

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**FISSURAS EM ALVENARIAS:
CONFIGURAÇÕES TÍPICAS E LEVANTAMENTO DE
INCIDÊNCIAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Ernani Freitas de Magalhães

Porto Alegre
abril 2004

ERNANI FREITAS DE MAGALHÃES

**FISSURAS EM ALVENARIAS:
CONFIGURAÇÕES TÍPICAS E LEVANTAMENTO DE
INCIDÊNCIAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Mestrado
Profissionalizante em Engenharia da Escola de Engenharia da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia na
modalidade Profissionalizante

Porto Alegre

abril 2004

M188f Magalhães, Ernani Freitas de

Fissuras em alvenarias : configurações típicas e levantamento de incidências no Estado do Rio Grande do Sul / Ernani Freitas de Magalhães . – 2004.

Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Porto Alegre, BR-RS, 2004.

Orientação : Prof. Dra. Denise Carpena Coitinho Dal Molin.

1. Patologia – Construção Civil. 2. Alvenaria – Fissuras. I. Dal Molin, Denise Carpena Coitinho, orient. II. Título.

CDU-69.059.22(043)

ERNANI FREITAS DE MAGALHÃES

**FISSURAS EM ALVENARIAS:
CONFIGURAÇÕES TÍPICAS E LEVANTAMENTO DE
INCIDÊNCIAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Este trabalho de conclusão foi julgado adequado para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovado em sua forma final pela professora orientadora e pelo Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, janeiro de 2006

Prof.a Denise Carpena Coitinho Dal Molin
Dra. pela Universidade de São Paulo
Orientadora

Eng.a Lucília Maria Bernardino da Silva
Mestre pela UFRGS
Colaboradora

Prof.a Helena Cybis
Coordenadora do Curso de Mestrado Profissionalizante/EE/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Jairo José de Oliveira Andrade (PUC-RS/ULBRA)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Ronaldo Bastos Duarte (UFRGS)
Ph.D. pela Universidade de Edinburgh

Prof. Ruy Alberto Cremonini (UFRGS)
Dr. pela Universidade de São Paulo

À Nádia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à prof.a Denise Carpena Coitinho Dal Molin, Dra., orientadora deste trabalho, pela orientação competente, apoio incondicional e incentivo permanente, sem os quais este trabalho não seria realizado.

À eng.a Lucília Maria Bernardino da Silva, M.Sc., colaboradora deste trabalho, pela participação efetiva e pelas generosas contribuições.

Aos meus pais, pelo carinho e apoio fundamentais em todas as fases de minha vida.

À Nádia, pelo amor de todos os momentos e verdadeira motivação deste trabalho.

Aos amigos e demais familiares, pelo apoio constante e pelo que representam em minha vida.

Ao meu sócio arq. João Carlos Müller, pela amizade, colaboração, compreensão e paciência demonstrados durante todo o curso e durante a elaboração deste trabalho. Aos meus demais sócios, pelo apoio e compreensão.

Aos colegas da primeira turma do Curso de Mestrado Profissionalizante, área da Construção Civil, pela maravilhosa convivência e troca de experiências.

Aos professores do Curso de Mestrado Profissionalizante, pela enorme bagagem profissional e conhecimentos transmitidos nesta minha nova formação profissional.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, à Escola de Engenharia e ao Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação – NORIE, pela oportunidade de participar da primeira turma do Curso de Mestrado Profissionalizante na área da Construção Civil, o que muito representou para minha formação pessoal e profissional e para a realização deste trabalho.

RESUMO

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em alvenarias**: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul. 2004. 177 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia / UFRGS, Porto Alegre, 2006.

A indústria da construção civil tem se caracterizado por um acelerado desenvolvimento e crescente evolução das técnicas construtivas e do uso de novos materiais e produtos. Não obstante, as paredes de alvenaria continuam fissurando. A fissuração das paredes de alvenaria é um fenômeno que tem origem em falhas técnicas objetivas, afetando o desempenho de grande número de fachadas e divisórias interiores, justificando-se a manutenção de seu estudo. O estudo das fissuras em alvenarias a partir de suas manifestações características e causas prováveis possibilita um conhecimento mais aprofundado de seus mecanismos de formação e de suas possíveis medidas de terapia e prevenção. O presente trabalho utiliza a classificação de fissuras segundo as causas, catalogando 34 configurações típicas de fissuras em alvenarias mais frequentes e mais presentes na bibliografia. Apresenta o levantamento de incidências de fissuras em alvenarias no estado do Rio Grande do Sul, a partir de casos reais obtidos em laudos técnicos do acervo da Fundação de Ciência e Tecnologia - CIENTEC. Os resultados caracterizam a distribuição das manifestações de fissuras em alvenarias por dois diferentes métodos, chamados Incidência e Intensidade, de acordo com os sub-grupos **sobrecargas, térmicas, retração-expansão, deformações, recalque fundações, reações químicas e detalhes construtivos**, assim como outras classificações para fissuras não diagnosticadas. Demonstra a predominância das fissuras causadas por variações de temperatura, quando considerada a distribuição por incidência; e das fissuras causadas por recalque de fundações, quando considerada a distribuição por intensidade. Aponta ainda que as características das edificações exercem influência na configuração das fissuras observáveis. Conclui pela aplicabilidade do conjunto de configurações típicas adotado e da metodologia utilizada, assim como demonstra a característica complementar dos dois métodos de levantamento aplicados.

Palavras-chave: fissuras em alvenarias; patologia das edificações; construção civil.

ABSTRACT

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em alvenarias**: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul. 2004. 177 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia / UFRGS, Porto Alegre, 2006.

Masonry cracks: typical configurations and incidences survey in the state of the Rio Grande do Sul.

The construction industry is now characterized by an accelerated development and increasing evolution of the constructive techniques, new materials and products. Despite of this evolution, masonry walls are still cracking. Masonry cracking is a phenomenon originated in objective technic fails, affecting the performance of great number of façades and internal walls, justifying the maintenance of its study. The study of masonry cracks from its characteristic manifestations and probable causes makes possible a deepened knowledge of its mechanisms of formation and its possible therapy and prevention. The present work uses the classification of masonry cracks according to causes, cataloguing 34 typical configurations of cracks more frequent in current buildings and more available in the bibliography. It presents the survey of incidences of wall masonry cracks in the state of the Rio Grande do Sul, Brasil, from real cases gotten in technical findings of the Science and Technology Foundation - CIENTEC. The results characterize the distribution of the wall masonry cracks manifestations by two different methods called *Incidence* and *Intensity*, in accordance with the sub-groups: *overloads*, *temperature movements*, *shrinkage-and-expansion*, *deformations*, *foundation movements*, *chemical reactions* and *constructive details*, as well as other classifications for cracks not diagnosed. It demonstrates the predominance of the cracks caused by temperature variations, when considered the distribution by incidence; and of the cracks caused by foundation movements, when considered the distribution by intensity. It still points that the building characteristics exert influence in the configuration of the crackings observed. Concludes for the applicability of the set of typical configurations adopted and of the used methodology, as well as demonstrates the complementary characteristic of the two applied methods of survey.

Key-words: masonry cracks; building failures; construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: quadro comparativo entre resistência do componente da alvenaria (unidade) e resistência do prisma	31
Figura 2: fissuração típica em paredes de alvenaria homogêneas	37
Figura 3: fissuração típica em paredes de alvenaria heterogêneas	37
Figura 4: fissuras verticais induzidas por sobrecargas	43
Figura 5: fissura horizontal por sobrecarga	44
Figura 6: fissuras verticais e/ou inclinadas em apoio de viga sem coxim com excessiva sobrecarga	44
Figura 7: ruptura e fissuração de alvenaria sob ponto de aplicação de excessiva carga concentrada	45
Figura 8: fissuras verticais por sobrecargas em pilares de alvenaria	45
Figura 9: fissuração teórica em torno de abertura em parede submetida a sobrecarga ...	46
Figura 10: fissuração real em torno de aberturas em parede submetida a sobrecarga	46
Figura 11: fissura horizontal na interface entre a laje e a parede por movimentação térmica da laje	48
Figura 12: fissura horizontal com componentes inclinados (escamas) por movimentação térmica da laje	48
Figura 13: fissura horizontal na parede de fachada por movimentação térmica da laje	48
Figura 14: fissura horizontal no topo da parede por movimentação térmica da laje de cobertura	49
Figura 15: fissura horizontal com componentes inclinados (escamas) por movimentação da laje de cobertura	49
Figura 16: fissura horizontal na parede de fachada por movimentação térmica da laje (fonte: arquivo pessoal do autor)	49
Figura 17: fissuras inclinadas no canto da edificação por movimentação térmica da laje	50
Figura 18: fissuras inclinadas em cantos de paredes (em ambas as extremidades) e fissura de destacamento da platibanda por movimentação térmica da laje	51

Figura 19: fissura inclinada em parede transversal por movimentação térmica da laje ..	52
Figura 20: fissura inclinada em parede transversal por movimentação térmica da laje de cobertura	52
Figura 21: fissura vertical por movimentação térmica da laje	53
Figura 22: fissuras inclinadas em paredes por movimentação térmica da estrutura de concreto armado	54
Figura 23: fissuras de destacamento de painéis de alvenaria por movimentação térmica da estrutura	54
Figura 24: fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado	55
Figura 25: fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria em platibandas ...	56
Figura 26: fissura vertical por movimentação térmica da alvenaria em mureta de terraço	56
Figura 27: fissuras de destacamento de platibanda por movimentação térmica	57
Figura 28: fissuras horizontais em parede por retração da laje de cobertura	59
Figura 29: fissuras horizontais em paredes por retração de lajes intermediárias	59
Figura 30: fissura na base da parede por retração da laje e expansão da alvenaria	60
Figura 31: fissura na base da parede e na interface por retração da viga de apoio	61
Figura 32: fissuras verticais em parede de alvenaria por retração da laje	61
Figura 33: fissuras de destacamento entre a parede e a estrutura reticulada de concreto armado por retração da alvenaria	62
Figura 34: fissura vertical em parede por retração da alvenaria. Caso típico de muro com borda livre construído em blocos de concreto	63
Figura 35: fissura horizontal em parede por expansão da alvenaria na presença de umidade ascendente	64
Figura 36: fissura vertical no canto do prédio por expansão da alvenaria	65
Figura 37: fissura vertical no canto do prédio por expansão da alvenaria	66

