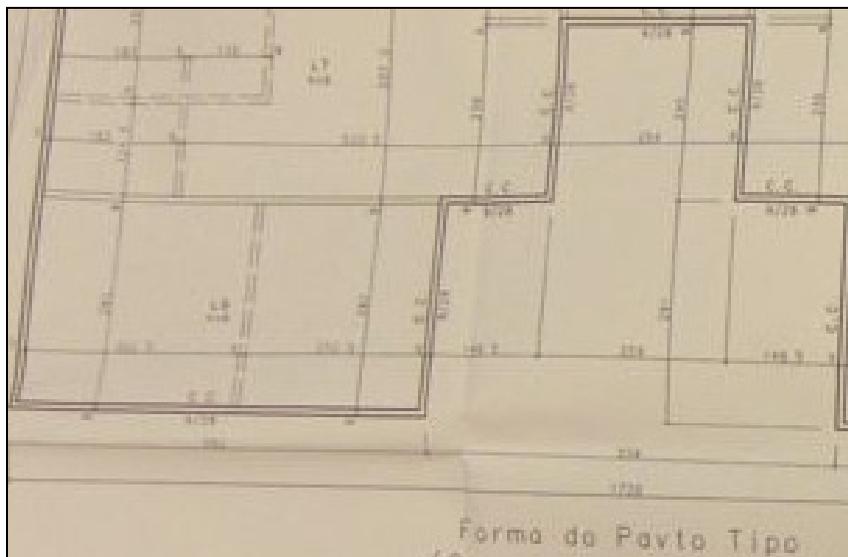


Figura 70 - Detalhe da planta de forma do residencial A10 e A14.  
 Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

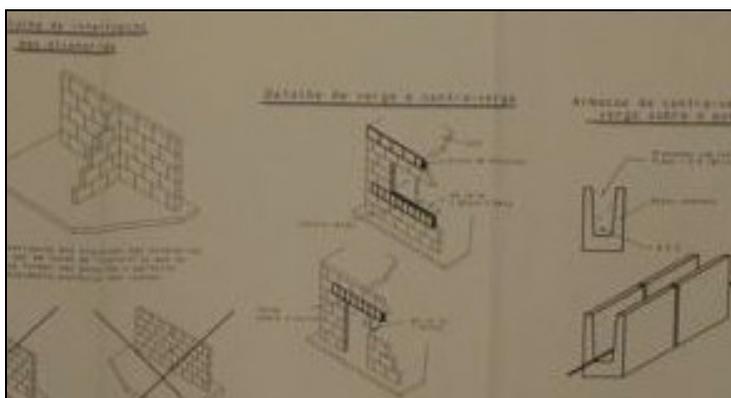


Figura 71 - Detalhe da interseção das paredes e das vergas do residencial A10 e A14.  
 Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

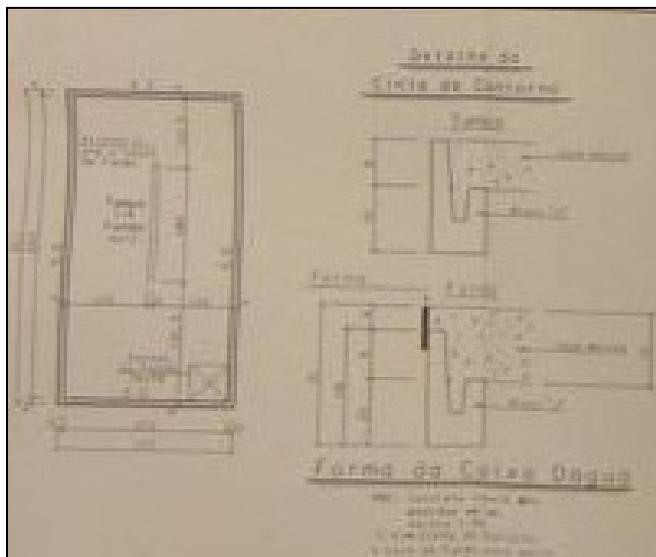


Figura 72 - Detalhe dos apoios das lajes externas do residencial A10 e A14.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

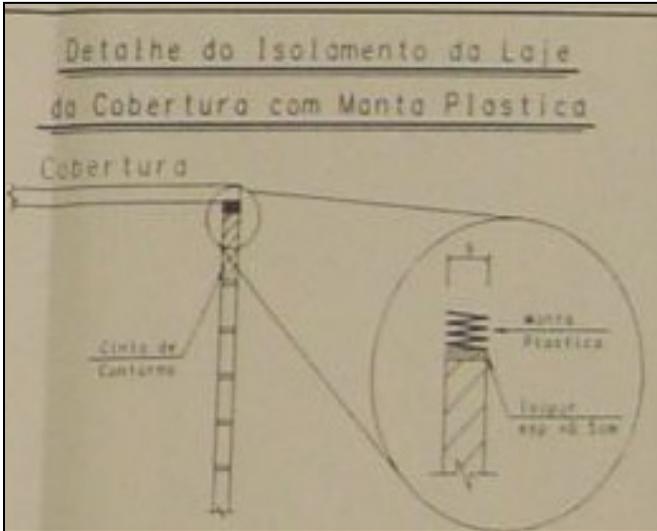


Figura 73 - Detalhe dos apoios das lajes da cobertura do residencial A10 e A14.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

O projeto estrutural detalha a junta que irá permitir a movimentação da laje de cobertura, mecanismo que minimiza o aparecimento de fissuras na parede do último pavimento, Figura 73. As Figuras 69 e 70 mostram detalhes das formas sem presença de *shafts* para tubulações. As cintas das alvenarias e detalhes de vergas e contra-vergas são vistos nas Figuras 71 e 72. O projeto não cumpre determinações normativas quanto às espessuras de paredes, pois foi elaborado com paredes de 9 cm de espessura contrariando a norma 10.837/89. Esta falha poderá contribuir para o aparecimento de trincas devido ao cisalhamento ou por esmagamento da primeira fiada de blocos do primeiro pavimento.

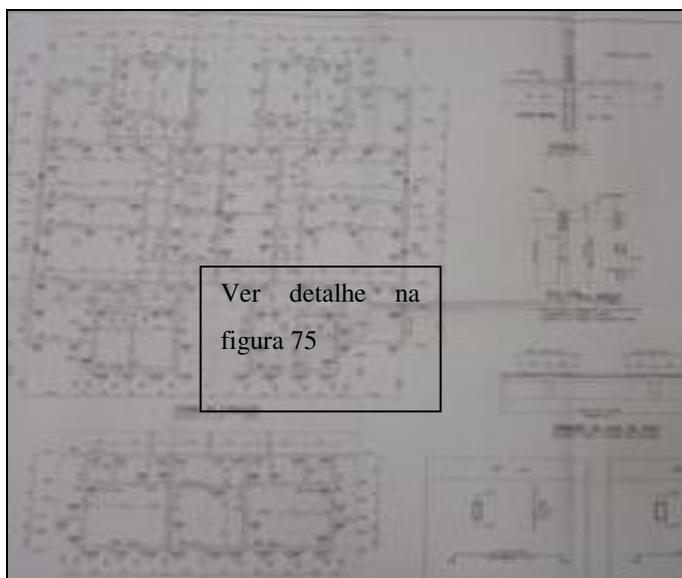


Figura 74 - Planta de forma da fundação do residencial A15.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

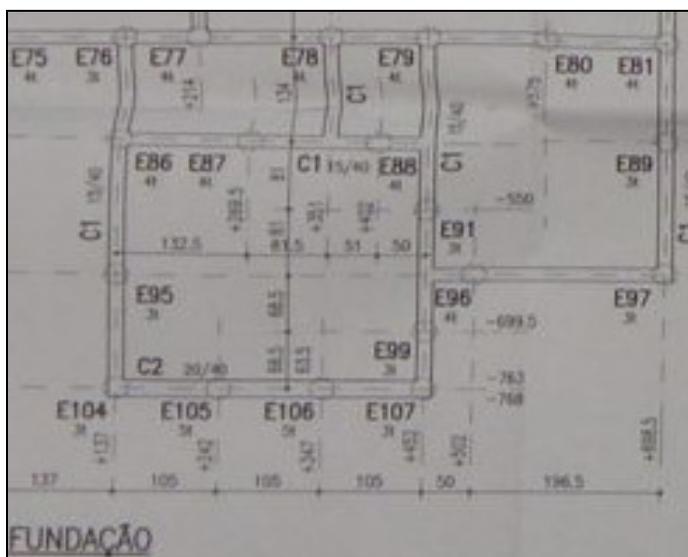


Figura 75 - Detalhe da planta de forma da fundação do residencial A15.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

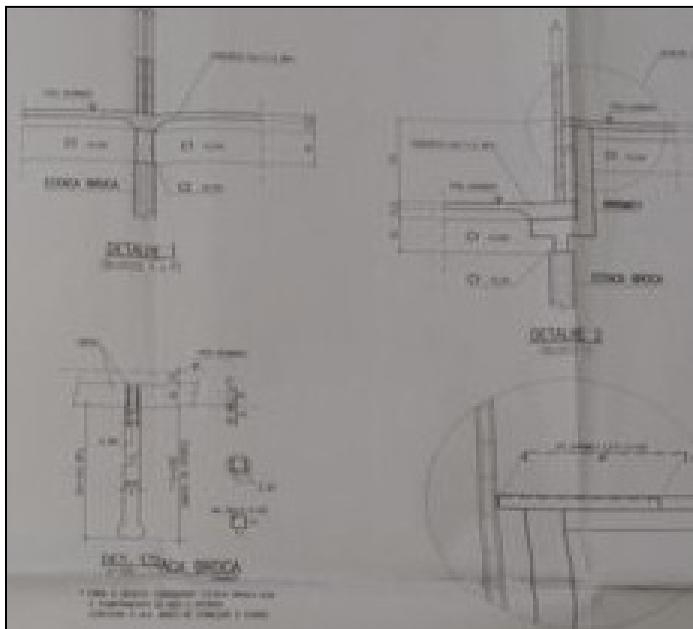


Figura 76 - Detalhe transição da fundação do residencial A15.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

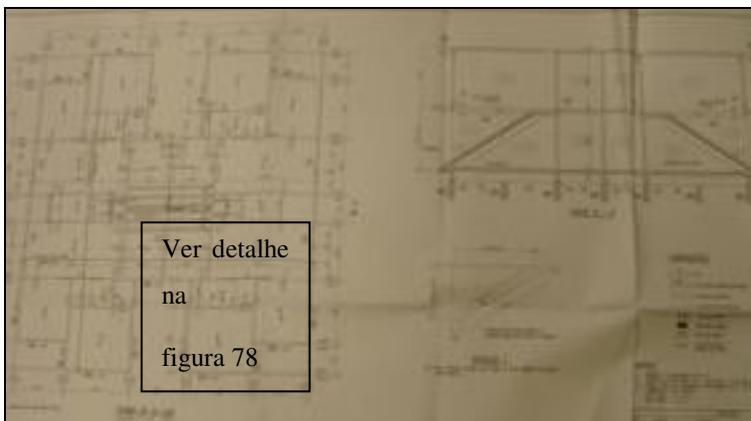


Figura 77 - Planta de forma do pavimento tipo do residencial A15.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

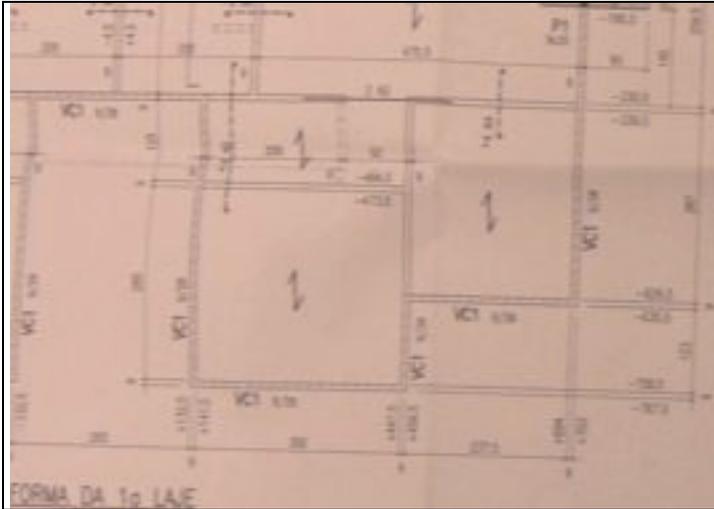


Figura 78 - Detalhe da planta de forma do pavimento tipo do residencial A15.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.



Figura 79 - Detalhe do corte planta de forma do residencial A15

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

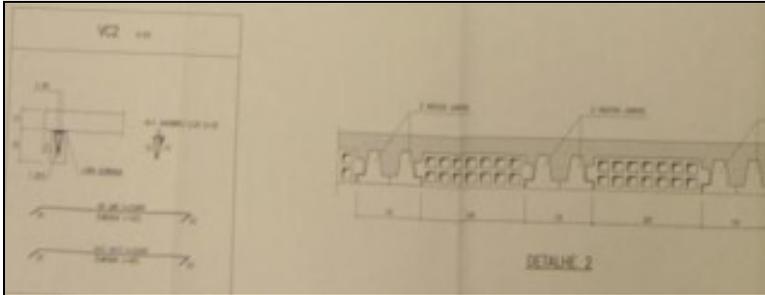


Figura 80 - Detalhe das cintas e laje do residencial A15.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

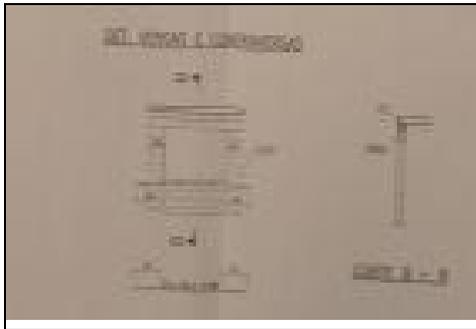


Figura 81 - Detalhe das vergas e contra-vergas do residencial A15.

Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

O projeto estrutural mostra a transição entre fundação e estrutura do prédio, Figura 79. Mostra detalhes de cintas das alvenarias, detalhes de vergas e contra-vergas, Figuras 80 e 81. O projeto não cumpre determinações normativas quanto às espessuras de paredes, pois foi elaborado com paredes de 9 cm de espessura contrariando a norma 10.837/89. Esta falha irá contribuir para o aparecimento de trincas devido ao cisalhamento ou por esmagamento da primeira fiada de blocos do primeiro pavimento. Não mostra detalhe da junta de dilatação da laje de cobertura, Figura 79, esta falha torna o projeto desconforme com a norma da ABNT, supra citada, em um item importante que poderá trazer pontos críticos que irão contribuir para o surgimento de fissuras das paredes do último pavimento, devido a movimentação térmica da laje causadas por aumento de temperaturas. No projeto estrutural não existem detalhes de *shafts*, conforme pode ser verificado na planta de forma Figura 78.