Figura 38: fissuras em parede de vedação por deformação da viga de apoio	68
Figura 39: fissuras em parede de vedação por deformação das vigas de apoio e superior	68
Figura 40: fissuras em parede de vedação por deformação da viga superior	69
Figura 41: fissuras em parede com aberturas causadas pela deformação da estrutura	70
Figura 42: fissuras inclinadas em parede de alvenaria provocadas por deflexão da viga em balanço	71
Figura 43: fissura inclinada em parede por deformação do balanço	71
Figura 44: fissura horizontal na interface entre a parede e a laje por deformação da laje de cobertura	72
Figura 45: mecanismo de formação de fissuras horizontais na base de paredes por deformação de lajes apoiadas ou ancoradas em alvenarias	72
Figura 46: representação de fissuras causadas por recalque de fundações segundo um eixo principal	75
Figura 47: representação de fissuras causadas por recalque de fundações fora de um eixo principal	76
Figura 48: fissuras por recalque de fundações	77
Figura 49: fissura por recalque de fundação em um canto da edificação	77
Figura 50: fissuras verticais em peitoris por flexão negativa	78
Figura 51: fissuras verticais em peitoril causadas por flexão negativa	78
Figura 52: fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações	79
Figura 53: fissuras inclinadas por recalque diferencial entre pilares	80
Figura 54: fissuras horizontais por expansão da argamassa causada por reações químicas	81
Figura 55: fissuras horizontais nas juntas de argamassa causadas por reações químicas	82
Figura 56: fissuras verticais em parede de alvenaria por dilatação de tesouras de madeira	83

Figura 57: fissura vertical por deficiência de amarração entre o prédio e o muro	84
Figura 58: fissura vertical entre o muro e a edificação por deficiência de amarração	84
Figura 59: quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo sobrecargas	85
Figura 60: quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo térmicas	86
Figura 61: quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo retração-expansão	87
Figura 62: quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo deformações	88
Figura 63: quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo recalque fundações	89
Figura 64: quadro resumo das configurações típicas dos sub-grupos reações químicas e detalhes construtivos	90
Figura 65: modelo padrão da Planilha de levantamento de dados	94
Figura 66: incidência de fissuras em alvenarias segundo as causas	106
Figura 67: incidência de fissuras em alvenaria causadas por variações de temperatura .	107
Figura 68: incidência de fissuras em alvenaria causadas por retração e expansão	109
Figura 69: incidência de fissuras em alvenaria causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado	111
Figura 70: incidência de fissuras em alvenaria causadas por recalque de fundações	112
Figura 71: incidência de fissuras em alvenaria causadas por detalhes construtivos	114
Figura 72: incidência de fissuras segundo o tipo de imóvel	116
Figura 73: incidência de fissuras segundo o número de pavimentos	118
Figura 74: incidência de fissuras segundo o tipo de estrutura	120
Figura 75: incidência de fissuras sem diagnóstico segundo a direção/localização	122
Figura 76: incidência de fissuras sem diagnóstico em muros	123
Figura 77: intensidade de fissuras segundo as causas	125
Figura 78: intensidade de fissuras em alvenaria causadas por variações de temperatura	128
Figura 79: intensidade de fissuras em alvenaria causadas por retração e expansão	130

Figura 80: intensidade de fissuras em alvenaria causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado	131
Figura 81: intensidade de fissuras em alvenaria causadas por recalque de fundações ...	132
Figura 82: intensidade de fissuras em alvenaria causadas por detalhes construtivos	134
Figura 83: intensidade de fissuras segundo o tipo de imóvel	135
Figura 84: intensidade de fissuras segundo o número de pavimentos	137
Figura 85: intensidade de fissuras segundo o tipo de estrutura	138
Figura 86: intensidade de fissuras sem diagnóstico segundo a direção/localização	140
Figura 87: intensidade de fissuras sem diagnóstico em muros	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: relatórios pesquisados e relatórios considerados	99
Tabela 2: relatórios com diagnóstico e sem diagnóstico	100
Tabela 3: imóveis levantados	101
Tabela 4: distribuição por tipo de imóvel	102
Tabela 5: distribuição pelo número de pavimentos	103
Tabela 6: distribuição pelo tipo de estrutura	104
Tabela 7: distribuição pelo número de pavimentos e tipo de estrutura	105
Tabela 8: comparativo de distribuições de fissuras em alvenarias pelos métodos I e II .	127

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA	16
1.2 OBJETIVOS	18
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
1.4 DELIMITAÇÕES	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES	21
2.2 ALVENARIAS	24
2.2.1 Paredes de alvenaria não estruturais ou de vedação	26
2.2.2 Paredes de alvenaria estruturais ou portantes	27
2.3 ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS ALVENARIAS	28
2.3.1 Componentes da alvenaria	29
2.3.2 Juntas de argamassa	31
2.4 RESISTÊNCIA MECÂNICA DAS ALVENARIAS	32
2.5 FISSURAS EM ALVENARIAS	34
2.6 MECANISMOS DE FORMAÇÃO DAS FISSURAS EM ALVENARIAS	35
2.7 CLASSIFICAÇÃO DAS FISSURAS	38
2.7.1 Classificação das fissuras segundo a abertura	38
2.7.2 Classificação das fissuras segundo a atividade	39
2.7.3 Classificação das fissuras segundo a forma	39
2.7.4 Classificação das fissuras segundo as causas	39
2.7.5 Classificação das fissuras segundo a direção	40
3 CONFIGURAÇÕES TÍPICAS DE FISSURAS EM ALVENARIAS	41
3.1 FISSURAS CAUSADAS POR SOBRECARGAS	41
3.1.1 Fissuras verticais induzidas por sobrecargas	42
3.1.2 Fissuras horizontais por sobrecargas	43
3.1.3 Fissuras por sobrecargas em apoios	44
3.1.4 Fissuras por sobrecargas em pilares de alvenaria	45
3.1.5 Fissuras por sobrecargas em torno de aberturas	45
3.2 FISSURAS CAUSADAS POR VARIAÇÕES DE TEMPERATURA	46
3.2.1 Fissuras horizontais por movimentação térmica da laje	47
3.2.2 Fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje	50

3.2.3 Fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje	51
3.2.4 Fissuras verticais por movimentação térmica da laje	52
3.2.5 Fissuras inclinadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado	53
3.2.6 Fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado	54
3.2.7 Fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria	55
3.2.8 Fissuras de destacamento de platibandas por movimentação térmica	56
3.3 FISSURAS CAUSADAS POR RETRAÇÃO E EXPANSÃO	57
3.3.1 Fissuras horizontais em paredes por retração da laje	58
3.3.2 Fissuras inclinadas em paredes por retração da laje	60
3.3.3 Fissuras verticais em paredes por retração da laje	61
3.3.4 Fissuras de destacamento de paredes de alvenaria por retração	62
3.3.5 Fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria	63
3.3.6 Fissuras horizontais por expansão da alvenaria	64
3.3.7 Fissuras verticais por expansão da alvenaria	65
3.4 FISSURAS CAUSADAS POR DEFORMAÇÃO DE ELEMENTOS DA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	66
3.4.1 Fissuras em paredes por deformação do apoio	67
3.4.2 Fissuras em paredes por deformação das vigas de apoio e superior	68
3.4.3 Fissuras em paredes por deformação da viga superior	69
3.4.4 Fissuras em paredes com aberturas por deformação da estrutura	69
3.4.5 Fissuras em paredes por deformação de balanços	70
3.4.6 Fissuras horizontais em paredes por deformação da laje de cobertura	71
3.5 FISSURAS CAUSADAS POR RECALQUE DE FUNDAÇÕES	72
3.5.1 Fissuras por recalque de fundações segundo um eixo principal	74
3.5.2 Fissuras por recalque de fundações fora de um eixo principal	75
3.5.3 Fissuras verticais em peitoris por flexão negativa	78
3.5.4 Fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações	79
3.5.5 Fissuras inclinadas em prédios estruturados	79
3.6 FISSURAS CAUSADAS POR REAÇÕES QUÍMICAS	80
3.6.1 Fissuras horizontais por expansão da argamassa	81