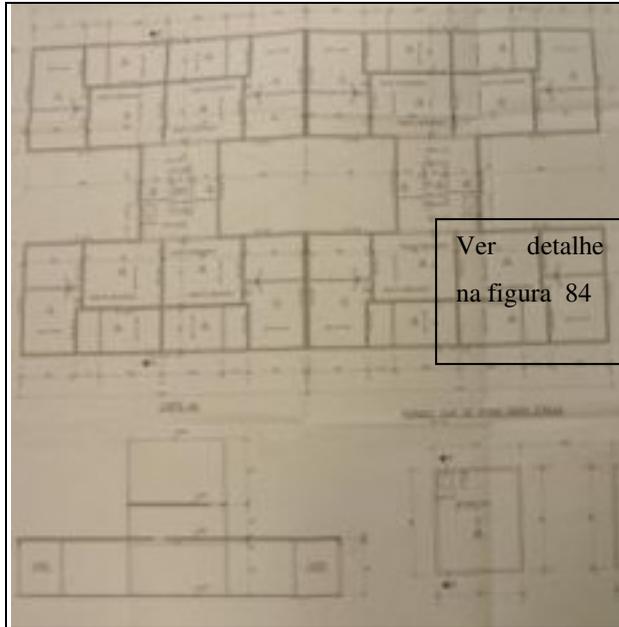


Figura 82 - Planta de formas do residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

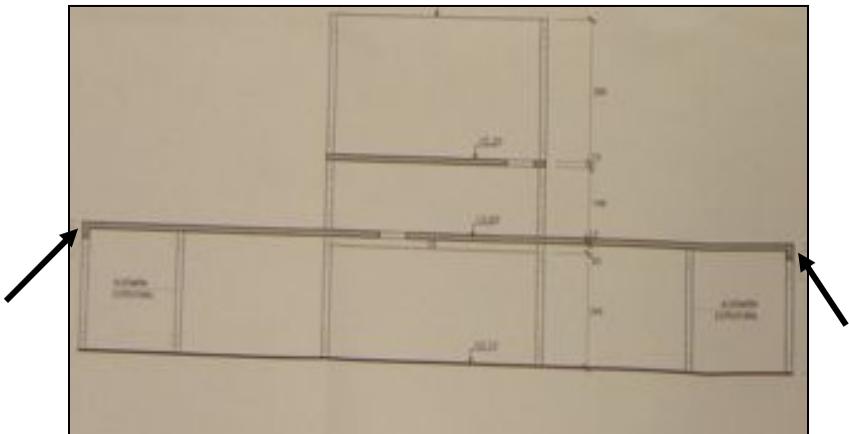


Figura 83 - Corte da Planta de formas do residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de escritório 2010

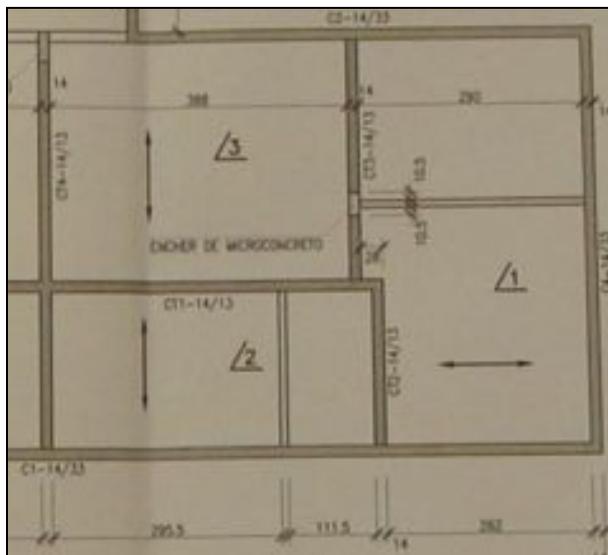


Figura 84 - Detalhe da planta de formas do residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

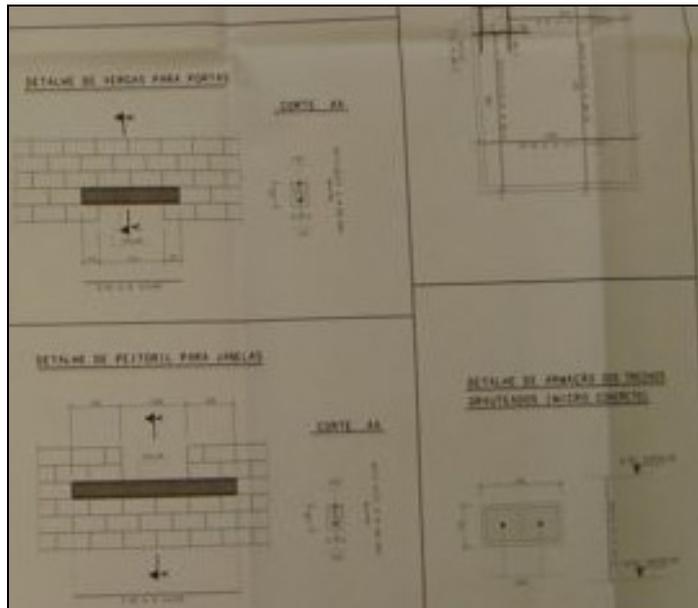


Figura 85 - Detalhe de vergas e contra-vergas do residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

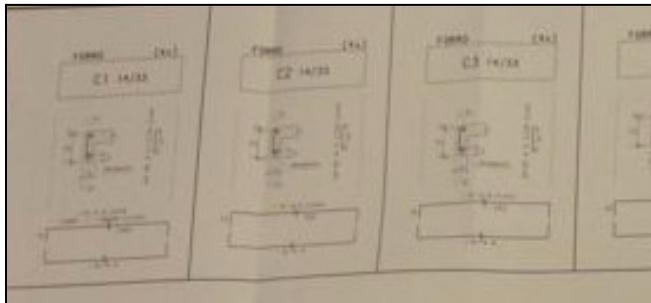


Figura 86 - Detalhe das cintas de alvenarias do residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

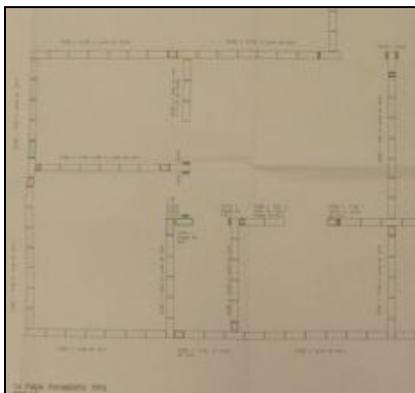


Figura 87 - Detalhe da planta da fiada ímpar do residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

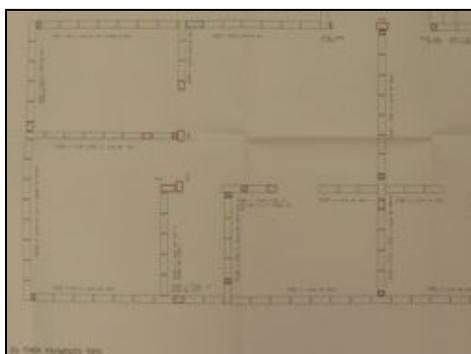


Figura 88 - Detalhe da planta da fiada par do residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.



Figura 89 - Detalhe da interseção L residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

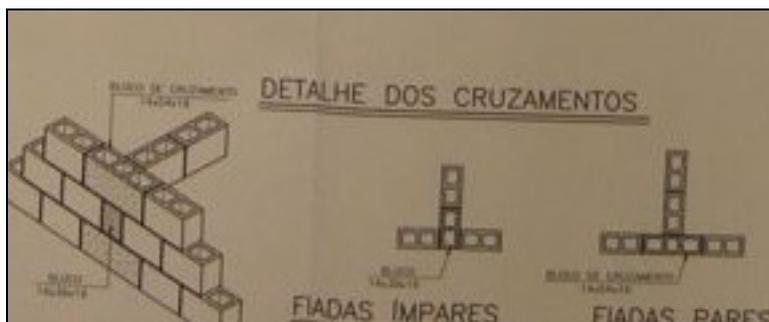


Figura 90 - Detalhe da interseção T residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

O projeto estrutural mostra detalhes de cintas das alvenarias, detalhes de vergas e contra-vergas, Figuras 85 e 86. O projeto atende a NBR 10.837/89. Quanto as espessuras das paredes, foi elaborado com paredes de 14 cm de espessura. Não mostra detalhe da junta de dilatação da laje de cobertura, (Figura 83), esta falha torna o projeto desconforme com a norma da ABNT em um item importante que poderá trazer pontos críticos que irão contribuir para o surgimento de fissuras das paredes do último pavimento, devido a movimentação térmica da laje causada por aumento de temperaturas. No projeto estrutural não existem detalhes de *shafts*, conforme pode ser verificado na planta de forma Figuras 82 e 84.

Após a realização da pesquisa nos projetos estruturais dos residenciais, conclui-se que os projetos dos empreendimentos, observaram-se os seguintes resultados, de acordo com a Figura 91:

- a) 80% apresentam plantas de 1ª e 2ª fiadas;
- b) 80% apresentam paginação de todas as paredes;
- c) 93% detalham adequadamente as interseções de paredes;
- d) 80% utilizam adequadamente a família de blocos;
- e) 93% apresentam detalhes construtivos em escala adequada;
- f) 100% trazem os detalhes completos de vergas, coxins, cintas etc.;
- g) 0% consideram a possibilidade de danos acidentais;
- h) 100% provêem continuidade entre as lajes (diafragma rígido);
- i) 0% indicam juntas de controle e dilatação;
- j) 80% indicam blocos, argamassa e graute por pavimento
- k) 80% detalham juntas com 1 cm completamente preenchidas;
- l) 100% aparentam rigidez na transição/fundação;
- m) 13% detalham adequadamente a laje de cobertura.

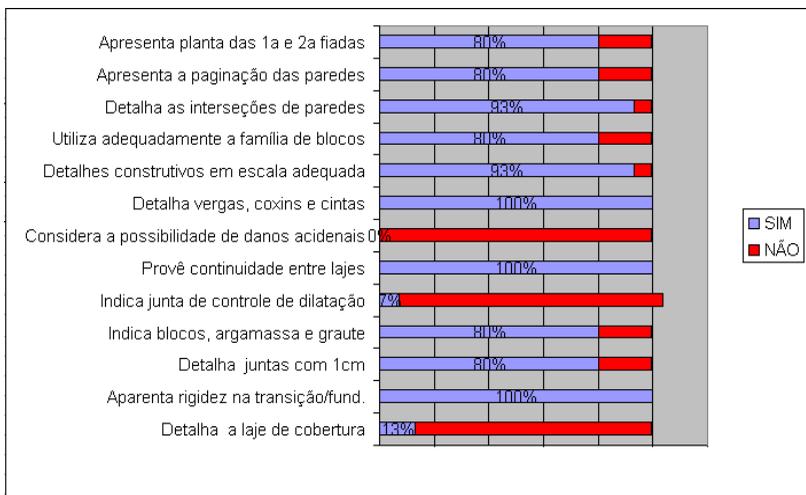


Figura 91 - O projeto estrutural  
 Fonte: Pesquisa de escritório 2009 e 2010.

### 4.3 ANÁLISE DOS PROJETOS DE INSTALAÇÕES DE EMPREENDIMENTOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL

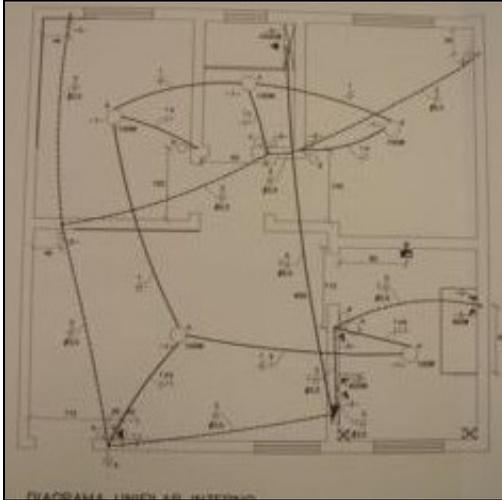


Figura 92 - Projeto Elétrico básico.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

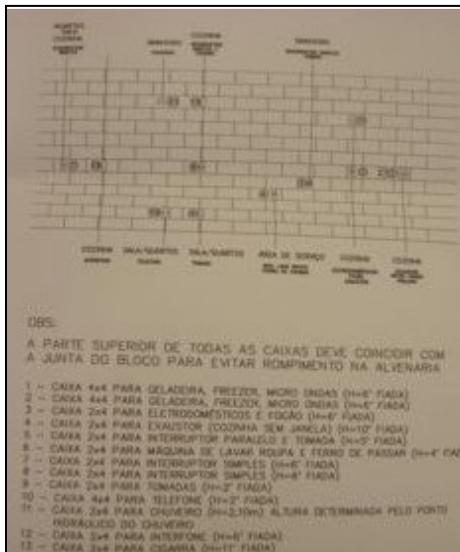


Figura 93 - Detalhe do Projeto Elétrico básico.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

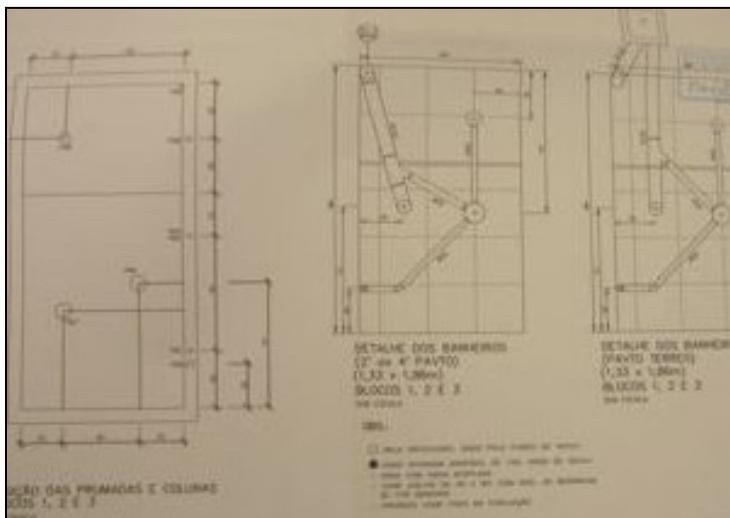


Figura 94 - Projeto Hidráulico básico dos banheiros.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

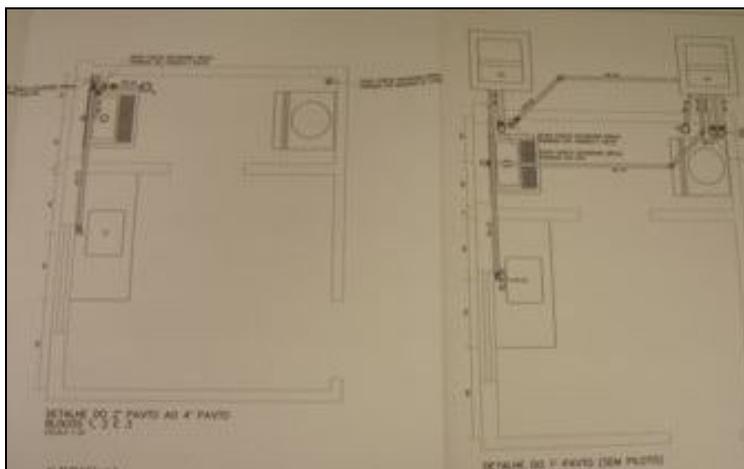


Figura 95 - Projeto Hidráulico básico das cozinhas.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.



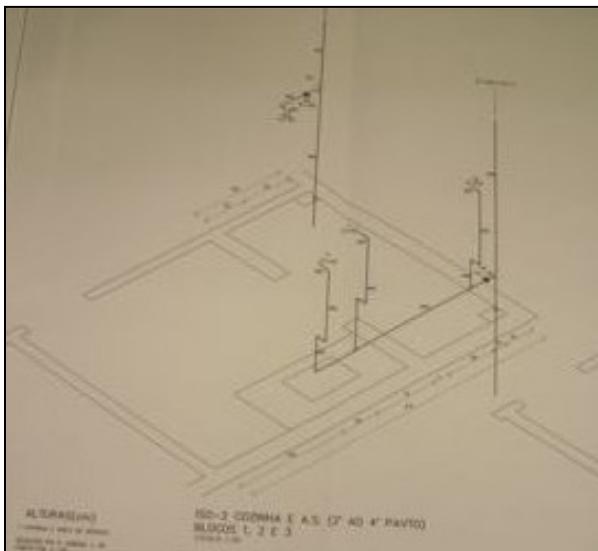


Figura 98 - Isométrico do projeto hidráulico básico.  
Fonte: Pesquisa de escritório, 2010.

No projeto elétrico observou-se o uso dos próprios furos dos blocos para passagem dos eletrodutos. Havia recomendações para não cortar paredes. Na Figura 93 foi mostrado os detalhes de embutimento de tomadas e interruptores, encaixadas previamente nos blocos. O projeto Hidrosanitário, fez uso de *shafts* para passagem de tubulações verticais. As tubulações horizontais estão passando sob a laje de piso e protegidas por forros de gesso, (Figura 98). Foram detalhadas as tubulações de esgoto nas pias e tanques, ficando externas às paredes estruturais. Como conclusão pode-se afirmar que 100% dos projetos de instalações têm detalhamentos compatíveis com estruturas autoportantes.

#### 4.4 DADOS OBTIDOS NAS VISITAS AOS EMPREENDIMENTOS CONSTRUÍDOS PELO PAR

Todos os empreendimentos pesquisados foram executados em alvenaria estrutural com blocos de concreto ou cerâmicos, as fundações em tubulões ou estacas. A pesquisa foi realizada na parte externa e interna dos edifícios. Internamente foram pesquisados apartamentos em posições variadas do prédio, devido as dificuldades de encontrar moradores nos locais. Externamente foram pesquisados todos os blocos, fotografadas e catalogadas todas as anomalias encontradas nas fachadas.

Não foi constatada nenhuma modificação por parte dos arrendatários que viessem a intervir nas estruturas dos prédios.

#### 4.4.1 Residencial A1

O empreendimento tem idade de 42 meses, com 60 apartamentos foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto, a fundação em tubulão. Observam-se nas Figuras 99 e 165, 166, 167, 168, 169 do apêndice as seguintes manifestações patológicas nas fachadas.

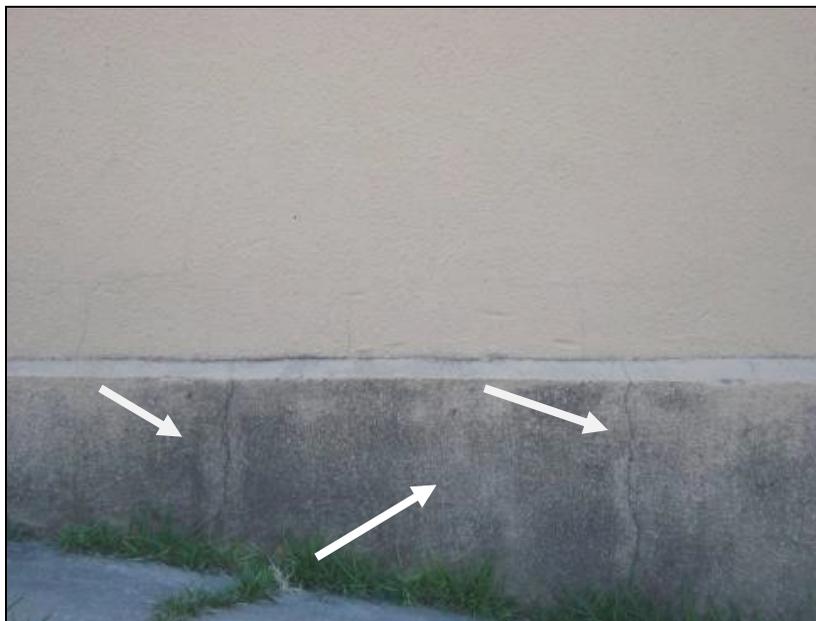


Figura 99 - Patologias na fachada residencial A1.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

Na Figuras 99 e figuras 167 do apêndice, observam-se a presença de fissuras e de manchas escuras na base das paredes, as manchas são causadas pelos fungos que surgem com a presença da umidade proveniente da fundação, por falta de impermeabilização dos baldrames da fundação

As patologias encontradas internamente nos apartamentos pesquisados, foram infiltrações na parede do quarto no andar térreo causada

por fissura na fachada e por falta de impermeabilização entre o marco da janela e a alvenaria, conforme a Figura 100.

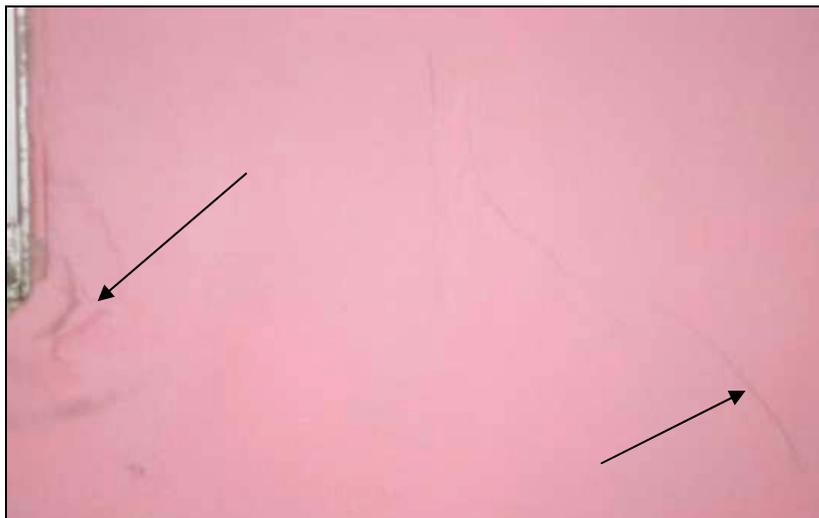


Figura 100 - Infiltração na parede causada por fissura na fachada residencial A1.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

Não foram observadas trincas nos cantos das aberturas de vãos de janelas e portas, causadas por falta de vergas ou contra-vergas.

Observou-se que o telhado é livre sem presença de calhas, mas com a presença de juntas de dilatação na laje com a parede do último pavimento, conforme Figuras 101 e 170, 171 do apêndice.



Figura 101 - Telhado residencial A1.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

#### 4.4.2 Residencial A2

O empreendimento tem 42 meses de existência, possui 64 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto e fundação em tubulão. Foram pesquisados 8 apartamentos, conforme disponibilidade dos moradores.

Observaram-se patologias em fachadas, conforme Figuras 102, 103, 104 e 172, 173, 174, 176 do apêndice .

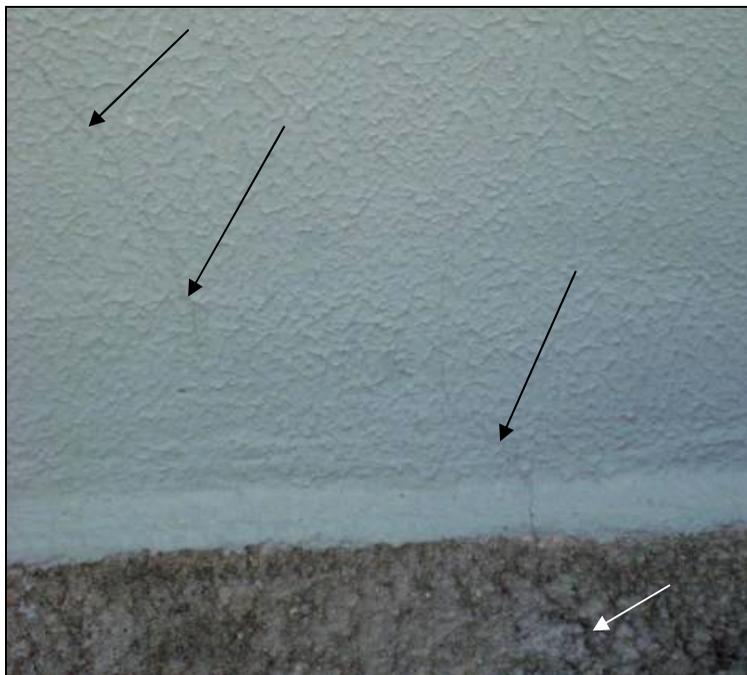


Figura 102 - Patologia em fachada residencial A2.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

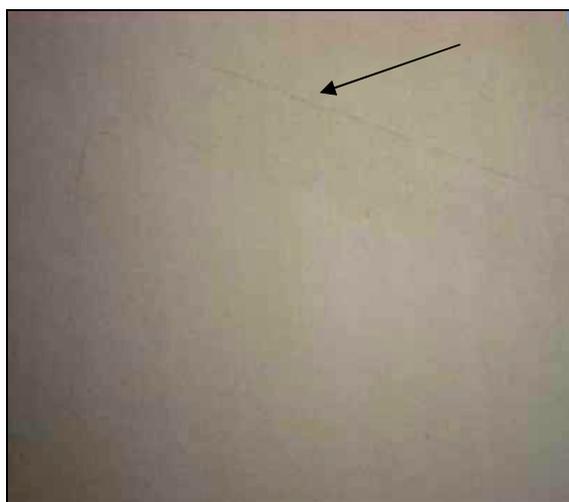


Figura 103 - Patologia em fachada residencial A2.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 104 - Patologia em fachada residencial A2.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

Não foram observadas patologias internamente nos apartamentos pesquisados e nem infiltração causadas por vazamento no telhado. Não foi observada infiltração no andar térreo vindas do solo, provenientes da umidade natural do solo.

Observaram-se trincas nos cantos das aberturas de vãos de janelas, apenas na parte externa, ver, Figura 105.

Figura 106 apresenta fissura na laje de piso, patologia típica de retração de laje de concreto (THOMAZ, 1995); a retração de lajes poderá provocar compressão de pisos cerâmicos, somando-se a esse inconveniente à deflexão promovida pela retração diferenciada do concreto entre as regiões armadas e não armadas da laje, poderão causar fissuras nas próprias lajes.

Observou-se que o telhado é livre sem presença de calhas, conforme Figura 107 e 177, 178 do apêndice, presença de saliência na junção laje e parede do último andar, o que deixa dúvida de ser ou não uma junta de dilatação, ver Figura 107.

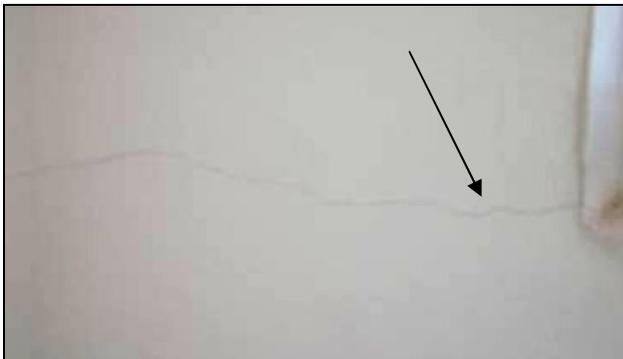


Figura 105 - Fissura no canto de abertura do residencial A2.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 106 - Fissura no piso residencial A2.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 107 - Telhado residencial A2.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

#### 4.4.3 Residencial A3

O empreendimento tem 42 meses de existência, possui 148 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto e fundação em tubulão. Foram pesquisados 14 apartamentos, todos conforme disponibilidade dos proprietários.

Observaram-se patologias em fachadas, conforme Figuras 108 e 179 do apêndice.

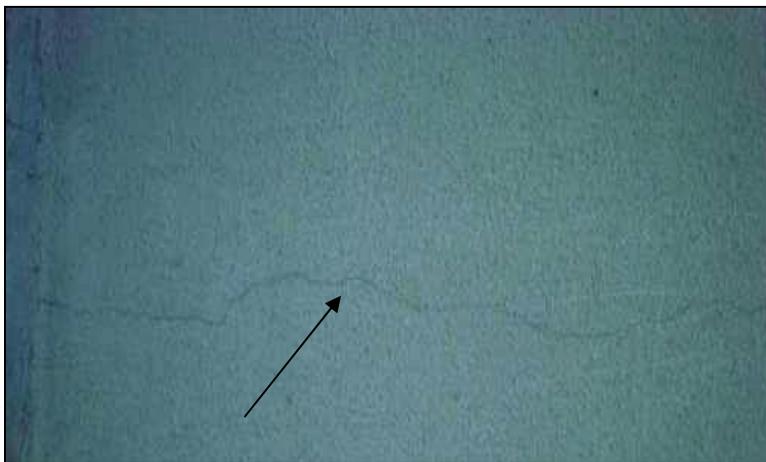


Figura 108 - Patologia em fachada residencial A3.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

Não foram encontradas patologias internamente aos apartamentos pesquisados e nem infiltração causada por vazamento no telhado. Não foi observada infiltração no andar térreo vindas do solo, provenientes da umidade natural do solo e nem trincas nos cantos das aberturas de vãos de janelas, causadas por falta de vergas ou contra-vergas. As fissuras encontradas são típicas de retração de alvenaria por movimentação térmica.

Os prédios têm telhados livre sem presença de calhas.

#### 4.4.4 Residencial A4

O empreendimento tem 36 meses de existência, possui 320 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto e fundação em tubulão. Foram pesquisados 26 apartamentos, conforme disponibilidade dos moradores.

Não foram observadas manifestações patológicas em fachadas, um fato curioso é que neste residencial verificou-se que todas as tubulações elétricas e esgotos sanitários ficam externas nas fachadas, o que vem facilitar as manutenções eliminando infiltrações, com menor chan-

ce de surgirem patologias nos edifícios, trocando a estética pela funcionalidade, ver Figuras 109 e 180 do apêndice.

Não foram encontradas patologias internamente aos apartamentos pesquisados e nem infiltração causada por vazamento no telhado. Foi observada a presença de manchas escuras causadas por infiltração no andar térreo vindas do solo, provenientes da umidade natural, (ver Figura 109), não foram observados fissuras nos cantos das aberturas de vãos de janelas e portas.

O telhado é livre sem presença de calhas, ver Figura 109.



Figura 109 Tubulações externas do residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

#### 4.4.5 Residencial A5

O empreendimento tem 84 meses de existência, possui 96 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto e fundação com trado mecânico. Foram pesquisados 10 apartamentos, todos conforme disponibilidade dos moradores.

Observaram-se patologias em fachadas, conforme Figuras 110, 111, 112 e 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190 do apêndice. Essas patologias na maioria foram causadas por infiltração. Em alguns prédios são causadas por problemas de instalações em outros causados por umidade vindas do solo, também existem infiltrações por falta de manutenção em telhados, Figuras 113 e 114. Na Figura 110 aparece uma fissura típica de retração de laje intermediária. Thomaz e al, 1995, estudos mencionados na Suécia, indicam que fissuras horizontais, oriundas da retração de lajes, poderão surgir em paredes de andares intermediários, de edifícios construídos em alvenaria estrutural. Na Figura 118 aparece fissura de abertura por falta de verga em porta, ou execução inadequada da verga.

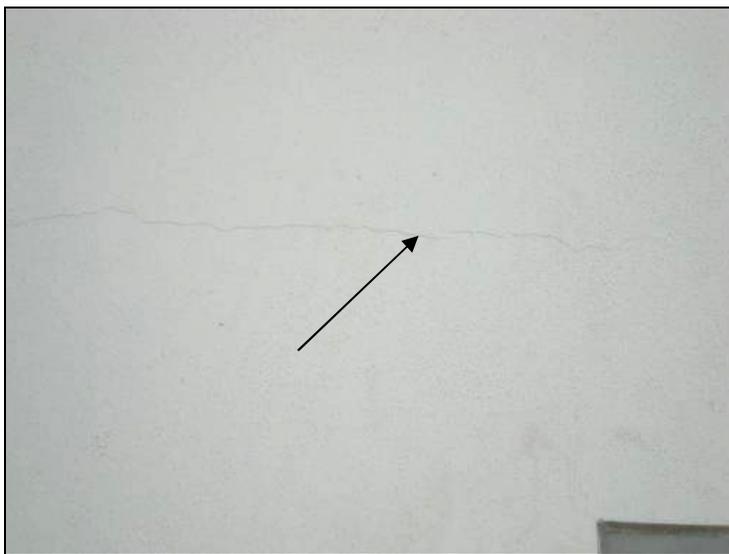


Figura 110 - Patologia em fachada residencial A5.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 111 - Patologia em fachada do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

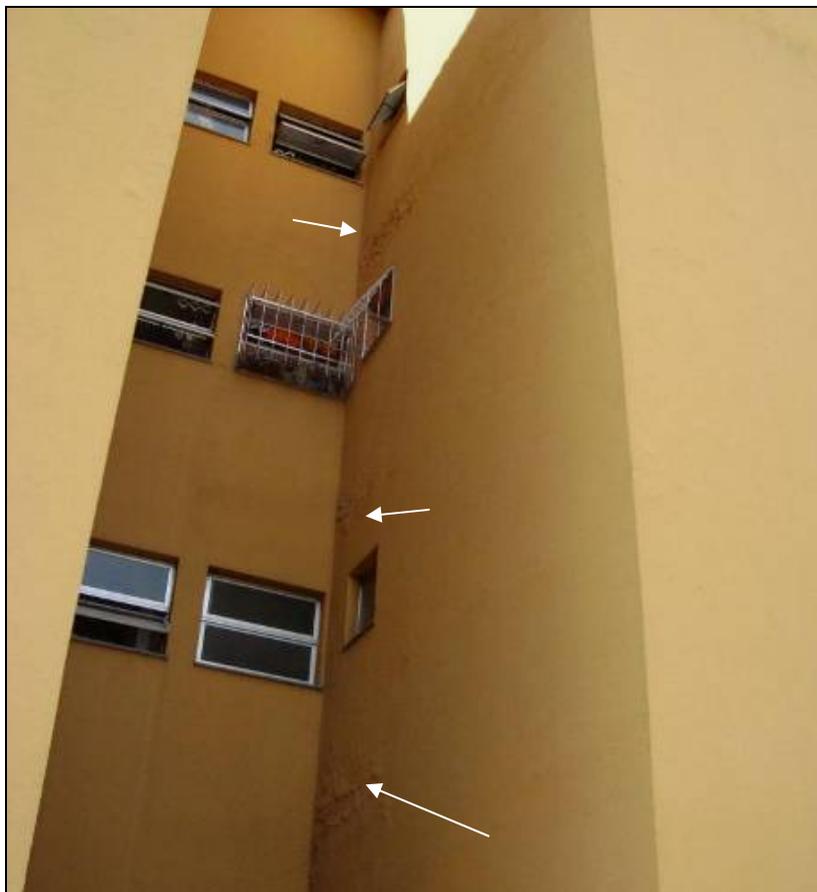


Figura 112 - Patologia em fachada do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 113 - Infiltração no banheiro residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

Observou-se infiltração causada por vazamento no telhado, Figura 138.



Figura 114 - Infiltração causada por vazamento no telhado residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

Foi observada infiltração no andar térreo vindas do solo, provenientes da umidade natural do solo, figuras 115, 116, 117 e 189, 190 do apêndice.



Figura 115 - Infiltração no andar térreo vindas do solo do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 116 - Infiltração no andar térreo vindas do solo residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 117 - Infiltração no andar térreo vindas do solo residencial A5.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

Foram observadas trincas nos cantos das aberturas de vãos de portas, causadas por falta de vergas ou contra-vergas, figuras 118 e 191 do apêndice.