3.7 FISSURAS CAUSADAS POR DETALHES CONSTRUTIVOS	82
3.7.1 Fissuras por ancoragem de elementos construtivos	82
3.7.2 Fissuras por deficiência de amarração	83
3.8 RESUMO DAS CONFIGURAÇÕES TÍPICAS	84
4 LEVANTAMENTO DE INCIDÊNCIAS DE FISSURAS EM ALVENARIAS	
NO ESTADO DO RS	91
4.1 CONSIDERAÇÕES QUANTO À METODOLOGIA	91
4.2 METODOLOGIA	93
4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS	96
4.3.1 Planilha de levantamento de dados - Método I - Incidência	97
4.3.2 Planilha de levantamento de dados - Método II - Intensidade	97
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	99
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS RELATÓRIOS PESQUISADOS	99
5.1.1 Relatórios considerados	99
5.1.2 Relatórios com diagnóstico e sem diagnóstico	100
5.1.3 Imóveis levantados – com ou sem diagnóstico	100
5.1.4 Distribuição geográfica	101
5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS IMÓVEIS	101
5.2.1 Distribuição por tipo de imóvel	102
5.2.2 Distribuição pelo número de pavimentos	103
5.2.3 Distribuição pelo tipo de estrutura	103
5.2.4 Distribuição pelo número de pavimentos e estrutura	104
5.3 DISTRIBUIÇÃO DE FISSURAS EM ALVENARIAS - MÉTODO I -	
INCIDÊNCIA	105
5.3.1 Fissuras com diagnóstico - Incidência	105
5.3.1.1 Distribuição de fissuras segundo as causas – Incidência	106
<i>5.3.1.1.1 Fissuras causadas por variações de temperatura – Incidência</i>	<i>107</i>
<i>5.3.1.1.2 Fissuras causadas por retração e expansão – Incidência</i>	<i>109</i>
<i>5.3.1.1.3 Fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto</i>	
<i>armado – Incidência</i>	<i>111</i>
<i>5.3.1.1.4 Fissuras causadas por recalque de fundações – Incidência</i>	<i>112</i>
<i>5.3.1.1.5 Fissuras causadas por detalhes construtivos – Incidência</i>	<i>114</i>
5.3.1.2 Distribuição de fissuras segundo o tipo de imóvel – Incidência	115
5.3.1.3 Distribuição de fissuras segundo o número de pavimentos – Incidência	117

5.3.1.4 Distribuição de fissuras segundo o tipo de estrutura – Incidência	119
5.3.2 Fissuras sem diagnóstico – Incidência	122
5.3.3 Fissuras em muros – Incidência	123
5.4 DISTRIBUIÇÃO DE FISSURAS EM ALVENARIAS - MÉTODO II - INTENSIDADE	124
5.4.1 Fissuras com diagnóstico – Intensidade	124
5.4.1.1 Distribuição de fissuras segundo as causas – Intensidade	124
5.4.1.1.1 <i>Fissuras causadas por variações de temperatura – Intensidade</i>	<i>128</i>
5.4.1.1.2 <i>Fissuras causadas por retração e expansão – Intensidade</i>	<i>130</i>
5.4.1.1.3 <i>Fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado – Intensidade</i>	<i>131</i>
5.4.1.1.4 <i>Fissuras causadas por recalque de fundações – Intensidade</i>	<i>132</i>
5.4.1.1.5 <i>Fissuras causadas por detalhes construtivos – Intensidade</i>	<i>133</i>
5.4.1.2 Distribuição de fissuras segundo o tipo de imóvel – Intensidade	134
5.4.1.3 Distribuição de fissuras segundo o número de pavimentos – Intensidade	136
5.4.1.4 Distribuição de fissuras segundo o tipo de estrutura – Intensidade	138
5.4.2 Fissuras sem diagnóstico – Intensidade	139
5.4.3 Fissuras em muros – Intensidade	141
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	143
6.1 CONSIDERAÇÕES QUANTO AOS RELATÓRIOS PESQUISADOS	143
6.2 CONSIDERAÇÕES QUANTO AOS IMÓVEIS	144
6.3 CONSIDERAÇÕES QUANTO À INCIDÊNCIA DE FISSURAS EM ALVENARIAS – MÉTODO I	145
6.4 CONSIDERAÇÕES QUANTO À INTENSIDADE DE FISSURAS EM ALVENARIAS – MÉTODO II	147
6.5 CONCLUSÕES FINAIS	149
6.6 SUGESTÕES	151
REFERÊNCIAS	152
APÊNDICE A	156
APÊNDICE B	167

1 INTRODUÇÃO

1.1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA

A indústria da construção civil é, tradicionalmente, um dos setores mais lentos para aceitar inovações; no entanto, tem se caracterizado, atualmente, por um acelerado desenvolvimento e uma crescente evolução das técnicas construtivas e do uso de novos materiais e produtos (CROCE, 2003). Esforços têm sido realizados envolvendo entidades governamentais, setoriais, iniciativa privada e comunidade acadêmica, na busca deste desenvolvimento e da modernização do setor.

Novos conceitos quanto à qualidade e desempenho das construções, direitos dos consumidores, satisfação dos usuários, certificados de qualidade e conformidade, competição empresarial e produtividade têm sido introduzidos, exigindo a busca constante de melhorias em todas as etapas do processo construtivo.

Não obstante, as paredes de alvenaria continuam apresentando fissuras.

Silva e Abrantes (1998) afirmam que a investigação dos problemas de fissuração em paredes de alvenaria mantém-se atual, apesar do esforço de pesquisa desenvolvido nas últimas décadas no domínio da construção e apesar das mudanças conjunturais e evolução do setor. A fissuração das alvenarias é um fenômeno que tem-se demonstrado crescente em muitos países e que tem origem em falhas técnicas objetivas, cuja incidência afeta o desempenho de grande número de fachadas e paredes internas, o que justifica a manutenção de seu estudo.

Empresas construtoras mostram sinais de preocupação, já que problemas patológicos manifestados em alvenarias acarretam prejuízos diretos com gastos para sua solução e recuperação das edificações, assim como o desgaste de imagem das empresas frente a seus usuários e consumidores (MASSETTO; SABBATINI, 1998).

Segundo Ioshimoto (1988), o estudo sistemático dos problemas patológicos a partir de suas manifestações características permite um conhecimento mais aprofundado das causas, subsidia os trabalhos de recuperação e manutenção e contribui para um maior entendimento de cada uma das etapas dos processos de produção das edificações, possibilitando a adoção de medidas preventivas.

Silva (1996, p. 2) afirma que “[...] o estudo das causas, manifestações e conseqüências dos problemas patológicos possibilita a redução da incidência de falhas [...]”, contribuindo para a melhoria da qualidade das edificações, de um modo geral.

O levantamento das manifestações patológicas em edificações justifica-se ainda como importante contribuição para trabalhos desenvolvidos no Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação – NORIE – da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como, por exemplo, o Sistema EDIFICAR (SILVA, 1996) e diversas dissertações voltadas ao tema: Andrade (1997), Aranha (1994), Cremonini (1988), Dal Molin (1988), Silva (1996), entre outras.

Andrade e Dal Molin (1997, p. 2) corroboram:

[...] importantes pesquisadores e instituições em nível mundial têm desenvolvido grande esforço na execução de levantamentos de danos em vários tipos de edificações, pois a catalogação e análise de ocorrências consistem em um ponto de partida para qualquer investigação dessa área.

Neste contexto, insere-se o presente trabalho como integrante da pesquisa para o **Desenvolvimento de um sistema computacional para apoio à decisão no diagnóstico de fissuras em alvenaria**, em andamento no NORIE/UFRGS, sob a coordenação da prof.a Denise Carpena Coitinho Dal Molin, Dra.

A partir destas considerações, este trabalho propõe-se ao estudo das diversas formas de manifestações patológicas de fissuras em alvenarias, suas descrições, configurações e mecanismos de formação, de modo a sistematizar-se o levantamento de ocorrências e verificar-se sua incidência e intensidade.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal do presente trabalho é o levantamento das incidências de fissuras em alvenarias em edificações correntes do estado do Rio Grande do Sul (RS).

Particularmente, tem o objetivo de verificar as manifestações de fissuras em alvenarias, quanto às suas incidências e intensidades, registrando e analisando suas causas e configurações, a partir da bibliografia estudada e de casos concretos de ocorrências, utilizando-se para isto de pesquisa bibliográfica e documental. Deste modo, são estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) catalogação das configurações típicas de fissuras em alvenarias para fins de aplicação ao referido levantamento;
- b) sistematização do processo de levantamento de fissuras em alvenarias;
- c) identificação e quantificação das ocorrências de fissuras em alvenarias pelo método da incidência e pelo método da intensidade;
- d) análise e comparação dos resultados obtidos por ambos os métodos.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

A abordagem do tema é feita em uma subdivisão de seis capítulos.

O primeiro capítulo, ou introdução, apresenta a importância e justificativa deste trabalho, seus objetivos, estrutura e delimitações.

O segundo capítulo, denominado revisão bibliográfica, procura revisar conceitos e definições sobre patologia das edificações, alvenarias, elementos constituintes das alvenarias, resistência mecânica das alvenarias, fissuras em alvenarias, mecanismos de formação das fissuras em alvenarias e classificação das fissuras.

O terceiro capítulo, chamado configurações típicas de fissuras em alvenarias, apresenta a classificação adotada, registrando e analisando as fissuras em alvenarias segundo as causas, divididas em 7 sub-grupos de fissuras causadas por: sobrecargas, variações de temperatura,

retração e expansão, deformação de elementos da estrutura de concreto armado, recalque de fundações, reações químicas e detalhes construtivos.

O quarto capítulo apresenta o levantamento de incidências de fissuras em alvenarias a partir de relatórios de casos reais obtidos em laudos técnicos do acervo da Fundação de Ciência e Tecnologia – CIENTEC, sua metodologia e levantamento de dados.

O quinto capítulo, denominado apresentação e análise dos resultados, apresenta os resultados obtidos a partir da caracterização dos relatórios pesquisados, caracterização dos imóveis, distribuição de fissuras em alvenarias - método I - incidência - e distribuição de fissuras em alvenarias - método II - intensidade.

O sexto capítulo, denominado considerações finais, apresenta as considerações quanto à apresentação e análise dos resultados, as conclusões finais e sugestões.

Por último, são apresentadas as referências e apêndices do presente trabalho.

1.4 DELIMITAÇÕES

Quando se fala em alvenarias, aborda-se um vasto campo de estudo, rico em possibilidades e alternativas de aplicações, multiplicidade de elementos constituintes, peculiaridades regionais, variedades de matérias primas, abordagens tecnológicas e de dimensionamento.