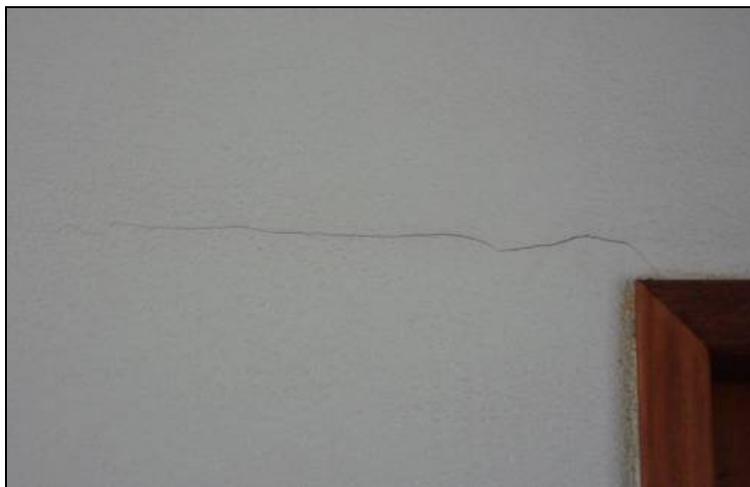


Figura 118 - Fissura do residencial A5.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

Telhado livre sem necessidade de calhas, evitando infiltrações por entupimento das calhas, figuras 119, 120 e 192 do apêndice.



Figura 119 - Telhado livre residencial A5.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 120 - Junta de dilatação inexistente residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

#### 4.4.6 Residencial A6

O empreendimento tem 38 meses de existência, possui 320 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto e fundação em tubulão. Foram pesquisados 26 apartamentos, a visita foi realizada conforme disponibilidade dos moradores.

Não foram encontradas patologias internamente nos apartamentos pesquisados e nem infiltração causada por vazamento no telhado. Não foi observada infiltração no andar térreo vindas do solo, provenientes da umidade natural do solo e nem fissuras nos cantos das aberturas de vãos de janelas e portas, causadas por falta de vergas ou contra-vergas.

Telhado embutido com necessidade de calhas, podendo causar infiltração no último andar, por entupimento de calhas. Foi constatado a presença de saliência na laje do último pavimento, deixando dúvida da

existência ou não de junta de dilatação da última laje com a parede, figuras 121 e 193, 194, 195 do apêndice.

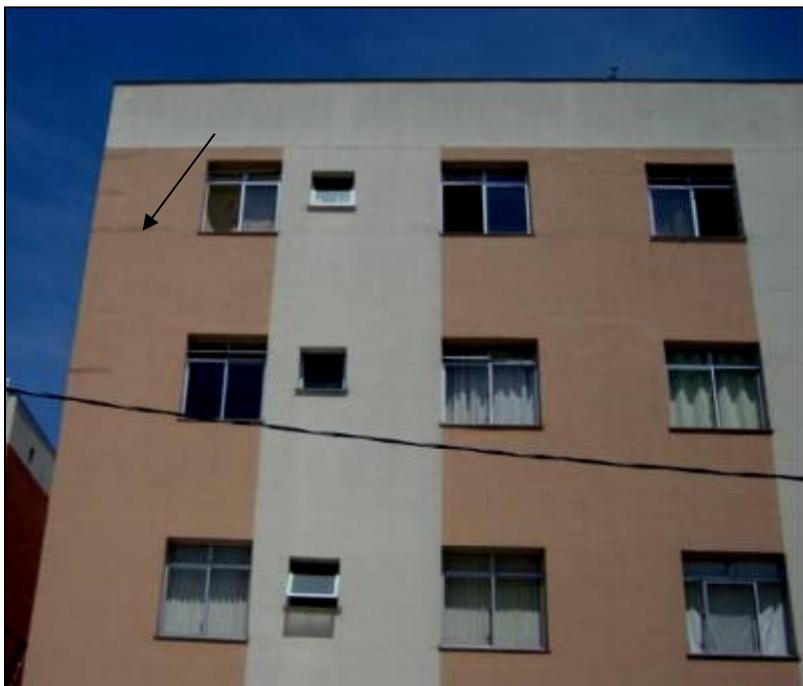


Figura 121 - Telhado embutido residencial A6.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

Observaram-se patologias em fachadas, conforme figuras 121, 122, e 195, 196, 197, 198 , 199 do apêndice.



Figura 122 - Patologias em fachadas do residencial A6.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

Presença de tubulações externas na fachada evitando rasgos em paredes e futuros problemas com infiltrações causando danos aos apartamentos, Figura 123.



Figura 123 - Vista da instalação de tubulações externas, Residencial A6.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

#### 4.4.7 Residencial A7

O empreendimento tem 36 meses de existência, possui 48 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto e fundação em tubulão. Foram pesquisados 6 apartamentos, a visita foi realizada conforme disponibilidade dos moradores.

Observaram-se patologias em fachadas e infiltração na área de serviço e no hall da escada causadas por fissuras na fachada, conforme figuras 124, 125, 126 e 200, 201, 202, 203, 204, 205 do apêndice. Na figura 126, além da abertura da fissura, houve também um aumento de volume no local, com isso pode-se afirmar que a fissura tenha acontecido por expansão da argamassa de revestimento. Segundo Thomaz, 1995, em revestimentos com uso de argamassa com cal mau hidratadas, durante a sua vida útil, pode haver uma hidratação do componente causando aumento de volume. A Figura 125 apresenta uma infiltração causada por falta de impermeabilização no encontro do marco da janela e a parede. Na Figura 127, observou-se trinca entre a parede e o perfil de alumínio da janela, causadas por mau assentamento de esquadria e falta de chumbadores.

Observou-se trinca causada possivelmente por tubulação elétrica instalada superficialmente na parede, Figura 130.

Detalhe construtivo da laje de cobertura mostra a presença de junta entre a laje e a parede do último pavimento, Figuras 129 e 206 do apêndice.

Observou-se trinca no piso da cozinha, possivelmente causada por deformação na laje de piso, Figura 128.

Não foi observado patologias (infiltração) internamente aos apartamentos pesquisados causadas por vazamento no telhado.

Não foi observada infiltração no andar térreo vindas do solo, provenientes da umidade natural do solo.

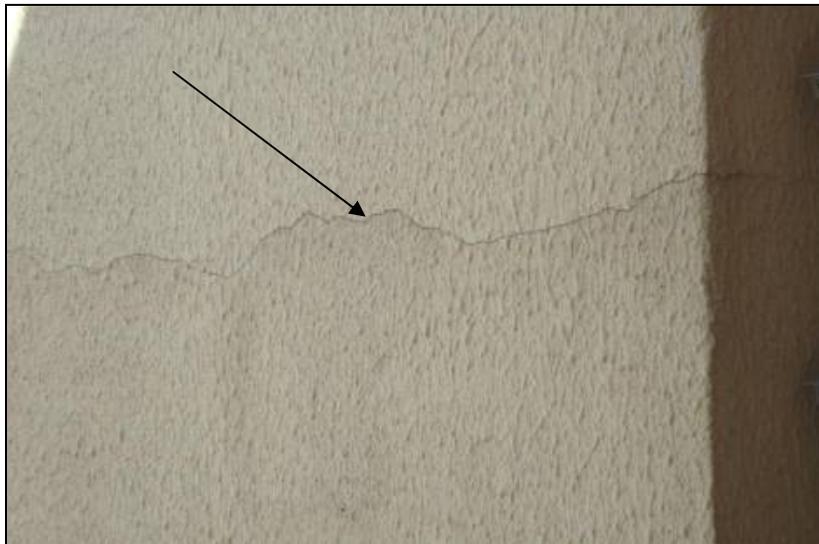


Figura 124 - Patologias em fachadas do Residencial A7.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

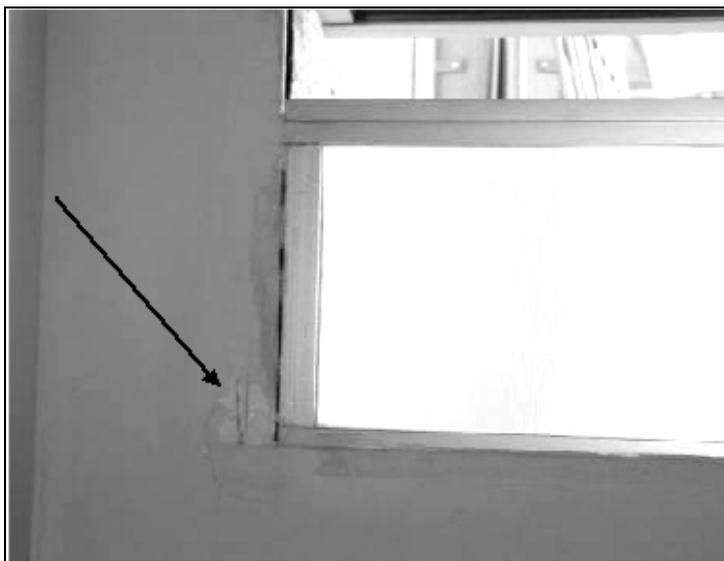


Figura 125 - Infiltração interna do residencial A7.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

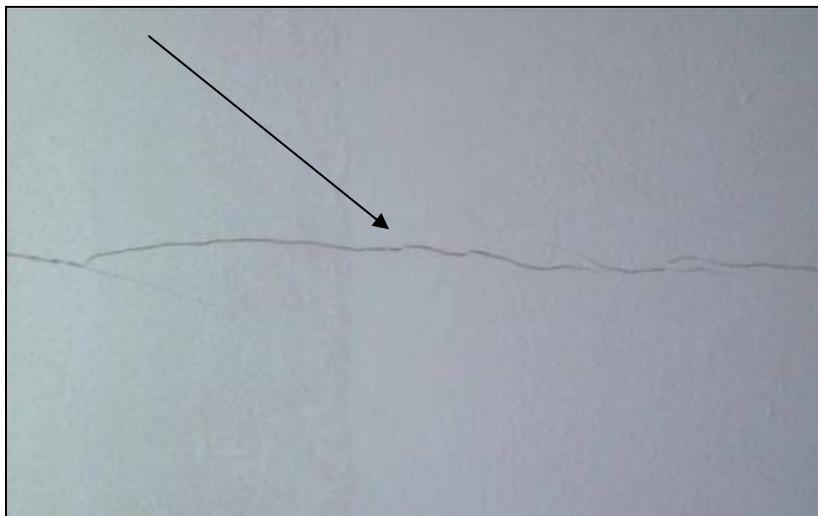


Figura 126 - Patologias em fachadas do residencial A7.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 127 - Fissura entre a parede e o perfil de alumínio  
da janela residencial A7.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 128 - Fissura no piso do residencial A7.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 129 - Detalhe construtivo da laje de cobertura residencial A7.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

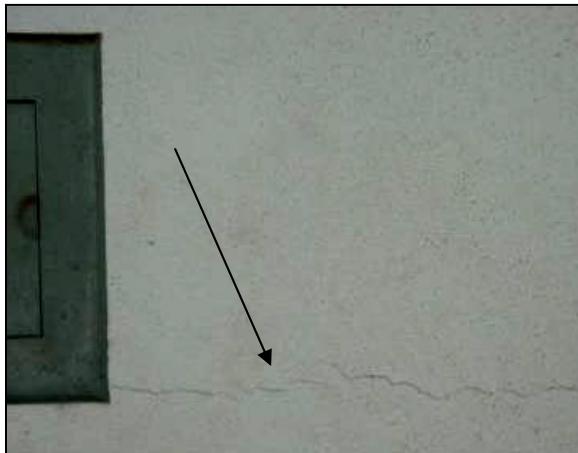


Figura 130 - Fissura causada por tubulação elétrica residencial A7.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

. Telhado livre sem presença de calhas, ver figuras 129 e 204,206 do apêndice.

#### 4.4.8 Residencial A8

O empreendimento tem 36 meses de existência, possui 32 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto e fundação em tubulão. Foram pesquisados 6 apartamentos, em posições diversas conforme disponibilidade dos proprietários.

Não foram observadas patologias em fachadas, como patologias internas. Foram encontradas apenas pequenas infiltrações nos tetos de alguns banheiros (Figura 131), que podem ter sido causadas, por vazamentos do telhado. Não foi observada infiltração no andar térreo vindas do solo, provenientes da umidade natural e nem trincas nos cantos das aberturas de vãos de janelas, causadas por falta de vergas ou contra-vergas.



Figura 131 - Infiltração no teto residencial A8.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

#### 4.4.9 Residencial A9

O empreendimento tem 36 meses de existência, possui 60 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto e fundação em tubulão. Foram pesquisados 8 apartamentos, em posições diversas, conforme a disponibilidade dos moradores.

Não foram observadas patologias em fachadas, como patologias internas, foram encontradas apenas pequenas infiltrações nos tetos de alguns banheiros, causadas por problema de telhado, Figura 132.

Não foi observada infiltração no andar térreo vindas do solo, provenientes da umidade natural e nem trincas nos cantos das aberturas de vãos de janelas, causadas por falta de vergas ou contra-vergas.

Detalhe construtivo da laje de cobertura mostra a presença de junta entre a laje e a parede do último pavimento, Figura 133.



Figura 132 - Infiltração no teto do banheiro residencial A9.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 133 - Detalhe construtivo da laje de cobertura residencial A9.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

. Telhado livre sem presença de calhas, Figura 133 e 206 do apêndice.

#### 4.4.10 Residencial A10

O empreendimento tem 96 meses de existência, possui 160 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos e fundação em tubulão. Foram pesquisados 15 apartamentos, em diversos locais conforme a disponibilidade dos moradores.

Observaram-se patologias em fachadas, conforme Figuras 134, 135 e 207, 208 do apêndice. Estas fissuras de distribuição uniformes, com linhas mapeadas que se cruzam formando ângulos muito próximos de 90 graus, são causadas pela retração da argamassa. O que foi constatado neste residencial é que todos os prédios têm presença de fissuras causadas por retração de argamassa. Segundo Thomaz e al 1995, a retração das argamassas aumentam com o consumo de cimento, com a porcentagem de finos existentes na mistura e com o teor da água de amassamento. Além desses fatores intrínsecos outros fatores poderão contribuir para o aparecimento de fissuras por retração nas argamassas, tempo decorrido entre uma aplicação de uma e outra camada, aderência com a base, o número de camadas aplicadas, a espessura da camada, rápida perda de água durante o endurecimento por ação intensiva de ventilação ou insolação intensa.

Observaram-se patologias internamente aos apartamentos pesquisados, com a presença de infiltração por falta de manutenção de telhado nos apartamentos do quarto andar, Figuras 136, 137 e 209, 210, 211 do apêndice. Infiltração nos apartamentos do andar térreo vindas do solo provenientes da umidade natural por falta de impermeabilização dos baldrame, Figuras 139, 140, 141 e 142. Infiltrações vindas das janelas por falta de impermeabilização no encontro dos marcos de janelas e paredes, Figura 138.

Constatou-se fissuras nos cantos das aberturas de vãos de portas e janelas, causadas por falta de vergas e contra-vergas, Figuras 143, 144, 145 e 212, 213 do apêndice.

Não existe junta de dilatação entre o telhado e a parede do último pavimento, o telhado é totalmente embutido, causando vários problemas por entupimento de calhas, Figuras 146 e 147.