O presente trabalho apresenta o tema das fissuras de forma restrita às paredes correntes de alvenaria, compostas de tijolos ou blocos e juntas de argamassa, com ou sem função estrutural.

Não são consideradas as paredes com configurações e características diferentes das usuais, tais como paredes de concreto armado; painéis pré-fabricados; paredes ou painéis em gesso acartonado, madeira, PVC ou plástico; paredes duplas (*cavity walls*); paredes de contenção, paredes-diafragma, cortinas ou muros de arrimo; assim como paredes de churrasqueiras, lareiras ou fornos.

Limita-se aos materiais mais comuns, tais como os tijolos cerâmicos maciços, tijolos cerâmicos furados, ou blocos cerâmicos, e os blocos de concreto. Outros componentes das alvenarias,

como pedras de qualquer tipo; blocos de concreto leve ou celular; tijolos de solo-cimento, sílico-calcáreos, refratários ou de vidro, não são considerados.

Não são catalogados absolutamente todos os tipos de fissuras. Limita-se o presente trabalho aos casos mais comuns, mais freqüentes e mais presentes na bibliografia. Não são incluídas fissuras em estruturas de concreto armado, fissuras em rebocos ou outros revestimentos e fissuras em pontos previamente designados como juntas de dilatação ou outras juntas.

Do mesmo modo, o presente trabalho procura não aprofundar questões quanto às metodologias de cálculo e dimensionamento das alvenarias, tecnologia dos materiais e normatizações, restringindo-se a apresentar tópicos para seu entendimento.

Quanto às causas possíveis de fissuração, são catalogadas 34 configurações típicas de incidências mais freqüentes, desconsideradas causas esporádicas tais como incêndios, terremotos, choques e bombas, entre outras.

Os documentos pesquisados referem-se à incidência de patologias no estado do Rio Grande do Sul, não sendo consideradas configurações típicas de outras regiões.

Os dados foram obtidos a partir de relatórios dos anos de 1977 à 1987 e de 1999 à 2003.

Os dados utilizados reproduzem informações de laudos da CIENTEC, limitando-se às descrições e diagnósticos existentes nestes documentos, inclusive quanto às quantidades de manifestações patológicas, não sendo questionados os números ali registrados ou os diagnósticos apresentados. Os laudos da CIENTEC não registram absolutamente todas as manifestações existentes nos imóveis, o que limita levantamentos de cunho quantitativo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo de revisão bibliográfica aborda conceitos e definições sobre a patologia das edificações, as alvenarias, os elementos constituintes das alvenarias e sua resistência mecânica, as fissuras em alvenarias, seus mecanismos de formação e sua classificação.

2.1 PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES

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, etc. Por isso convencionou-se chamar de Patologia das Edificações ao estudo sistemático desses defeitos (VERÇOZA, 1991, p. 7).

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 CONPAT - *Congreso Latino Americano de Patologia de la Construcción* - realizado pela primeira vez em 1991, na Argentina, e repetido a cada dois anos com esplêndido sucesso até o ano de 2003, no México, constituindo-se importante ponto de convergência do conhecimento sobre as Patologias das Edificações na América Latina (DOMENE, 2003).

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.

O estudo das Patologias das Edificações, ou Patologias das Construções, insere-se neste cenário, identificando manifestações patológicas, diagnosticando suas causas, 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 causas 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 procura pela utilização de materiais em seus últimos limites, a partir da evolução da tecnologia dos materiais, gerando estruturas cada vez mais leves, 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 consequência, 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, fissuras, degradação superficial, corrosão, descolamentos, eflorescências, deformações, desagregação, entre outros;
- b) as causas: manifestações patológicas causadas pela presença de umidade, por sobrecargas, por deformações, por variações térmicas, por retração, entre outras;
- c) os elementos construtivos atingidos: manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, em paredes, em revestimentos, em fundações, em portas e janelas, entre outros;
- d) os agentes causadores: manifestações patológicas causadas pela água, pela radiação solar, pelo fogo, por sais, entre outros;
- e) as tensões envolvidas: manifestações patológicas por flexão, por tração, por compressão, por torção, por flexocompressão, entre outras;
- f) as fases correspondentes do processo construtivo: manifestações patológicas originadas na fase de planejamento, projeto, execução, uso, manutenção, entre outras.

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 superficial, 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 causam aos leigos são as fissuras. A ocorrência de fissuras tem se tornado um incômodo que provoca crescente preocupação na construção civil, onde 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 trincas ou 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 Patologias 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.

2.2 ALVENARIAS

“Alvenaria é o conjunto de materiais pétreos, naturais ou artificiais, juntados entre si por meio de argamassa” (MOLITERNO, 1995, p. 2). Com este conceito, o autor simplifica o entendimento do que seja alvenaria, complementando ao afirmar que as alvenarias são estruturas que dispensam o uso de armações de aço ou madeira, sendo executadas apenas com materiais pétreos e argamassa.

Em verdade, podem existir alvenarias executadas sem a argamassa de assentamento, pelo simples encaixe de seus componentes, e, ainda, alvenarias reforçadas por meio de barras de aço, chamadas alvenarias estruturadas, ou armadas.

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 em nossa sociedade. No Brasil, a evolução natural dos materiais de construção fez com que o tradicional tijolo cerâmico maciço passasse a ser acompanhado, na execução das alvenarias, por tijolos cerâmicos furados, blocos cerâmicos vazados, blocos de concreto e, mais atualmente, blocos de concreto celular autoclavado ou blocos sílico-calcáreos (MASSETTO; SABBATINI, 1998).

A NBR 8798 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985a), norma brasileira para execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, dá importantes definições:

- a) parede: elemento laminar vertical apoiado de modo contínuo em toda a sua base, com comprimento maior que 1/5 de sua altura;
- b) parede portante: parede dimensionada para suportar cargas verticais além de seu peso próprio;
- c) parede não portante: parede que não suporta cargas verticais além de seu peso próprio;
- d) estrutura de alvenaria armada: alvenaria que possui armaduras solidárias aos componentes da alvenaria para resistir a esforços calculados;
- e) estrutura de alvenaria não armada: alvenaria que só possui armaduras se com finalidade construtiva ou de amarração, sem absorver esforços calculados.

As paredes de alvenaria têm como função principal a vedação de ambientes, definindo sua configuração interna e compartimentação, e o controle sobre a ação dos agentes externos indesejáveis, criando condições de habitabilidade para as edificações e atuando em conjunto com as esquadrias e os revestimentos. Devem atender requisitos funcionais que dizem respeito à sua utilização, segurança e durabilidade, possuindo características e propriedades que favoreçam este desempenho, tais como: resistência mecânica, estabilidade dimensional, condições superficiais, propriedades térmicas e acústicas, resistência ao fogo, à penetração de água e aos agentes agressivos (MASSETTO; SABBATINI, 1998).

As alvenarias devem ser projetadas e construídas de modo a garantir a habitabilidade da edificação, apresentando adequadas condições de estabilidade, conforto térmico, estanqueidade, isolamento acústico e acabamento, transmitindo ao usuário a sensação de salubridade e bem estar (DAL MOLIN et al., 2001, p. 2).

Kazmierczak (1989) classifica as alvenarias segundo os seguintes critérios:

- a) pela finalidade: alvenaria estrutural ou de vedação;
- b) pelos materiais: alvenaria de tijolos maciços, de blocos cerâmicos, entre outros;
- c) pelo processo de fabricação: alvenarias pré-fabricadas ou feitas em obra.

Sabbatini (1984) explica que as paredes de alvenaria podem desempenhar funções estruturais ou de simples vedação. Sendo assim, as paredes portantes são também chamadas paredes de alvenaria estruturais ou resistentes e as paredes não portantes são também chamadas de paredes de alvenaria de vedação ou não resistentes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985a, 1989; MOLITERNO, 1995).

2.2.1 Paredes de alvenaria não estruturais ou de vedação

São as paredes não portantes construídas em alvenaria utilizadas como fechamento e divisórias. São exemplos de alvenarias não estruturais ou de vedação (MOLITERNO, 1995):

- a) alvenaria de pedra arrumada: executada com pedras com ou sem argamassa de assentamento, em geral utilizada em revestimentos de taludes;
- b) alvenaria de tijolos furados: executada com tijolos de 4, 6 ou 8 furos ou blocos de cerâmica extrudada, utilizada em paredes de vedação e divisórias;
- c) alvenaria de blocos de concreto leve: executada em blocos de concreto celular e utilizada como vedação;
- d) taipa de mão: executada com barro como material de vedação entre elementos estruturais de madeira em moradias populares;
- e) alvenaria de blocos cerâmicos: executada em blocos cerâmicos extrudados sem fins estruturais.

2.2.2 Paredes de alvenaria estruturais ou portantes

São as paredes construídas em alvenaria que participam do sistema construtivo resistindo a cargas verticais da edificação e absorvendo ações secundárias. São exemplos de alvenarias estruturais ou portantes (MOLITERNO, 1995):

- a) alvenaria de pedra argamassada: executada em pedras e argamassa de assentamento, e muito utilizada em fundações e arrimos;
- b) alvenaria de tijolos maciços: executada em tijolos cerâmicos maciços e argamassa de assentamento;
- c) alvenaria de adobe ou tijolos de solo-cimento: executada com tijolos de barro secos ao ar ou de solo-cimento, sem queima, e utilizada em paredes portantes;
- d) taipa de pilão: executada com uma mistura de argila, estrume de gado e pedras e muito utilizada em edificações antigas da arquitetura colonial brasileira;
- e) alvenaria de blocos de concreto: executada em blocos vazados de concreto e argamassa de assentamento e largamente utilizada na construção de paredes portantes, e também em paredes de alvenaria armada ou paredes de vedação;
- f) alvenaria de blocos sílico-calcáreos: executada em blocos fabricados com cal e agregados finos, de natureza quartzosa e utilizada em paredes portantes ou de vedação;
- g) alvenaria de concreto simples: executada em concreto não armado;
- h) alvenaria de concreto ciclópico: executada em concreto simples e pedra amarrada, com grande resistência por gravidade ou massa;
- i) alvenarias tipo gabiões: executadas com pedras encaixadas, sem argamassa de assentamento, e utilizadas para a estabilização de taludes;
- j) alvenaria de blocos cerâmicos estruturais: executada em blocos cerâmicos extrudados fabricados especialmente para fins estruturais.