Figura 134 - Patologia em fachada do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 135 - Patologia em fachada do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 136 - Infiltração nos apartamentos do quarto andar residencial A10.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 137 - Infiltração nos apartamentos do quarto andar residencial A10.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 138 - Infiltrações em janelas do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 139 - Infiltração no andar térreo do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 140 - Infiltração no andar térreo do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

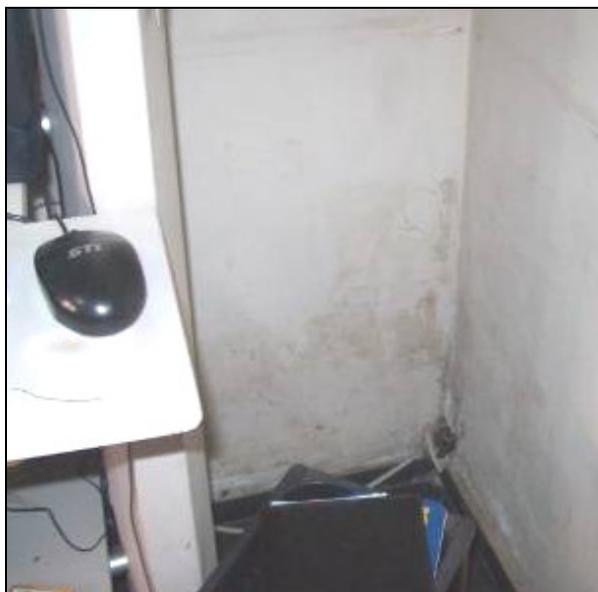


Figura 141 - Infiltração no andar térreo do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 142 - Infiltração no andar térreo do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

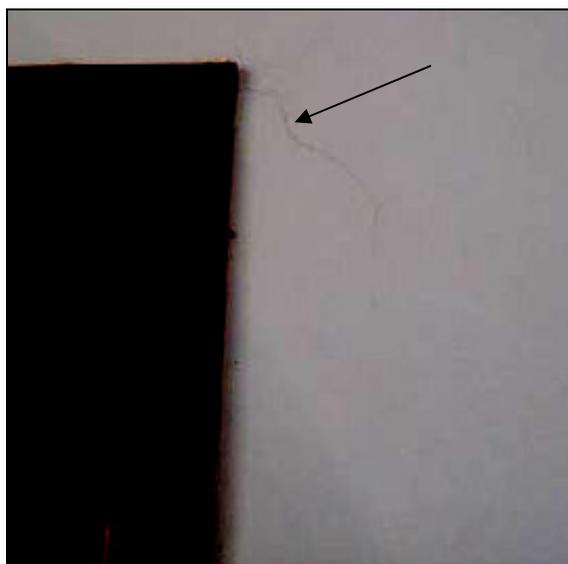


Figura 143 – Fissura do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

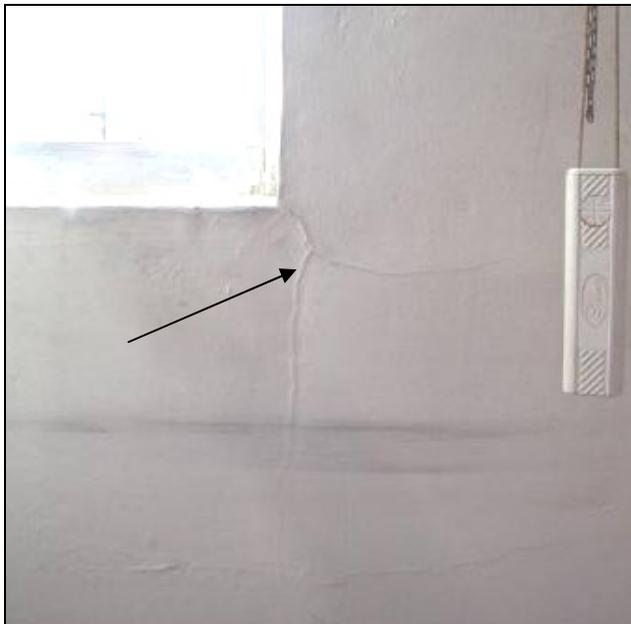


Figura 144 - Fissuras do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 145 - Fissuras do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

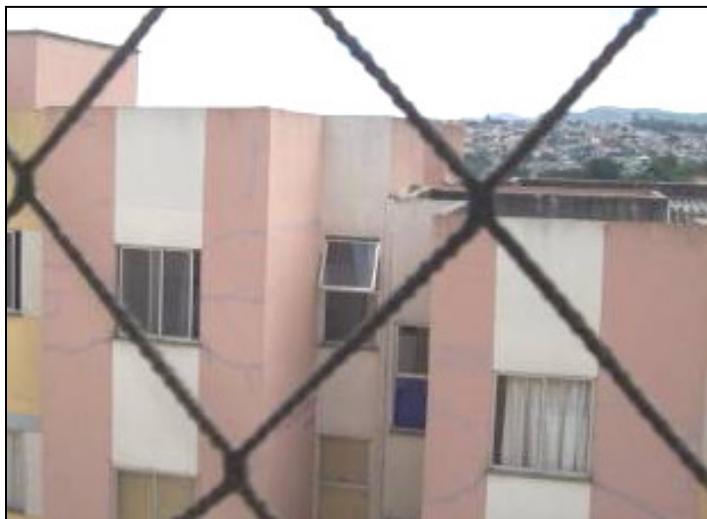


Figura 146 - Vista do telhado do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

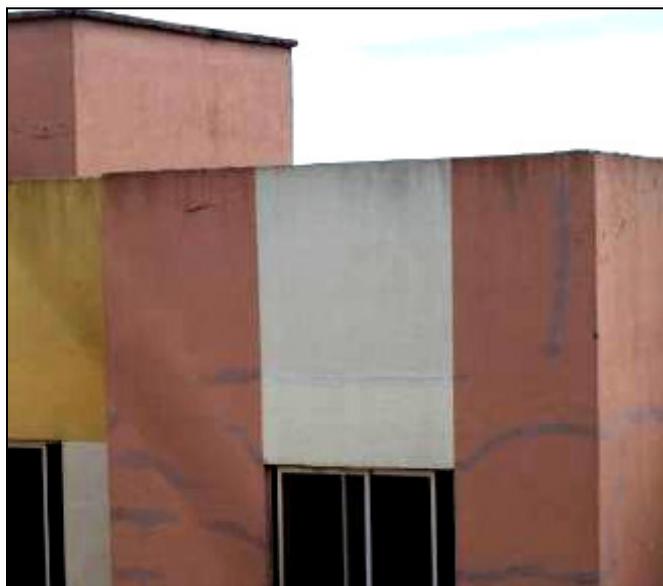


Figura 147 - Vista do telhado do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

#### 4.4.11 Residencial A11

O empreendimento tem 8 meses de existência, possui 88 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto e fundação em tubulão. O empreendimento está em fase de documentação para ocupação e todos os apartamentos estavam fechados.

Observaram-se patologias em fachadas, conforme Figuras de 148, 149, 150 e 214 do apêndice, estas patologias são típicas de movimentação térmica de laje de cobertura por falta de junta de dilatação entre a parede do último pavimento e a laje de cobertura, Figuras 148 e 149, na Figura 150 e Figura 214 do apêndice, têm-se trincas de retração no revestimento em argamassa ou por umidade.

Foram observadas infiltrações na parede da sala dos apartamentos causadas por trincas nas fachadas. Esta patologia foi observada pela janela dos apartamentos, pois todos estão fechados.

Não foram observadas infiltrações causadas por vazamento no telhado. Não foi observada infiltração no andar térreo vindas do solo, provenientes da umidade natural do solo.

Foram observadas trincas nos cantos das aberturas de vãos de janelas, causadas por falta de vergas ou contra-vergas, Figura 151.

Telhado embutido ver figuras 215 e 216 do apêndice.

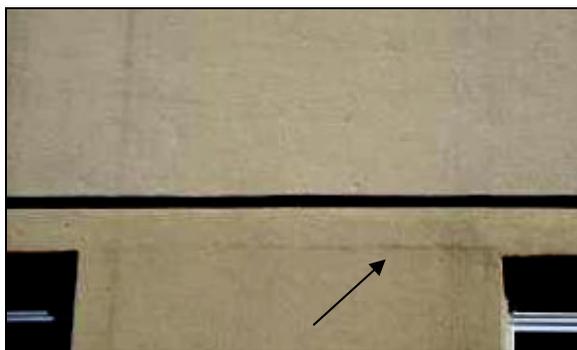


Figura 148 - Patologia em fachada do residencial A11.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 149 - Patologia em fachada residencial A11.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

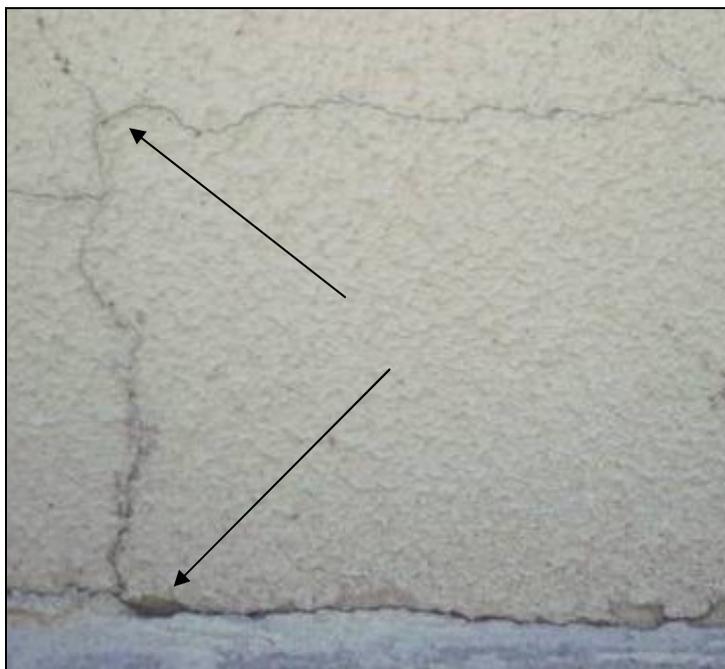


Figura 150 - Patologia em fachada do residencial A11.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

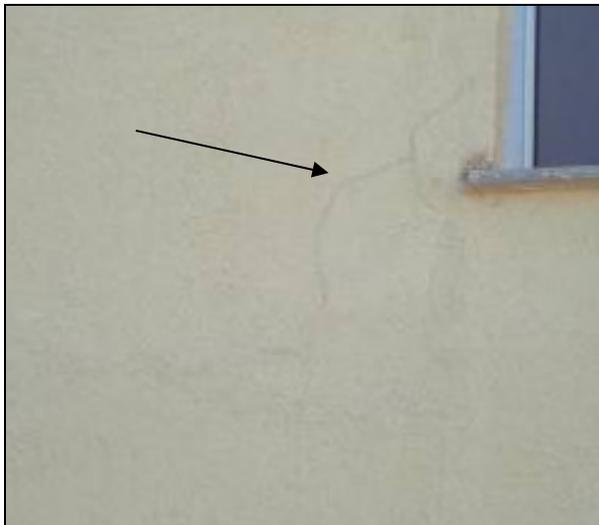


Figura 151 - Fissuras nos cantos do residencial A11  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

#### 4.4.12 Residencial A12

O empreendimento tem 14 meses de existência, possui 32 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto e fundação em tubulão. Foram pesquisados 5 apartamentos, em posições variadas dependendo da disponibilidade do morador.

Observaram-se patologias em fachadas, conforme Figuras 152 e Figura 218 do apêndice, fissuras mapeadas causadas por retração de argamassa.

Não foram encontradas patologias internamente aos apartamentos pesquisados e nem infiltração causada por vazamento no telhado. Não foi observada infiltração no andar térreo vindas do solo, provenientes da umidade natural do solo.

Foram observadas fissuras nos cantos das aberturas de vãos de janelas, causadas por falta de vergas ou contra-vergas, Figura 153.

Telhado embutido nesta foto pode ser notado a presença de juntas de dilatação na laje com parede do último pavimento, Figura 154.

Notou-se que as tubulações estão externas, Figuras 155 e 156, sendo esta técnica um facilitador para manutenção.

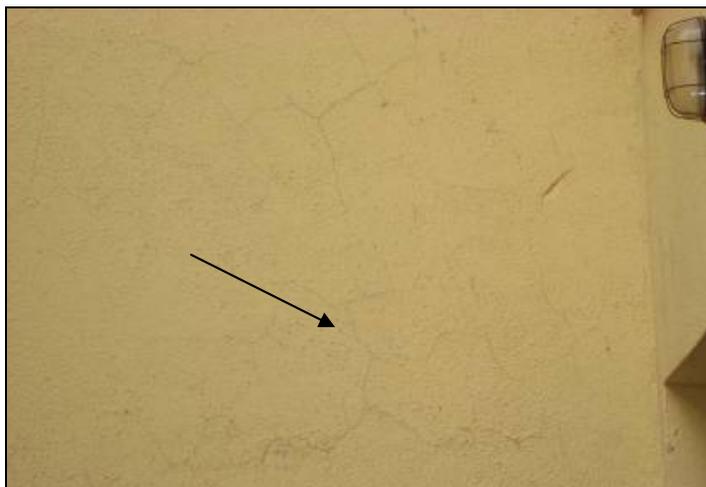


Figura 152 - Patologia em fachada residencial A12.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 153 - Patologia em fachada residencial A12.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 154 - Vista telhado residencial A12.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 155 - Tubulações do residencial A12.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 156 - Tubulações do residencial A12.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

#### 4.4.13 Residencial A13

O empreendimento tem 24 meses de existência, possui 64 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto e fundação em tubulão. Foram pesquisados 6 apartamentos.

Observaram-se patologias em fachadas, conforme Figuras 157 e 158, fissuras típicas de terem sido causadas por retração da argamassa de revestimento.

Não foram encontradas patologias internamente aos apartamentos pesquisados e nem infiltração causada por vazamento no telhado. Não foi observada infiltração no andar térreo vindas do solo, provenientes da umidade natural e nem juntas de dilatação na laje com parede do último pavimento.

Observou-se trincas nos cantos das aberturas de vãos de janelas, causadas por falta de vergas ou contra-vergas, Figura 159.

Telhado livre sem presença de calhas, Figura 160.



Figura 157 - Patologia em fachada do residencial A13.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 158 - Patologia em fachada residencial A13.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 159 - Fissuras do residencial A13.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 160 - Vista telhado residencial A13.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

#### 4.4.14 Residencial A14

O empreendimento tem 42 meses de existência, possui 60 apartamentos, foi executado em alvenaria estrutural com blocos de concreto e fundação em tubulão. Foram pesquisados 8 apartamentos.

Observaram-se patologias em fachadas, conforme Figura 161, causadas por retração da argamassa de revestimento.

Não foram encontradas patologias internamente aos apartamentos pesquisados e nem infiltração causada por vazamento no telhado. Não foi observada infiltração no andar térreo vindas do solo, provenientes da umidade natural.

Observou-se trincas nos cantos das aberturas de vãos de janelas, causadas por falta de vergas ou contra-vergas, ou ainda por excesso de abertura conforme Figura 162. Telhado embutido com calhas Figura 161.

Não foi observada a presença de juntas de dilatação na laje com parede do último pavimento, Figura 161.

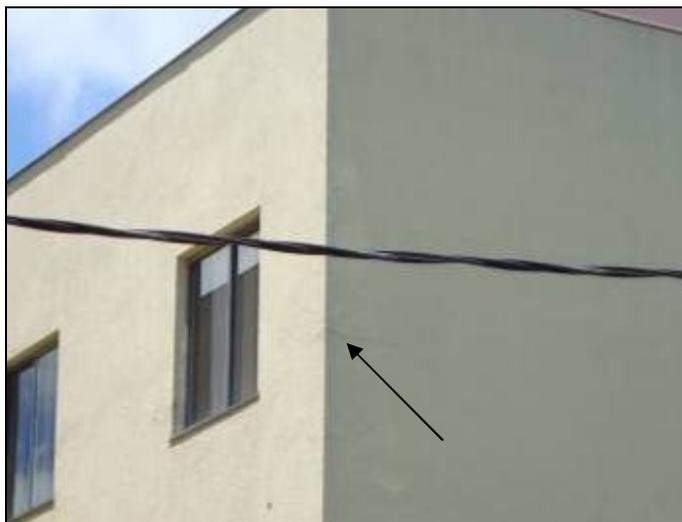


Figura 161 - Patologia em fachada residencial A14.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 162 - Fissuras do residencial A14.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS PATOLOGIAS ENCONTRADAS NOS EMPREENDIMENTOS

A construção de uma obra envolve atividades de planejamento, projeto, escolha e compra de materiais, execução e, finalmente, de uso. É de suma importância que o controle de qualidade seja verificado em cada uma das principais etapas já citadas acima, estabelecendo-se metas específicas para serem alcançadas em cada fase, de modo que venham a satisfazer as exigências dos usuários.

De acordo com Helene (1986), o objetivo do controle de qualidade é distinto para as diferentes etapas do processo construtivo. Na fase de planejamento, deseja-se atender às condições de um público alvo. Durante a elaboração do projeto, busca-se atender às normas técnicas específicas, aos códigos de obra e de posturas do município. Durante a fase de execução, devem-se atentar quanto à qualidade dos materiais e da mão-de-obra e se estão atendendo as especificações e ao projetado. Na fase de uso, que o produto proporcione conforto, segurança e funcionalidade atendendo às expectativas do usuário.

Os usuários do PAR, na busca por adquirir a casa própria, ou ainda por falta de conhecimentos técnicos, acabam por diminuir o nível de exigência quanto à qualidade do imóvel, muitas vezes adquirindo imóveis em construtoras duvidosas e/ou que não prezam pelo controle de qualidade durante as etapas construtivas ou não detêm conhecimentos técnicos do processo construtivo. Fatos como estes, extremamente comuns nos dias atuais, podem desencadear problemas patológicos, como os observados nos empreendimentos pesquisados. As recuperações dessas patologias vão agregar custos elevados não previstos para os investimentos. Estes custos poderiam ser economizados caso os Construtores tivessem atentado por critérios qualitativos durante as fases da construção.

Nos residenciais pesquisados, observou-se a predominância de manifestações patológicas ocasionadas pela umidade, tanto nas fachadas, quanto internamente nos apartamentos.

Constatou-se que 80% dos empreendimentos pesquisados possuem patologias em fachada, 33% possuem infiltrações causadas por vazamento no telhado, 27% possuem infiltrações provenientes da umidade natural do solo e 20% possuem fissuras nos cantos das aberturas de vãos de portas e janelas, causadas por falta de vergas e contra-vergas ou por execução inadequada das mesmas, com trespasse insuficiente. Pode-se

ainda concluir que 100% dessas patologias poderiam ser evitadas com o emprego de bons projetos e boas técnicas construtivas.

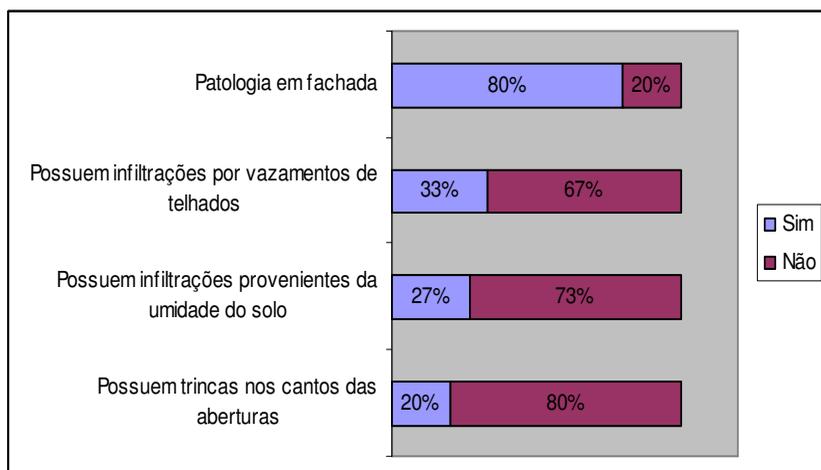


Figura 163 – Análise das patologias.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

A Figura 164 demonstra os locais de maior incidência de patologias encontradas nos empreendimentos pesquisados:

Residencial	Idade das edificações (meses)	Patologia em fachada	Infiltração vazamento telhado	Infiltrações vindas do solo	Trincas
A1	42	Presente	Ausente	Presente	Presente
A2	42	Presente	Ausente	Ausente	Presente
A3	42	Presente	Ausente	Ausente	Presente
A4	36	Presente	Ausente	Presente	Presente
A5	84	Presente	Presente	Presente	Presente
A6	38	Presente	Ausente	Ausente	Presente
A7	36	Presente	Presente	Ausente	Presente
A8	36	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
A9	36	Ausente	Presente	Ausente	Ausente
A10	96	Presente	Presente	Presente	Presente

Residencial	Idade das edificações (meses)	Patologia em fachada	Infiltração vazamento telhado	Infiltrações vindas do solo	Trincas
A11	8	Presente	Presente	Ausente	Presente
A12	14	Presente	Ausente	Ausente	Presente
A13	24	Presente	Ausente	Ausente	Presente
A14	42	Presente	Ausente	Ausente	Presente
A15	42	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Figura 164 - Identificação dos locais com patologias.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009 e 2010.

Os problemas patológicos podem ter origem em qualquer fase e/ou etapa envolvida no processo construtivo de um edifício, onde muitas vezes estas podem ser atribuídas a um conjunto de fatores e não somente a uma falha em etapa isolada.

Comumente, as manifestações patológicas afloram na fase pós-ocupacional das edificações, mas em alguns casos, elas se apresentam ainda na fase de execução, evidenciando alguma falha na construção.

Observou-se na pesquisa, a prevalência de patologias ocasionadas pela umidade. Os problemas de umidade podem manifestar-se nas edificações em todos os seus componentes construtivos, sendo que a forma de manifestação do problema na maioria das vezes não está associada a uma única causa, e sim a um conjunto de causas.

As manifestações patológicas ocasionadas pela umidade são comuns no mundo da construção e podem gerar danos elevados, gerando gastos em recuperação e reparo, que poderiam ser evitados com medidas preventivas.

Nos empreendimentos pesquisados, a patologia preponderante foi umidade vinda das infiltrações, tanto por falta de impermeabilização, quanto ocasionadas por vazamentos dos telhados e também proveniente de umidade do solo, umidade natural dos materiais ou ainda umidade da construção causada pela argamassa de assentamento dos blocos.

Observou-se nos empreendimentos a existência de fissuras, que segundo Thomaz (1989), as fissuras provocadas por variação de umidade dos materiais de construção, entre um caso e outro, podem apresentar variação de abertura em função das propriedades higrotérmicas dos materiais e das amplitudes de variação da temperatura ou da umidade.

Nos empreendimentos estudados constatou-se um tipo de trinca bastante característica, que ocorre verticalmente no terço médio da parede, podendo ser causada tanto pela contração de secagem do componente de alvenaria quanto por suas movimentações reversíveis.

Foram observadas também, trincas horizontais na base das paredes, onde os componentes de alvenaria em contato direto com o solo absorvem sua umidade, apresentando movimentações diferenciadas em relação às fiadas superiores que estão sujeitas à insolação direta e à perda de água por evaporação.

A falta vergas ou o uso de peças esbeltas, algumas vezes apenas a colocação de umas barras de aço na argamassa dos blocos nos vãos de portas e janelas, é o principal causador de anomalias, presentes em grande parte desses vãos (ROMAN *et al.*, 2003); é bastante usual na construção civil, encontrar algumas barras de aço com função duvidosa inseridas em camadas insuficiente de argamassa. Este mau dimensionamento causa trincas saindo das portas e janelas. Isso ocorre, pois nesses pontos existe uma grande concentração de carga decorrente da descontinuidade da alvenaria, que deve ter essas tensões redistribuídas com o uso de vergas e contra-vergas com seção suficiente para suportar essas cargas, transpondo o vão gerado para instalação de portas e janelas, transferindo estas cargas às paredes laterais.

Observou-se nos empreendimentos que a junta entre a laje e a alvenaria é outro ponto fraco das alvenarias estruturais, por tratar-se da interação de dois materiais diferentes, os blocos e o concreto armado, o que gera anomalias decorrentes da dilatação, retração e rotação das lajes.

Para evitar esse tipo de anomalia, durante a construção, algumas medidas devem ser tomadas, como o uso de juntas de dilatação provisórias ou definitivas, para combater a dilatação e retração, o uso de uma isolamento térmica, evitando as grandes diferenças de temperatura, e o uso de apoios deslizantes para evitar o engaste da laje junto com a alvenaria, permitindo que os diferentes materiais movimentem-se livremente.

A pesquisa demonstrou que a má execução das juntas de assentamento acaba rompendo-se quando muito solicitadas, como ocorreu em vários empreendimentos estudados. Isso ocorre porque quando as juntas são mau executadas, não existe uma boa distribuição das tensões, causando o aumento da carga em pontos específicos e o aparecimento de fissuras nesses pontos. Esse problema pode ser evitado com uma boa execução das juntas de assentamentos, mantendo uma espessura de 1 a

1,5 cm e constante, usando uma argamassa de boa qualidade e evitando as juntas verticais secas.

A solução que pode ser adotada para minimizar o efeito nocivo das fissuras das fachadas, desde que os movimentos não sejam muito pronunciados, é a retirada de uma camada superficial, ou realizada uma abertura, um sulco com forma de V, com 20 mm de largura e 10 mm de profundidade e a aplicação de seis ou oito demãos de tinta elástica, à base de resina acrílica, poliuretâmica. Entretanto a recuperação de trincas ativas deve ser efetuada com selante flexível (poliuretâmico, silicone), a trinca deve ser aberta como no caso anterior, a aplicação do selante deve ser precedida de uma limpeza eficiente da poeira aderente à parede, o selante deve ser tixotrópico. Bem consistente e não apresentando retração acentuada pela evaporação de seus constituintes voláteis.

Porém esse tipo de tratamento, que visa apenas resolver o problema superficialmente, não soluciona a causa que os geram, e com o passar do tempo eles, podem retornar em alguns casos.

Para solucionar as causas, as medidas que podem ser tomadas são:

- a) para as manifestações patológicas de canto de portas e janelas podem ser feitos reforços, nas vergas e contra vergas para melhor distribuição das cargas;
- b) para as manifestações patológicas nos embutimento de caixas para interruptores e tomadas, a solução pode ser o uso de uma pequena estrutura semelhante a uma verga para redistribuir a carga na descontinuidade gerada pela peça;
- c) para as lajes do último pavimento a solução seria pintar de cor branca os telhados de fibrocimento. Esta técnica diminuiria em até 50% a absorção de energia solar pelas telhas. A emissão de radiação será bastante reduzida, pois seu valor é proporcional à quarta potência da temperatura (ROMAN *et al.*, 2003). Fazer isolamento térmico com vermiculita ou criar ventilação para a câmara de ar entre o telhado e a laje;
- d) para as manifestações patológicas de encontro de paredes a medida adotada seria fazer uma pequena abertura de um vão entre elas e o preenchimento com graute pelo vazio dos blocos;
- e) para as fissuras seria a retirada de toda a camada do revestimento e a colocação de tela metálica ou de nylon para em seguida realizar outro revestimento seguindo as técnicas pertinentes para cada caso.



## 6 CONCLUSÃO

A escassez de moradias para a população de baixa renda está inserida em uma complexa realidade, onde o conhecimento técnico em construção civil entra apenas como um dos pilares necessários à sua solução.

Outro fator de extrema relevância para o sucesso de empreendimentos voltados para a construção de habitações de baixo custo é banir o conceito de que, se tratando de obras com conotação social, a boa prática da engenharia fique relegada ao segundo plano visando atender orçamentos e cronogramas elaborados com conotação política, que venham a contribuir com as estatísticas dos governos. Neste ponto, espera-se que a consolidação das normas de desempenho de edificações, venha a extinguir esta característica deste tipo de empreendimento.

De acordo com os objetivos propostos neste trabalho, pode-se concluir no estudo dos empreendimentos, que há uma incidência de manifestação patológica causada em alguns casos por falta de manutenção de telhados que vieram contribuir para as infiltrações nas unidades habitacionais, principalmente no último andar. Esta manifestação patológica poderia ser evitada caso houvesse por parte dos construtores uma preocupação com a impermeabilização da laje de cobertura e por parte dos usuários em fazer manutenção periódica nos telhados.

No estudo dos projetos, principalmente nos empreendimentos mais antigos, não havia a preocupação por parte dos projetistas com as exigências das normas quanto as espessuras das paredes, sendo alguns empreendimentos projetados e construídos com bloco de 9 cm de espessura, ou ainda com detalhes técnicos construtivos, como juntas de dilatação na última laje, para permitir a dilatação térmica das lajes de cobertura, com o uso de pontos grauteados para aumentar a capacidade a compressão dos blocos e com o uso de vergas e contra-vergas. Estes fatos somados levam a concluir que todos os projetos analisados foram falho ou omissos em algum item das normas que regulamentam as edificações em alvenaria estrutural, principalmente a norma 10.837/89.

Na pesquisa de campo percebe-se a existência de um alto índice de manifestação patológica, sendo as mais encontradas, as fissuras nas fachadas. As fissuras encontradas têm causas diversas, algumas tendo início nas aberturas provavelmente por falta de contra-verga, outras por presença de umidade nas paredes, ou porque as paredes não conseguem

acompanhar as deformações excessivas da estrutura, fissuras longitudinais causadas por dilatação térmica da laje de cobertura e fissuras nos encontros da alvenaria com esquadrias de janelas por falta de chumbadores ou mal assentadas.

Nos prédios em questão notou-se a falta de preocupação com a impermeabilização das edificações, seja impermeabilização de lajes ou dos baldrames, que são um ponto de partida para a ocorrência de várias das manifestações patológicas mostradas aqui, que tiveram a sua origem com a presença de umidade vindas do solo ou vindas do telhado.

Assim, é necessária uma conscientização geral dos construtores no sentido de melhorar a qualidade das construções com preparo da mão-de-obra, uso de materiais e técnicas construtivas adequadas, também dos moradores com a manutenção preventivas dos seus imóveis.

## REFERÊNCIAS

ADDLESON, L. **Building failures**: a guide to diagnosis, remedy and prevention. London: The Architectural Press, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1/2008** – Edifícios Habitacionais de até 5 Pavimentos – Desempenho – Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL. **Déficit Habitacional no Brasil 2007**. Ministério das Cidades, Secretária Nacional de Habitação. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/secretaria-de-habitacao/biblioteca/publicacoes-e-artigos/DeficitHabitacional.zip/view>>. Acesso em: 28 jan. 2010.

CAIXA. **Programa de Arrendamento Residencial (PAR)**. Disponível em: <<https://webp.caixa.gov.br/urbanizacao/publicacao/texto/programa/par.htm>>. Acesso em: 28 jan. 2010.

CARDOSO, Adauto Lucio. **Coleção Habitare**: Habitação social nas metrópoles brasileiras – Uma avaliação das políticas habitacionais em Belém, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro e São Paulo no final do séc. XX, Porto Alegre: 2007.

CINTRA, J. C. A.; AOKI, N.; ALBIERO, J. H. **Tensão admissível em fundações diretas**. São Paulo: Rima, 2003.

CONSOLI, O. J. **Análise da Durabilidade dos Componentes de Fachadas de Edifícios, sob a Ótica do Projeto Arquitetônico**. Florianópolis, 2006. 208 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Desempenho de Sistemas Construtivos) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

DAL MOLIN, D. C. C. **Fissuras em estruturas de concreto armado**: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

DOMENE, D. J. Historia de los CONPAT y ALCONPAT. In: CONGRESSO LATINO–AMERICANO DE PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO (CONPAT), 8., 2003, Mérida. **Anais...** Mérida: ALCONPAT, v. 1, 2003.

DUARTE, R. B. **Fissuras em alvenarias:** causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. Porto Alegre: CIENTEC, 1998.

DUARTE, R. B. Fissuras em alvenaria: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. **Boletim Técnico**, Porto Alegre, n. 25, 1998.

DUTRA, A. R. A.; PROENÇA, R. P. C. A gestão do canteiro de obras na construção civil. Análise de aspectos antropotecnológicos. In: Congresso Brasileiro de Ergonomia, 8°. **Anais...** Florianópolis/SC, 1999.

ELDRIDGE, H. J. **Construcción, defectos comunes.** Barcelona: Gustavo Gili, 1982.

FIGUEIREDO, E. J. P. **Terapia das construções de concreto:** metodologia de avaliação de sistemas epóxi destinados à injeção de fissuras passivas das estruturas de concreto. 1989. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós–Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

GOMES, M. F. N. *et al.* Patologia em fachadas de edifícios com mais de cinco pavimentos na orla de Maceió–AL. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES (CONPAT), 4., 1997, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, v. 2, 1997.

GRIFFITH, A. An investigation into factors influencing buildability and levels of productivity for application to selecting alternative design solutions: a preliminary report. In: Proceeding of CIB w65 International Symposium in Organization and Management of Construction, London, 1995. **Anais....** London, CIB, v.2, p. 646-657.

GUIMARÃES, Leonardo; JUCÁ, Tatiana; FERREIRA, Ricardo. Os problemas patológicos de seu prédio são sempre os mesmos? *Jornal de Patologia das Construções*, Ano I - No. I. 2005.

IOSHIMOTO, E. Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais. **Tecnologia de edificações**, São Paulo, 1988.

JOBIM, Margaret S. S.; OLIVEIRA, Geisa G.; ROSA, Marcelo M. **Crítérios para Seleção Tecnológica Alvenaria Estrutural**, Florianópolis, 2005.

KALIL, Sílvia Maria Baptista. **Alvenaria Estrutural**. Porto Alegre: PUCRS, S/A.

KLEIN, D. L. Apostila do Curso de Patologia das Construções. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, 10°. 1999. **Anais...** Porto Alegre, 1999.

LOTURCO, Bruno. Fissuras no último pavimento. São Paulo, **Revista Técnica/Pini**, n. 99, p. 32-35, jun. 2005.

MANZIONE, Leonardo. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004

MASSETTO, L. T.; SABBATINI, F. H. Estudo comparativo da resistência das alvenarias de vedação de blocos utilizadas na região de São Paulo. In: Congresso Latino-americano em tecnologia e gestão na produção de edifícios, soluções para o terceiro milênio, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1998.

MEDEIROS, Fábio Bonfim. **Análise da Adequação dos Programas de Financiamento Habitacional para Atender as Necessidades de Aquisição de Moradias Adequadas da População de Baixa Renda no Brasil**, 2007. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica do Estado de São Paulo, 2007.

OLIVEIRA JR, V.; PINHEIRO, L. M. Análise de paredes de alvenaria estrutural calculadas no estado limite último. In: *International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries*, 5<sup>th</sup>. **Anais...** Florianópolis/SC, 1994.