As paredes de alvenaria estruturais ou portantes devem ser construídas com a utilização de componentes adequados, que atendam a requisitos mínimos para esta função. O uso de componentes destinados às alvenarias de vedação em paredes estruturais ou portantes pode resultar em desempenho inadequado.

Duarte (2004) cita casos de colapsos de edifícios nos estados de Pernambuco e Rio Grande do Sul, em que a causa principal fora a utilização de tijolos ou blocos cerâmicos de furos horizontais como unidades estruturais de construção das paredes de alvenaria. Estes componentes são destinados às alvenarias não estruturais ou de vedação.

Segundo Duarte (2004), o problema não se restringe a estes dois estados, mas ocorre em todo o Brasil, havendo a necessidade de uma conscientização e regulamentação efetivas alertando e proibindo o emprego de componentes de vedação em paredes de alvenaria com funções estruturais.

2.3 ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS ALVENARIAS

A alvenaria caracteriza-se por ser um subsistema da construção produzido no canteiro, resultante da união de seus componentes (tijolos ou blocos) através de juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso (SABBATINI, 1984).

São chamados **componentes da alvenaria** os tijolos ou blocos utilizados em sua execução. Os componentes da alvenaria são elementos de tamanho e peso manuseáveis, e geometria regular. As **juntas de argamassa** são constituídas pela argamassa de assentamento aplicada em estado plástico que, após o endurecimento e cura, apresenta forma definida e função de solidarização dos componentes (SABBATINI, 1984).

A disposição construtiva dos componentes e juntas de argamassa é dependente do tipo de componente, do tipo de parede a ser edificada e da mão-de-obra utilizada. Características como espessura das paredes, espessura e preenchimento das juntas, amarração dos componentes entre si, amarração dos cantos e encontros de paredes, estabilidade das fiadas e ligação com a estrutura adjacente são importantes no desempenho das paredes de alvenaria e altamente dependentes da qualidade da mão-de-obra (AZEREDO, 1977).

O processo construtivo e os materiais empregados são determinantes da qualidade das alvenarias. Os materiais utilizados devem ser adequados às propriedades desejadas da alvenaria e às condições de trabalho e de mão-de-obra disponíveis. Por isso, é aconselhado o uso de componentes da alvenaria com baixa absorção inicial e argamassas com alta retenção de água.

Estas condições básicas proporcionam boa trabalhabilidade, possibilitam a correta execução das juntas e a desejada extensão de aderência (KAZMIERCZAK, 1989).

Outros elementos podem, ainda, fazer parte da constituição das alvenarias. É o caso das armaduras de reforço não estruturais, das armaduras de reforço de alvenarias estruturais armadas e das argamassas de groutamento utilizadas para o envolvimento da armadura nestas alvenarias.

2.3.1 Componentes da alvenaria

Os componentes da alvenaria (tijolos ou blocos) podem ser confeccionados com diferentes materiais e formas, e o desempenho das alvenarias está relacionado fundamentalmente às propriedades físicas e mecânicas de seus componentes (PRUDÊNCIO JR. et al., 2002).

Segundo Molinari Neto (1990), as propriedades dos componentes da alvenaria variam consideravelmente de uma unidade para outra. Esta variação é inerente aos processos de fabricação e contribui para a existência de desvios nos resultados de experimentos realizados com alvenaria de tijolos. Os tijolos cerâmicos submetidos a esforços possuem comportamento elástico-frágil e a sua resistência à compressão é muito maior do que a resistência à tração.

São componentes da alvenaria integrantes do presente estudo os tijolos cerâmicos maciços, os tijolos cerâmicos furados, os blocos cerâmicos e os blocos de concreto:

- a) tijolos cerâmicos maciços: de acordo com a NBR 7170 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1983c), tijolos cerâmicos maciços são os que possuem todas as faces plenas de material, podendo apresentar rebaixos ou ranhuras em uma das faces. São feitos a partir de uma pasta moldada de argila e água, secos ao ar e cozidos em fornos a uma temperatura de até 1300 °C. Tijolos de boa qualidade têm dimensões uniformes, forma regular e arestas bem marcadas, e podem ser classificados em comuns ou especiais, com uma resistência mínima à compressão de 1,5 MPa. Sahlin (1971) refere que nos Estados Unidos, são considerados maciços os tijolos com um máximo de 25% de furos em relação à seção transversal. Segundo Baud (2002), a padronização dos tijolos cerâmicos maciços é praticamente impossível, tamanha a variedade de formas, a quantidade de fábricas, a diversificação das matérias primas utilizadas e a falta de aprimoramento técnico dos processos de fabricação.

- b) tijolos cerâmicos furados e blocos cerâmicos: a NBR 7171 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992a) define como bloco cerâmico para alvenaria todo o componente de alvenaria que possui furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contém, não fazendo diferenciação entre tijolos furados e blocos. Estes blocos cerâmicos são obtidos a partir de uma pasta de argila, moldados por máquinas extrudoras, submetidos à secagem e queima em altas temperaturas. Os blocos obtidos com 4, 6, 8 furos ou mais, cilíndricos ou prismáticos, de disposição horizontal, são destinados ao uso em alvenarias não estruturais, e são chamados blocos cerâmicos de vedação ou tijolos cerâmicos furados. Os chamados blocos cerâmicos estruturais possuem furos de disposição vertical, dimensões extremamente regulares, formas e tamanhos diversos, e têm sido regulamentados para o uso na construção civil de forma crescente, tanto para alvenaria estrutural quanto de vedação, podendo ser classificados em comuns ou especiais e devendo possuir resistência à compressão mínima de 1,0 MPa, conforme sua classificação (COELHO, 1998; KAZMIERCZAK, 1989). Os chamados tijolos cerâmicos 21 furos também enquadram-se entre estes componentes;
- c) blocos de concreto: segundo a NBR 6136 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1980), os blocos vazados de concreto simples, como são chamados, são constituídos por cimento Portland, agregados e água, com ou sem aditivos. Os agregados podem ser areia, pedrisco, argila expandida ou outros, desde que satisfaçam às especificações próprias de cada um destes materiais. Podem ser produzidos com função estrutural ou simples vedação, em dimensões diversas prescritas em norma, e com uma resistência mínima à compressão de 4,5 MPa. Devem ser fabricados e curados por processos que assegurem a obtenção de um concreto suficientemente homogêneo e compacto (COELHO, 1998; PRUDÊNCIO JR. et al., 2002).

As principais propriedades dos componentes da alvenaria (tijolos ou blocos) que influenciam diretamente na qualidade e resistência das alvenarias são: a resistência à compressão, a resistência à tração, o módulo de elasticidade, a taxa de absorção inicial, o coeficiente de dilatação térmica e as suas características físicas, tais como dimensões e massa específica aparente (JAWOROSKI, 1990; SAHLIN, 1971; SILVA; ABRANTES, 1998).

O desempenho comparativo à compressão entre componentes da alvenaria é demonstrado no quadro da figura 1, que extrai alguns resultados de estudos realizados na Universidade Federal de Santa Catarina (PRUDÊNCIO JR. et al., 2002).

Os valores apresentados no quadro da figura 1 são meramente exemplificativos, uma vez que a resistência dos componentes da alvenaria e dos prismas varia de acordo com as características técnicas e dimensionais dos componentes, a sua região de origem e fábrica, a matéria prima utilizada, o método de ensaio, entre outras variáveis.

Unidade	Resistência da unidade (MPa)	Resistência do prisma* (MPa)
Bloco de concreto	9,31	7,60
Bloco cerâmico	22,90	8,11
Tijolo cerâmico maciço	19,00	3,80
Tijolo cerâmico 21 furos	16,00	4,00

* prismas são corpos-de-prova utilizados em ensaios de resistência de alvenarias, como será visto em 2.4.

Figura 1: comparação entre resistência do componente da alvenaria (unidade) e resistência do prisma (PRUDÊNCIO JR. et al., 2002)

2.3.2 Juntas de argamassa

As juntas de argamassa são constituídas pela argamassa de assentamento em estado endurecido. As argamassas de assentamento são compostas por aglomerantes, agregado miúdo e água, com ou sem aditivos. Os aglomerantes comumente usados em argamassas são o cimento Portland e a cal. As melhores argamassas de assentamento para o uso na edificação de paredes de alvenaria são as argamassas mistas de cimento, cal, areia e água (BARBOSA, 2002).

As juntas de argamassa possuem as seguintes funções básicas (JAWOROSKI, 1990; SABBATINI, 1984):

- a) unir solidariamente os componentes da alvenaria e ajudá-los a resistir a esforços laterais;
- b) distribuir uniformemente as cargas atuantes na parede por toda a área resistente dos componentes;
- c) absorver as deformações naturais a que a alvenaria estiver sujeita;
- d) selar as juntas, conferindo estanqueidade às paredes.

As argamassas devem possuir características e propriedades para que tais funções possam ser atendidas, são elas: trabalhabilidade adequada em estado fresco, capacidade de retenção de água, resistência adequada, boa aderência aos componentes das alvenarias, durabilidade e flexibilidade (JAWOROSKI, 1990; SABBATINI, 1984).