PEREZ, A. R. **Umidade nas Edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas.** Tecnologia de Edificações, São Paulo: Pini, IPT–Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1988. Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT.

PRUDÊNCIO Jr., Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima de; BEDIN, Carlos Augusto. **Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto.** Florianópolis: Pallotti, 2002.

RAMALHO, Marcio A.; CORRÊA, Márcio R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural.** São Paulo: Pini, 2003.

RANSOM, W. H. **Building failures, diagnosis and avoidance.** 2. ed. London: E. & F. N. Spon, 1987.

ROMAN, H. R.; MUTTI, C. N.; ARAÚJO, H. N. **Construindo em alvenaria estrutural.** Florianópolis: UFSC, 2000.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processo e sistemas construtivos, formulação de uma metodologia.** 1989. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica de São Paulo/USP. São Paulo, 1989.

SAN MARTIN, A. P.; FORMOSO, C. T. Método de avaliação de sistemas construtivos para habitação de interesse social sob o ponto de vista da gestão da produção. In: Encontro Nacional do Ambiente Construído, VII. **Anais...** Florianópolis/SC, 1998.

SANTOS, M. D. F. dos. **Alvenaria estrutural: contribuição ao uso.** 1998. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 1998.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Pini, 1998.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: Pini, 1989.

THOMAZ, E.; HELENE, P. **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenaria de vedação em edifícios.** *Boletim técnico.* São Paulo/SP: USP, 2000

VEAS, L. **Modelo metodológico para evaluar y comparar el comportamiento de muros expuestos a fenómenos de humedad.** In CONGRESSO LATINO–AMERICANO DE PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO (CONPAT), 8., 2003, Mérida. **Anais...** Mérida: ALCONPAT, v. 2, 2003.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações.** Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.



## APÊNDICE A - Análise de Empreendimentos em Alvenaria Estrutural

### 1. Projetos:

- 1.1. O projeto arquitetônico:
  - 1.1.1. É modulado?
  - 1.1.2. SimNão
  - 1.1.3. Apresenta razoável condição de simetria?
  - 1.1.4. SimNão
  - 1.1.5. Prevê *shafts* ou paredes de vedação para dutos?
  - 1.1.6. SimNão
  - 1.1.7. Apresenta lajes com vãos usuais (menores que 4 m)?
  - 1.1.8. SimNão
  - 1.1.9. Apresenta solução para a laje de cobertura?
  - 1.1.10. SimNão
  - 1.1.11. Prevê espessuras adequadas para os revestimentos externos
  - 1.1.12. SimNão
- 1.2. As paredes:
  - 1.2.1. Têm espessura mínima permitida?  
SimNão
  - 1.2.2. São adequadamente distribuídas ortogonalmente?  
SimNão
  - 1.2.3. Apresentam esbeltez usual?  
SimNão
- 1.3. O projeto estrutural:
  - 1.3.1. Apresenta plantas de 1ª e 2ª fiadas?  
SimNão
  - 1.3.2. Apresenta paginação de todas as paredes?  
SimNão
  - 1.3.3. Detalha adequadamente as interseções de paredes?  
SimNão
  - 1.3.4. Utiliza adequadamente a família de blocos?  
SimNão
  - 1.3.5. Apresenta detalhes construtivos em escala adequada?

- Sim  Não
- 1.3.6. Traz os detalhes completos de vergas, coxins, cintas, etc.?  
 Sim  Não
- 1.3.7. Considera a possibilidade de danos acidentais?  
 Sim  Não
- 1.3.8. Provê continuidade entre as lajes (diafragma rígido)?  
 Sim  Não
- 1.3.9. Indica juntas de controle e dilatação?  
 Sim  Não
- 1.3.10. Indica blocos, argamassa e graute por pavimento?  
 Sim  Não
- 1.3.11. Detalha juntas com 1 cm completamente preenchidas?  
 Sim  Não
- 1.3.12. Aparenta rigidez na transição/fundação?  
 Sim  Não
- 1.3.13. Detalha adequadamente a laje de cobertura?  
 Sim  Não
- 1.4. O projeto elétrico:
- 1.4.1. É compatível com os demais?  
 Sim  Não
- 1.4.2. Está detalhado nas paginações?  
 Sim  Não
- 1.5. O projeto hidro-sanitário:
- 1.5.1. É compatível com os demais?  
 Sim  Não
- 1.5.2. Está detalhado nas paginações?  
 Sim  Não

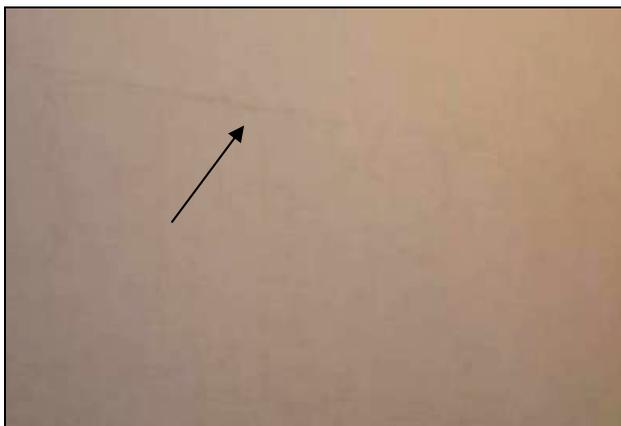
**APÊNDICE B – Residencial A1 – Patologia das fachadas**

Figura 165 - Patologias na fachada residencial A1.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 166 - Patologias na fachada residencial A1.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 167 - Patologias na fachada residencial A1.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

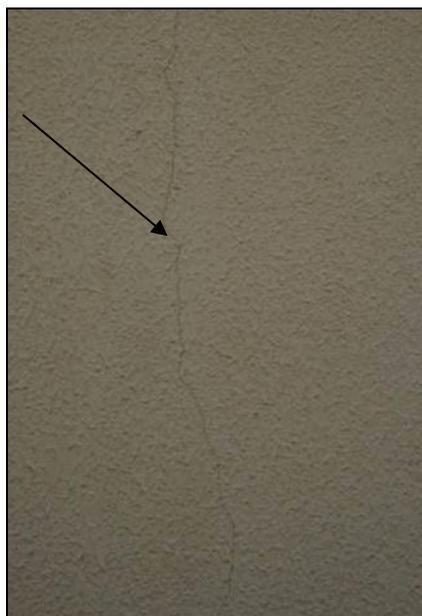


Figura 168 - Patologias na fachada do residencial A1.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

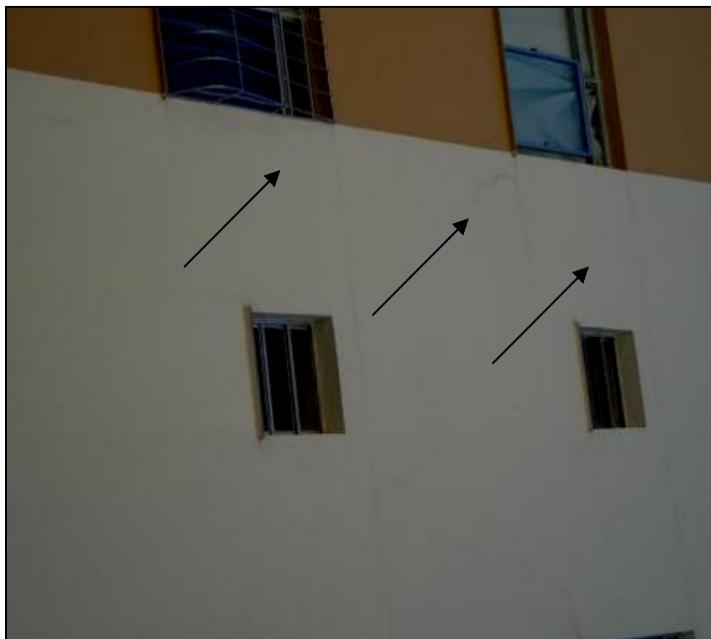


Figura 169 - Infiltração causada por falta de pingadeiras na fachada residencial A1.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

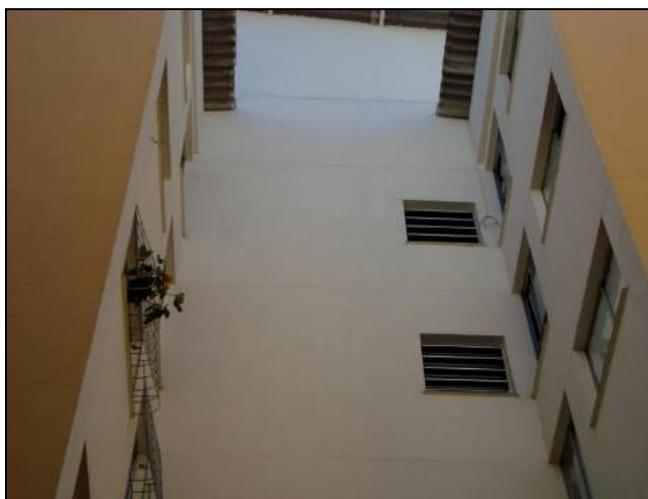


Figura 170 - Telhado residencial A1.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

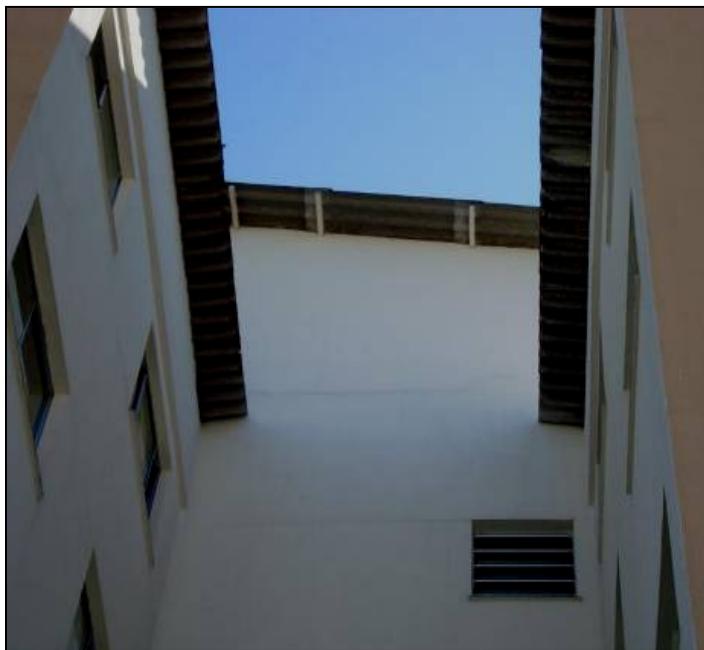


Figura 171 - Telhado residencial A1.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

**APÊNDICE C – Residencial A2 – Patologia das fachadas**

Figura 172 - Patologia em fachada residencial A2.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

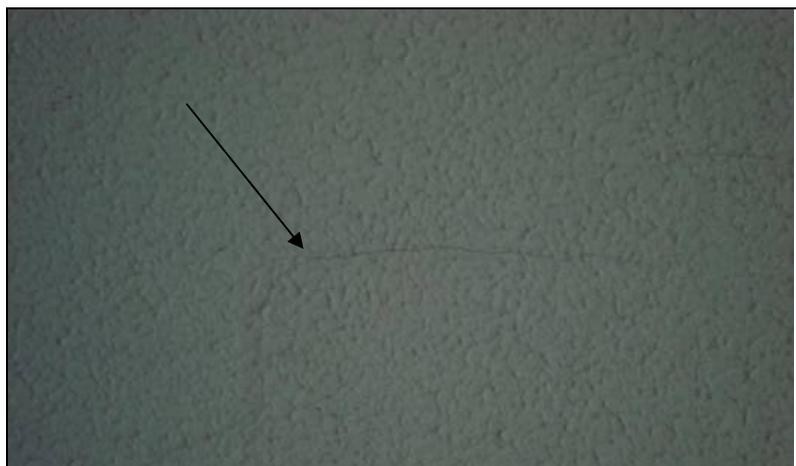


Figura 173 - Patologia em fachada residencial A2.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 174- Patologia em fachada residencial A2.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 175- Patologia em fachada residencial A2.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 176 - Patologia em fachada residencial A2.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 177 - Telhado residencial A2.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

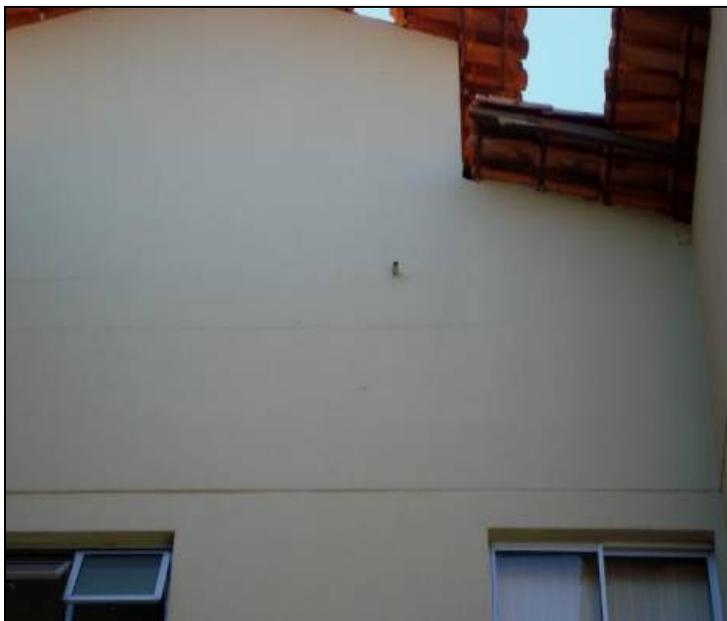


Figura 178 - Telhado residencial A2.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

**APÊNDICE D – Residencial A3 – Patologia das fachadas**

Figura 179 - Patologia em fachada residencial A3.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

## APÊNDICE E – Residencial A4 – Patologia das fachadas



Figura 180 - Tubulações externas do residencial A4.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

**APÊNDICE F – Residencial A5 – Patologia das fachadas**

Figura 181 - Patologia em fachada do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 182- Patologia em fachada do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 183 - Patologia em fachada do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

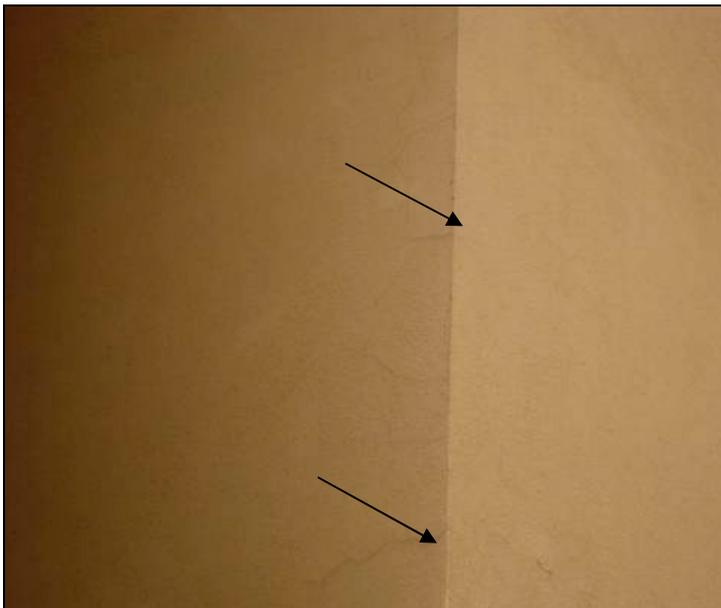


Figura 184 - Patologia em fachada do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

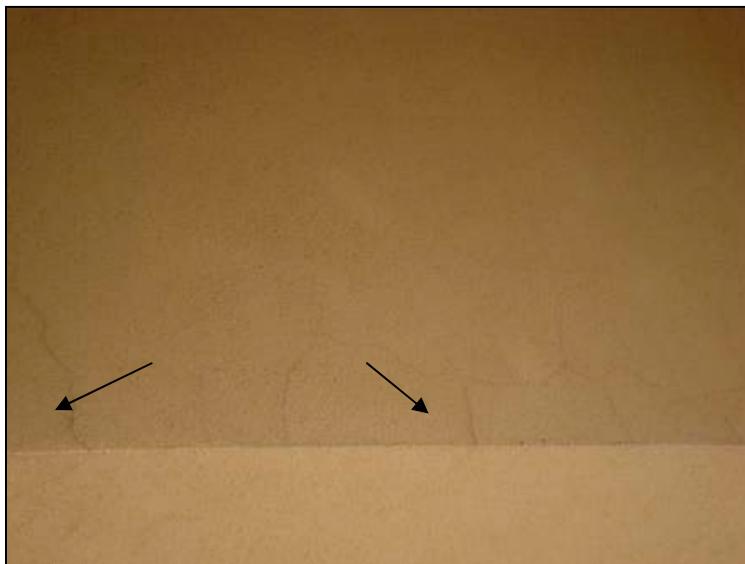


Figura 185 - Patologia em fachada do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 186 - Patologia em fachada do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