As propriedades mecânicas das argamassas também contribuem para a resistência da alvenaria, visto que o mecanismo de ruptura da parede está diretamente ligado à interação entre juntas e componentes (BARBOSA, 2002; JAWOROSKI, 1990).

Prudêncio Jr. et al. (2002) destacam que a argamassa é prioritariamente um adesivo que une os componentes da alvenaria, servindo para transferir esforços entre eles, assim como acomodar pequenas deformações inerentes à própria alvenaria.

2.4 RESISTÊNCIA MECÂNICA DAS ALVENARIAS

As alvenarias estão sujeitas a uma série de solicitações que fazem com que a sua resistência mecânica e capacidade de deformação sejam fundamentais para seu desempenho técnico-constructivo. Estas solicitações estão ligadas às movimentações por variações térmicas e higroscópicas, deformações das estruturas de concreto armado e fundações, cargas de vento e choques, entre outras, que provocam tensões de compressão, tração e cisalhamento isoladas ou simultaneamente (MASSETTO; SABBATINI, 1998).

Por este motivo, é importante ser conhecida a resistência mecânica individual das alvenarias face a solicitações diretas e seu comportamento associado às outras estruturas e outros elementos constructivos, de modo a verificar sua resistência diante de esforços induzidos (MASSETTO; SABBATINI, 1998), tanto em alvenarias estruturais quanto de vedação.

Em uma edificação, as paredes de alvenaria são dimensionadas para resistir, basicamente, a quatro tipos de esforços: compressão, cisalhamento, flexão no plano e flexão fora do plano da parede (PRUDÊNCIO JR. et al., 2002). A resistência à tração das alvenarias é extremamente baixa, e, por isto, alguns projetistas adotam resistência nula (MOLINARI NETO, 1990).

Sem dúvida, o tipo de solicitação mais importante é a compressão, pois este é o tipo de esforço ao qual as alvenarias apresentam a melhor resistência. As solicitações de compressão provêm das cargas verticais. Já as cargas laterais, como a ação do vento por exemplo, geram solicitações de flexão e cisalhamento nas paredes transversais e de fachada que provocam tensões adicionais de compressão e tração que devem ser neutralizadas ou absorvidas pela

aderência entre componentes e argamassas, sob pena de gerar fissuração (PRUDÊNCIO JR. et al., 2002).

Os principais estudos sobre a resistência das alvenarias são realizados com ensaios de resistência à compressão, que podem ser executados de três maneiras (JAWOROSKI, 1990):

- a) ensaios de resistência à compressão dos componentes de alvenaria e das argamassas: são ensaios individuais dos componentes (tijolos ou blocos) e corpos-de-prova de argamassas, regulados pelas NBR 6460, 6461, 7184 e 5739 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1983a, 1983b, 1992b, 1994a); com estes ensaios, a resistência à compressão das alvenarias é estimada através de tabelas já existentes e de uso restrito, pois limitado aos materiais e condições de ensaio utilizados em sua elaboração;
- b) ensaios de prismas: são ensaios com corpos-de-prova constituídos de componentes e argamassa (paredinhas), preparados conforme a NBR 8215 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1983d); com estes ensaios, a resistência à compressão das alvenarias é determinada pela correlação existente entre ensaios de prismas e ensaios de paredes, uma vez que os tamanhos dos prismas e as condições de ensaio exercem forte influência sobre seus resultados;
- c) ensaios de paredes: são ensaios com corpos-de-prova em escala real (paredes), conforme a NBR 8949 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985b); estes ensaios constituem a maneira mais precisa de se avaliar a resistência à compressão das alvenarias.

Resultados de ensaios destes três tipos têm demonstrado que a resistência dos componentes é maior que a resistência dos prismas, e a destes, por sua vez, maior que a resistência das paredes (MASSETTO; SABBATINI, 1998), como foi visto na figura 1.

Sahlin (1971) refere que a resistência das alvenarias de tijolos maciços é, em geral, cerca de 25 à 50% da resistência dos tijolos, sendo o menor valor relativo a argamassas de menor resistência e o maior valor relativo a argamassas de maior resistência. Alvenarias de blocos de concreto têm sua resistência variável entre 35 e 55% da resistência dos componentes.

A resistência das alvenarias é função direta da resistência de seus componentes (tijolos ou blocos); entretanto, outros fatores também exercem influência na resistência final da alvenaria: a resistência das juntas de argamassa, a espessura das juntas, a absorção dos componentes, a resistência de aderência, as condições de cura e a qualidade da mão-de-obra de execução (JAWOROSKI, 1990; MOLITERNO, 1995; SAHLIN, 1971).

A resistência de aderência entre as juntas de argamassa e os componentes da alvenaria é a mais importante propriedade da argamassa endurecida, e deriva da conjunção de três propriedades da interface argamassa-substrato (JAWOROSKI, 1990): resistência de aderência à tração, resistência de aderência ao cisalhamento e extensão de aderência.

A resistência de aderência das argamassas é influenciada pelos seguintes fatores: qualidades da argamassa, tais como retenção de água e trabalhabilidade; qualidades do substrato, tais como taxa de absorção e porosidade; qualidades da mão-de-obra; e, condições de cura (JAWOROSKI, 1990).

Moliterno (1995) ainda salienta que a resistência aos esforços mecânicos das argamassas varia com o traço, a granulometria do agregado, a quantidade de água, a compactação da massa, o modo de lançamento e as condições ambientais de temperatura e umidade.

O cálculo e dimensionamento de estruturas de alvenaria é feito pelo Método das Tensões Admissíveis. Devem ser consideradas as possibilidades de carregamento e solicitação em função da multiplicidade de cargas a que podem estar sujeitas as alvenarias, sejam elas estruturais ou de vedação. Sendo assim, as alvenarias devem ser dimensionadas pela compressão axial, flexão simples ou composta, esforços horizontais, flexocompressão e flambagem. No entanto, o comportamento não homogêneo e não isotrópico das alvenarias insere elementos de cálculo que as torna particularizadas (MOLITERNO, 1995; SÁNCHEZ, 2002).

2.5 FISSURAS EM ALVENARIAS

As construções devem ser concebidas de modo a resistir à ação de cargas de sua própria estrutura e utilização, à ação de agentes e fenômenos naturais, assim como aos efeitos da interação entre seus elementos e materiais constituintes (DAL MOLIN, 1988; ELDRIDGE, 1982). Desta forma, também as alvenarias, como partes constituintes dos sistemas construtivos, estão sujeitas à ocorrência de manifestações patológicas e de seus diversos sintomas, dentre os quais, as fissuras.

Duarte (1998) afirma que as fissuras causam grande preocupação aos usuários e desacreditam o construtor. Com efeito, Massetto e Sabbatini (1998, p. 79) reiteram que existe grande incidência de manifestações patológicas relacionadas “à perda de desempenho” e fissuração das vedações verticais de alvenaria em edifícios novos de São Paulo. E complementam:

[...] um material de comportamento desconhecido e qualidade duvidosa, aplicado com técnicas não adequadas e solidário a uma estrutura muito deformável, tende a apresentar grande potencial de fissuração logo nas primeiras idades ou até mesmo durante a obra.

A evolução tecnológica que permitiu o desenvolvimento de estruturas mais esbeltas e conseqüentemente mais deformáveis, também introduziu nas alvenarias maiores tensões decorrentes destas deformações, aumentando sua exposição à possibilidade de ocorrência de fissuras (MASSETTO; SABBATINI, 1998).

2.6 MECANISMOS DE FORMAÇÃO DAS FISSURAS EM ALVENARIAS

As fissuras são originadas quando as cargas atuantes excedem a capacidade resistente da estrutura solicitada (ELDRIDGE, 1982). São causadas por tensões de tração e têm direção ortogonal à direção do esforço de tração atuante. Tensões de tração podem ser originadas em esforços ortogonais de compressão, esforços de cisalhamento ou tração direta (DUARTE, 1998).

Os materiais de construção e elementos construtivos apresentam movimentações por variação de volume causadas por esforços internos ou externos. Restrições a estas movimentações podem causar tensões internas nos elementos construtivos que resultam em fissuras (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991).

Em uma construção, existem importantes inter-relações entre os seus diversos elementos constituintes capazes de transmitir movimentações e esforços de uns para os outros. Assim, uma movimentação admissível em um elemento construtivo metálico, por exemplo, pode causar movimentações não admissíveis em uma parede de alvenaria justaposta, provocando fissuras. A interação quase sempre existente entre paredes e estruturas de concreto armado é, talvez, a mais importante causa de fissuras em paredes de alvenaria (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991).

As fissuras em alvenarias podem ser causadas por movimentações da própria parede ou por movimentações de outros elementos construtivos adjacentes, tais como: lajes, vigas ou pilares da estrutura de concreto armado; elementos constituintes das fundações; componentes diversos de coberturas, pisos, forros e esquadrias; entre outros.

Muitas podem ser as causas de movimentações em elementos construtivos capazes de provocar fissuras nas paredes de alvenaria: sobrecargas, variações de temperatura, retração, expansão por umidade, deformações elásticas, deformação lenta, recalques de fundação, recalques diferenciais, reações químicas, detalhes construtivos, corrosão de armaduras, congelamento, vibrações, ação do vento, ação do fogo, choques, explosões, terremotos, e outras (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991; DUARTE, 1998; ELDRIDGE, 1982; MASSETTO; SABBATINI, 1998; THOMAZ, 1989).

Cada uma destas causas, seus mecanismos de formação e configurações típicas, será apresentada no capítulo 3 do presente trabalho.

As fissuras em alvenarias podem pronunciar-se de diferentes formas. Sendo ortogonais à direção dos esforços de tração atuantes, manifestam-se em paredes de alvenaria sob forma de fissuras de direção predominantemente vertical, horizontal ou inclinada (ELDRIDGE, 1982).

As juntas de argamassa atuam como planos de fraqueza e, dependendo da orientação da resultante das cargas aplicadas e da orientação das juntas em relação a esta resultante, as fissuras podem configurar-se em linha predominantemente reta, por ruptura dos elementos constituintes da alvenaria, ou em linha quebrada, acompanhando a interface entre a junta de argamassa e o componente (tijolo ou bloco). Portanto, o modo de ruptura é governado pela coesão entre argamassa e o componente, e pelas propriedades do componente sob tração (MOLINARI NETO, 1990).

Os componentes da alvenaria e as juntas de argamassa são os principais elementos constituintes das alvenarias e, por sua condição de pétreos, apresentam uma baixa resistência aos esforços de tração. Por este motivo, a ruptura de elementos de alvenaria costuma produzir-se segundo superfícies normais à rede de esforços de tração atuante, conforme se justifica na teoria e conceitos da elasticidade (MAÑÁ, 1978). As paredes de alvenaria, no entanto, possuem comportamento resistente ortotrópico, em função de sua execução artesanal e qualidade dependente da mão-de-obra (DUARTE, 1998).

Sendo assim, paredes de alvenaria homogêneas, com boa aderência entre a junta de argamassa e os componentes da alvenaria, tendem a apresentar fissuras cuja configuração atende aos princípios teóricos, predominantemente retas e ortogonais à direção dos esforços de tração (figura 2). Já paredes heterogêneas, com baixa aderência entre junta e componentes, tendem a apresentar fissuras nesta interface, gerando linhas quebradas ou acompanhando as fiadas, distorcendo o sistema típico de fissuração (figura 3) (DUARTE, 1998; MAÑÁ, 1978; THOMAZ, 1989).

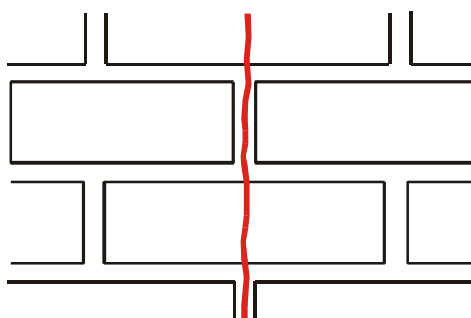


Figura 2: fissuração típica em paredes de alvenaria homogêneas (THOMAZ, 1989)

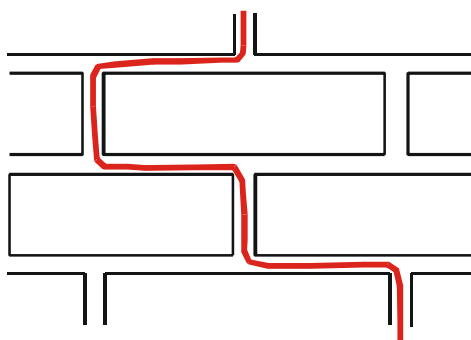


Figura 3: fissuração típica em paredes de alvenaria heterogêneas (THOMAZ, 1989)

Pode ser visto na norma brasileira sobre a determinação da velocidade de propagação de onda ultra sônica em concreto endurecido, NBR 8802 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994b) a seguinte distinção entre fissura e trinca:

- a) fissura é a ruptura ocorrida no material sob ações mecânicas ou físico-químicas com até 0,5 mm de abertura;

b) trinca é a ruptura ocorrida acima de 0,5 mm.

Embora esta terminologia esteja indicada para o concreto armado, pode ser utilizada também para as alvenarias.

No presente trabalho o termo fissura é empregado de forma padronizada, sem fazer-se diferenciação entre fissuras ou trincas, ou mesmo outros termos utilizados, como rachaduras, mesmo que na bibliografia possam ser encontradas estas terminologias.

2.7 CLASSIFICAÇÃO DAS FISSURAS

As fissuras em paredes de alvenaria podem ser classificadas segundo diferentes critérios: a abertura, a atividade, a forma, as causas, a direção, as tensões envolvidas, o tipo, entre outras.

2.7.1 Classificação das fissuras segundo a abertura

Segundo Bidwell (1977, apud DUARTE, 1998), as fissuras podem classificar-se, segundo sua abertura, em:

- a) finas: fissuras com menos de 1,5 mm de espessura;
- b) médias: espessuras entre 1,5 mm e 10,0 mm;
- c) largas: superiores a 10,0 mm.

Duarte (1998) cita que outros autores propõem diferentes escalas, também segundo sua abertura, tais como: muito leves, leves, moderadas e severas; ou negligíveis, muito leves, leves, moderadas, extensivas e muito extensivas. Além disto, fissuras com aberturas inferiores à 0,1 mm são chamadas capilares e consideradas insignificantes, não causando prejuízos à durabilidade das edificações.

2.7.2 Classificação das fissuras segundo a atividade

Duarte (1998) classifica as fissuras, segundo sua atividade, em:

- a) ativas: fissuras que apresentam variações de abertura em um determinado período de tempo. Fissuras ativas causadas por variações térmicas, por exemplo, podem apresentar um comportamento cíclico, alternando sua abertura de acordo com as variações de temperatura. Já as fissuras ativas causadas por recalques de fundação tendem a apresentar uma abertura crescente;
- b) inativas ou estabilizadas: fissuras que não apresentam variações de abertura ou comprimento ao longo do tempo. Fissuras inativas costumam ser causadas por solicitações externas constantes, tais como sobrecargas ou fundações estabilizadas.

2.7.3 Classificação das fissuras segundo a forma

Duarte (1998) classifica as fissuras, segundo sua forma, em:

- a) isoladas: fissuras com causas diversas que seguem uma direção predominante, acompanhando as juntas de argamassa ou partindo componentes, seguindo fiadas horizontais ou verticais, ou, ainda, prolongando-se pela interface entre os componentes da alvenaria e a junta de argamassa;
- b) disseminadas: fissuras disseminadas apresentam a forma de rede de fissuras, sendo mais comuns em revestimentos.

2.7.4 Classificação das fissuras segundo as causas

A identificação das causas dos problemas é o melhor caminho para encontrar sua solução (DUARTE, 1998).

Thomaz (1989) e Duarte (1998) utilizam classificações de fissuras segundo o seu fenômeno causador, que podem ser reagrupadas da seguinte forma:

- a) fissuras causadas por excessivo carregamento de compressão (sobrecargas);

- b) fissuras causadas por variações de temperatura (movimentações térmicas);
- c) fissuras causadas por retração e expansão;
- d) fissuras causadas pela deformação de elementos da estrutura de concreto armado;
- e) fissuras causadas por recalques de fundações;
- f) fissuras causadas por reações químicas;
- g) fissuras causadas por detalhes construtivos incorretos.

As classificações de fissuras segundo as causas de Duarte (1998) e Thomaz (1989) são muito semelhantes e ambas são adequadas para o estudo das fissuras em alvenarias porque demonstram a equivalência entre as causas e as formas de manifestação.

2.7.5 Classificação das fissuras segundo a direção

Eldridge (1982) classifica as fissuras, segundo sua direção, em:

- a) fissuras verticais;
- b) fissuras horizontais;
- c) fissuras diagonais.

Por sua simplicidade, a classificação de fissuras segundo a sua direção é apropriada para a análise prévia de fissuras, como parte de um processo de diagnóstico.

A partir das classificações possíveis de fissuras estudadas na revisão bibliográfica foi constituída a base para a catalogação das configurações típicas de fissuras em alvenarias, conforme apresentado a seguir, no capítulo 3.

3 CONFIGURAÇÕES TÍPICAS DE FISSURAS EM ALVENARIAS

Freqüentemente, a configuração típica, a dimensão e a magnitude de uma fissura permite que se especule sua causa provável (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991).

O estudo das fissuras em alvenarias a partir de suas manifestações características e causas prováveis possibilita um conhecimento mais aprofundado de seus mecanismos de formação e de suas possíveis medidas de terapia e prevenção (IOSHIMOTO, 1988; SILVA, 1996).

Com este enfoque, no presente trabalho, foi feita a catalogação das configurações típicas de fissuras em alvenarias, a partir de suas causas mais freqüentes.

Foi adotada como base a classificação de fissuras segundo as causas de Duarte (1998), apresentada no item 2.7.4, enriquecida com manifestações típicas complementares identificadas na bibliografia, especialmente em Thomaz (1989), resultando no conjunto de 34 configurações típicas a seguir apresentado.

Estas configurações típicas reúnem a grande maioria das causas de fissuras em estruturas correntes de alvenaria. Outras causas, mais raras, específicas ou menos freqüentes, não são listadas no presente trabalho. Evidentemente, outras possibilidades de configurações e manifestações de fissuras foram vistas na bibliografia; no entanto, entende-se que a classificação adotada reúne um conjunto satisfatório de configurações.

3.1 FISSURAS CAUSADAS POR SOBRECARGAS

As fissuras causadas por sobrecargas são as originadas por excessivos carregamentos verticais de compressão nas paredes de alvenaria.

Segundo Duarte (1998), sua configuração é predominantemente vertical, tendo como mecanismo de ruptura o surgimento de fissuras verticais por tração nos tijolos decorrente de esforços horizontais induzidos pela argamassa de assentamento submetida à sobrecarga axial.

Outras configurações, no entanto, também podem ser observadas, como fissuras horizontais por esmagamento da junta de argamassa, ruptura dos componentes ou flexocompressão; e, fissuras inclinadas a partir dos pontos de aplicação de cargas ou em cantos de aberturas (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989).