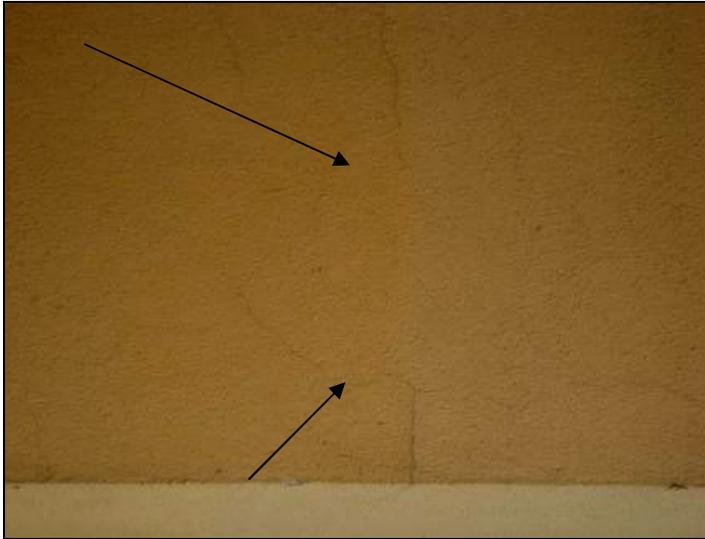


Figura 187 - Patologia em fachada do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 188 - Patologia em fachada do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

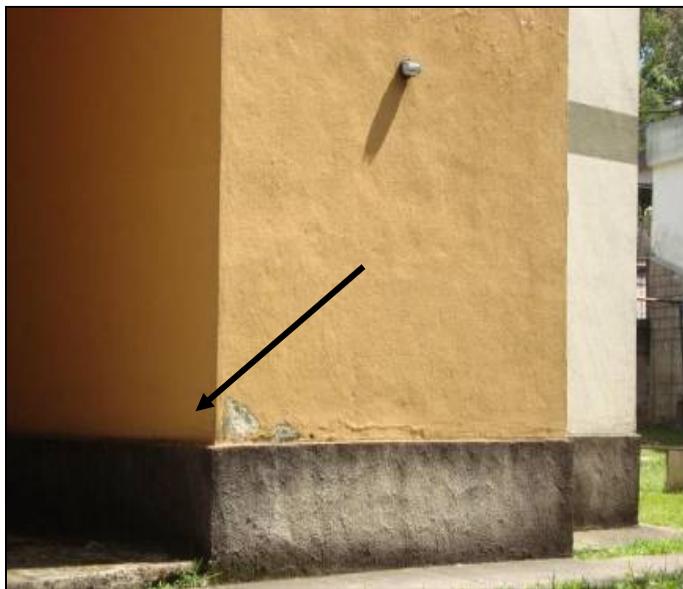


Figura 189 - Infiltração no andar térreo vindas do solo residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 190 - Infiltração no andar térreo vindas do solo residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 191 - Fissura do residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

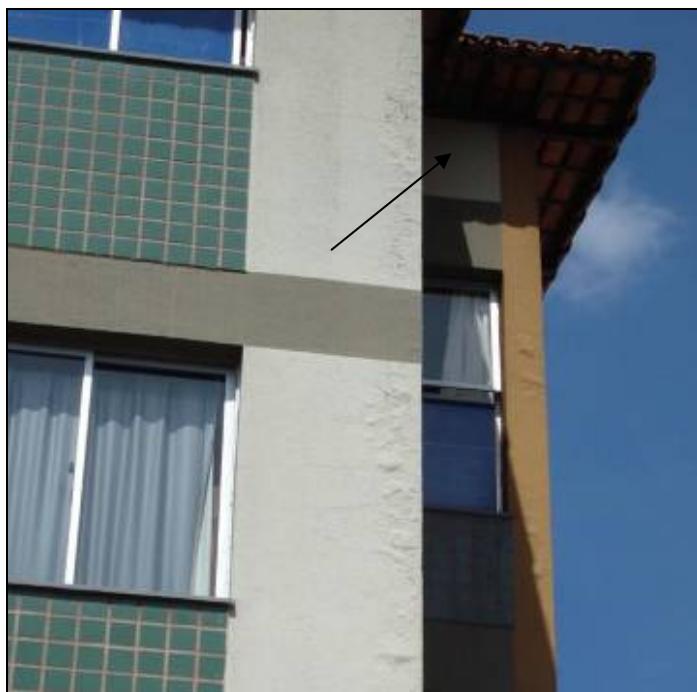


Figura 192 - Telhado livre residencial A5.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

**APÊNDICE G – Residencial A6 – Patologia das fachadas**

Figura 193 - Telhado embutido residencial A6.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 194 - Telhado embutido residencial A6.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 195 - Patologias em fachadas do residencial A6.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 196 - Patologias em fachadas do residencial A6.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 197 - Patologias em fachadas do residencial A6.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 198 - Patologias em fachadas do residencial A6.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

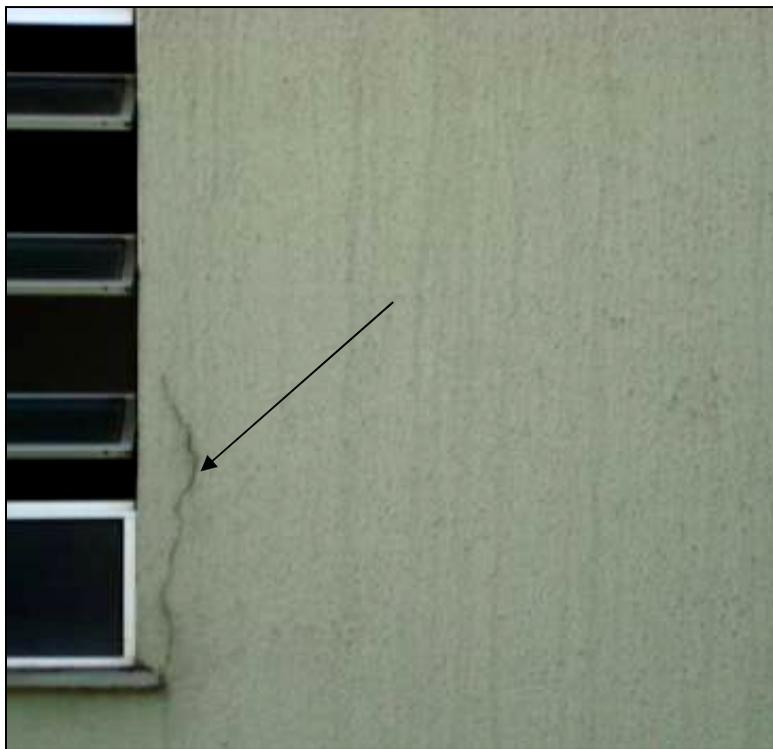


Figura 199 - Patologias em fachadas do residencial A6.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

## APÊNDICE H – Residencial A7 – Patologia das fachadas



Figura 200 - Patologias em fachadas do residencial A7.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 201 - Patologias em fachadas do residencial A7.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

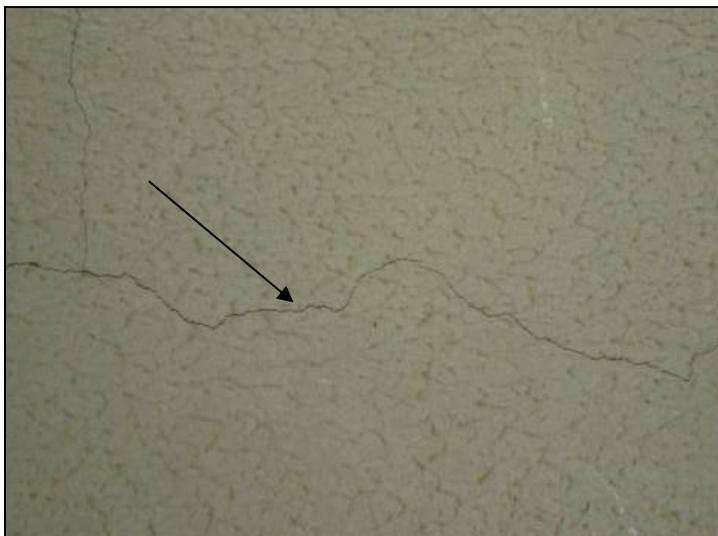


Figura 202 - Patologias em fachadas do residencial A7.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

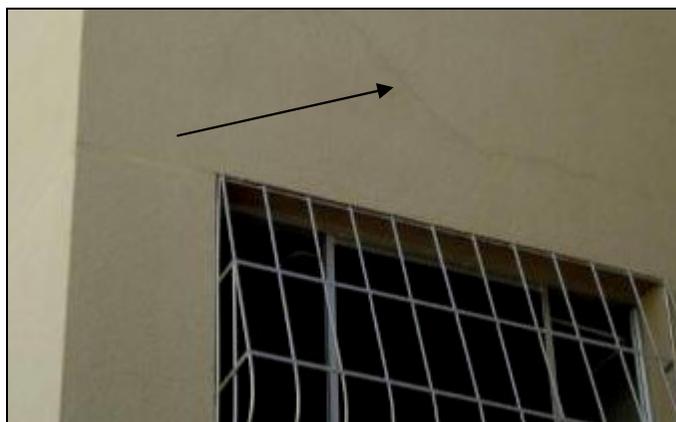


Figura 203 - Patologias em fachadas do residencial A7.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 204 - Detalhe construtivo da laje de cobertura residencial A7.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

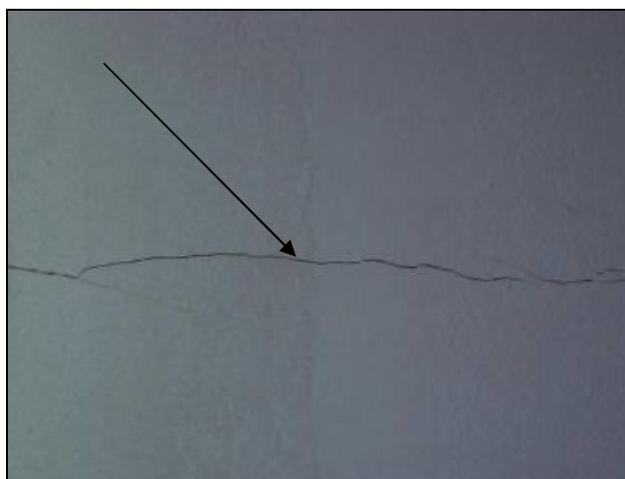


Figura 205 - Fissura na fachada do residencial A7.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 206 - Detalhe construtivo da laje de cobertura residencial A7.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

## APÊNDICE I – Residencial A10 – Patologia das fachadas



Figura 207 - Patologia em fachada do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 208 - Patologia em fachada do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 209 - Infiltração nos apartamentos do quarto andar do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 210 - Infiltração nos apartamentos do quarto andar do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

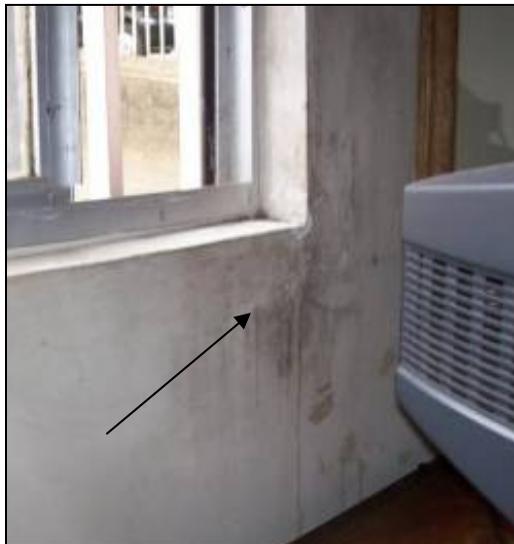


Figura 211 - Infiltrações em janelas do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 212 - Fissura do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

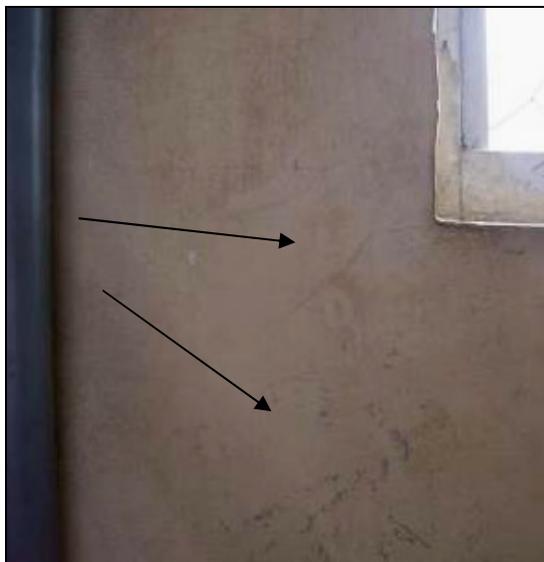


Figura 213 - Fissura do residencial A10.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

## APÊNDICE J – Residencial A11 – Patologia das fachadas

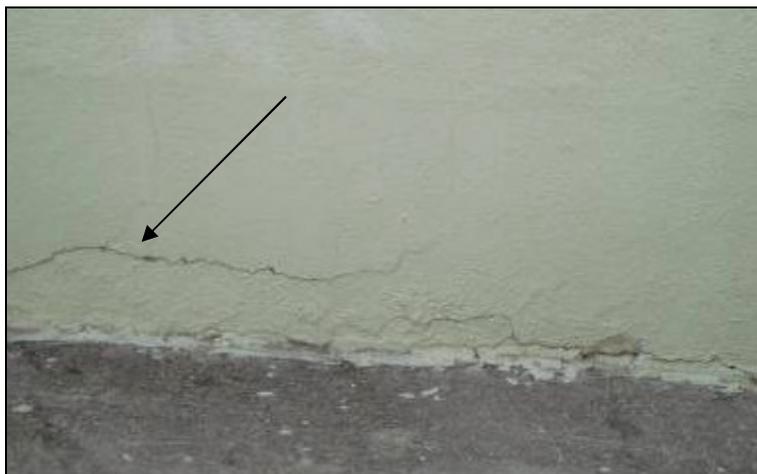


Figura 214 - Patologia em fachada do residencial A11.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

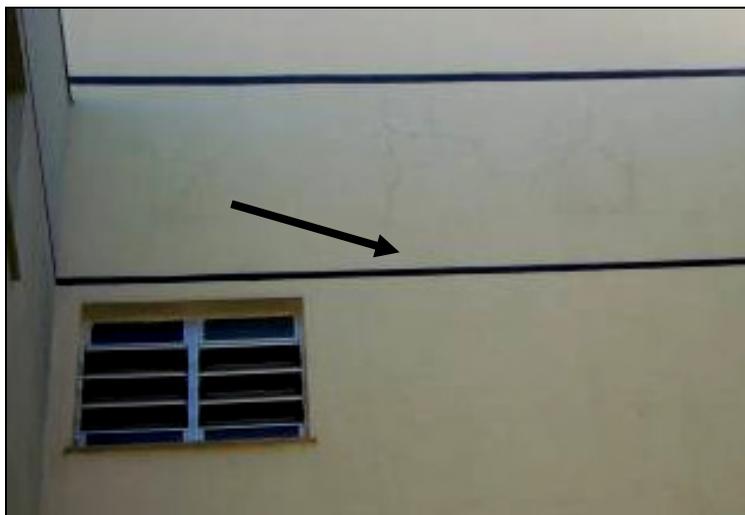


Figura 215 – Junta de dilatação do residencial A11.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 216 - Vista telhado residencial A11.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.



Figura 217 – Patologia da Fachada do residencial A11.

Fonte: Pesquisa de campo, 2009.

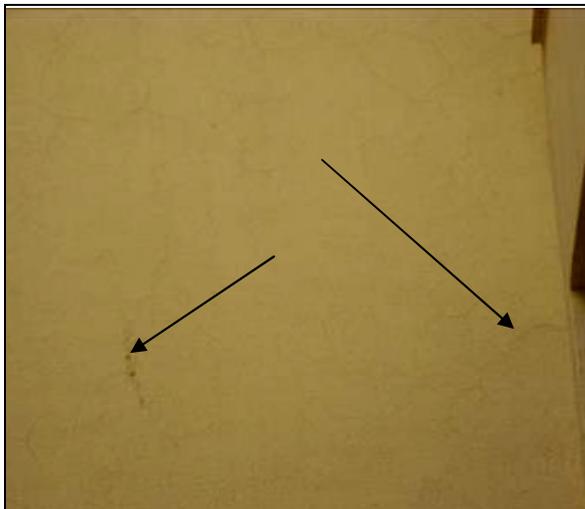


Figura 218 - Patologia em fachada residencial A12.  
Fonte: Pesquisa de campo, 2009.