Vários fatores exercem influência na resistência final e na fissuração de paredes em alvenaria submetidas a sobrecargas de compressão: a forma, seção transversal e esbeltez da parede; o tipo e forma geométrica dos componentes (tijolos ou blocos); a resistência mecânica e os módulos de deformação destes componentes e da junta de argamassa; a rugosidade e porosidade dos componentes; o poder de aderência, elasticidade, retração e retenção de água da argamassa; o tipo de junta de assentamento, sua espessura e regularidade; o tipo de fixação da parede a outras estruturas; e, as técnicas construtivas e qualidade de execução (MASSETO; SABBATINI, 1998).

Também podem ocorrer sobrecargas nas paredes de alvenaria por deformação de estruturas de concreto adjacentes a estas, o que será apresentado em 3.4.

3.1.1 Fissuras verticais induzidas por sobrecargas

As fissuras verticais induzidas por sobrecargas se dão por excessivo carregamento de compressão. Quando a alvenaria está submetida ao carregamento axial de compressão, incide na interface entre o componente da alvenaria e a junta de argamassa um esforço de tração transversal, pois a argamassa apresenta deformações superiores às dos componentes e tende, por efeito de Poisson, a deformar-se transversalmente. Devido à aderência entre o componente e a argamassa, são induzidas tensões de tração horizontais nas faces dos componentes, gerando a fissuração vertical, paralela ao eixo do carregamento (JAWOROSKI, 1990; PRUDÊNCIO JR., 2002; SAHLIN, 1971; THOMAZ, 1989). Este é o mecanismo de ruptura típico para paredes submetidas a sobrecargas.

Segundo Thomaz (1989), solicitações locais de flexão nos tijolos também podem gerar fissuras verticais; e, ainda, outros fenômenos podem manifestar-se, como o destacamento das paredes laterais de tijolos furados e blocos.

A configuração típica deste tipo de fissura é a representada na figura 4, característica de paredes em alvenaria contínuas, sem aberturas.

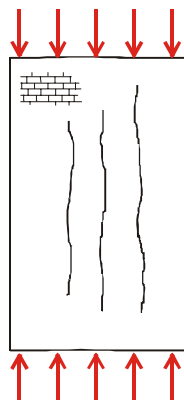


Figura 4: fissuras verticais induzidas por sobrecargas (DUARTE, 1998)

3.1.2 Fissuras horizontais por sobrecargas

As fissuras horizontais por sobrecargas ocorrem pela ruptura por compressão dos componentes, da junta de argamassa ou dos septos dos tijolos e blocos de furos horizontais, em função de excessivo carregamento de compressão na parede ou por possíveis solicitações de flexocompressão (SAHLIN, 1971; THOMAZ, 1989).

Nesta configuração, a qualidade e a resistência dos materiais constituintes das alvenarias são fatores condicionantes, pois a ruptura por esmagamento nas solicitações de compressão se dá por incapacidade de resistência dos materiais.

Solicitações de flexocompressão em paredes de alvenaria podem ser causadas por carregamentos excêntricos, gerando fissuras horizontais que poderão manifestar-se na face tracionada, ou, por ruptura dos elementos, na face comprimida. A extensão destas incidências depende não apenas da excentricidade, mas também da magnitude da carga e da deflexão causada (SAHLIN, 1971).

A configuração típica deste tipo de fissura é a representada na figura 5, característica de paredes em alvenaria contígua, sem aberturas.

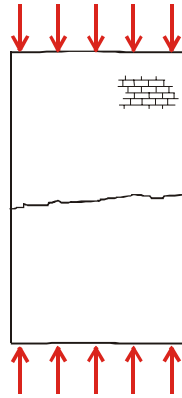


Figura 5: fissura horizontal por sobrecarga (DUARTE, 1998)

3.1.3 Fissuras por sobrecargas em apoios

As fissuras por sobrecargas em apoios acontecem quando cargas verticais concentradas de compressão excedem a capacidade de resistência da alvenaria no ponto de apoio.

Os mecanismos de ruptura são os mesmos relatados em 3.1.1 e 3.1.2, dependendo da resistência à compressão da alvenaria. Desta forma, podem surgir fissuras verticais (DUARTE, 1998), horizontais ou inclinadas a partir do ponto de aplicação da carga (THOMAZ, 1989). Ocorrem, em geral, nos apoios de vigas sem coxins, diretamente em alvenarias.

As configurações típicas deste tipo de fissura são apresentadas nas figuras 6 e 7.

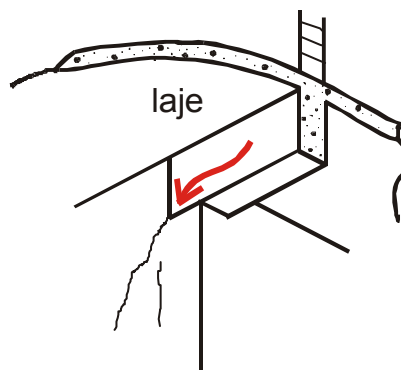


Figura 6: fissuras verticais e/ou inclinadas em apoio de viga sem coxim com excessiva sobrecarga (DUARTE, 1998)

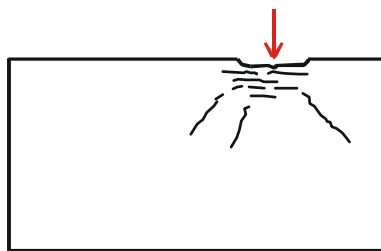


Figura 7: ruptura e fissuração de alvenaria sob ponto de aplicação de excessiva carga concentrada (THOMAZ, 1989)

3.1.4 Fissuras por sobrecargas em pilares de alvenaria

As fissuras por sobrecargas em pilares de alvenaria são predominantemente verticais e ocorrem pelo excessivo carregamento de compressão em pilares mal dimensionados (DUARTE, 1998).

Sua configuração típica é apresentada na figura 8.

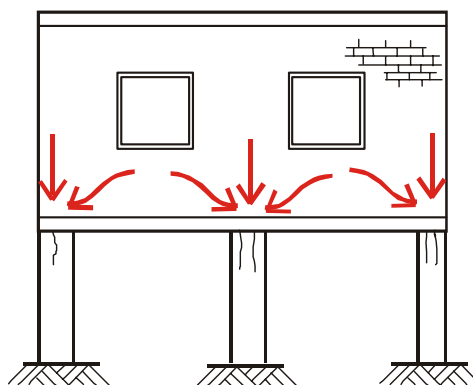


Figura 8: fissuras verticais por sobrecargas em pilares de alvenaria (DUARTE, 1998)

3.1.5 Fissuras por sobrecargas em torno de aberturas

As fissuras por sobrecargas em torno de aberturas ocorrem em paredes de alvenaria descontínuas, com uma ou mais aberturas, submetidas a carregamentos de compressão excessivos e têm como característica a formação de fissuras a partir dos vértices das aberturas (THOMAZ, 1989).

Podem apresentar-se com diversas configurações, em função de diversos fatores como dimensões da parede e das aberturas, materiais constituintes da parede, dimensão e rigidez de vergas e contravergas, deformação e comportamento da alvenaria e de seu suporte (THOMAZ, 1989). Por isto, pode apresentar uma configuração mais consonante com a distribuição teórica de tensões (figura 9) ou uma configuração típica mais consonante com casos reais, como a apresentada na figura 10.

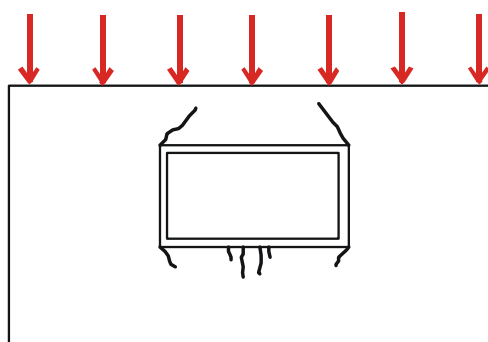


Figura 9: fissuração teórica em torno de abertura em parede submetida a sobrecarga (THOMAZ, 1989)

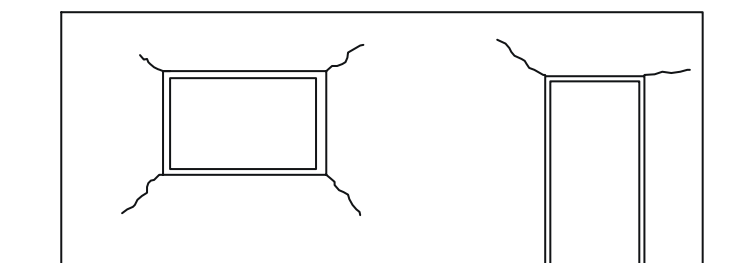


Figura 10: fissuração real em torno de aberturas em parede submetida a sobrecarga (THOMAZ, 1989)

3.2 FISSURAS CAUSADAS POR VARIAÇÕES DE TEMPERATURA

Os diversos elementos que compõem as construções estão expostos às variações de temperatura sazonais e diárias que provocam movimentos de dilatação e contração que, associados às diversas restrições existentes à sua movimentação, resultam em tensões que podem provocar fissuras (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989), chamadas fissuras causadas por variações de temperatura.

A variação de temperatura é maior em elementos mais expostos, como coberturas e paredes externas. A magnitude das movimentações depende das propriedades físicas dos materiais, tais como coeficiente de dilatação térmica, massa específica, coeficiente de condutibilidade térmica e absorvância, entre outros; depende da intensidade, frequência e gradiente de variação da temperatura; e, dos vínculos a que estão submetidos os elementos da construção, como a ligação com outras paredes, a ligação com a estrutura do prédio ou o atrito de paredes com lajes (BASSO et al., 1997; DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989).

As fissuras em paredes de alvenaria são causadas pela ação conjunta destes fatores diretamente sobre a alvenaria, ou como consequência das variações térmicas e movimentações de outros elementos da construção, como as lajes e vigas, por exemplo.

Têm diversas configurações típicas, como será visto a seguir, que podem ocorrer simultânea ou separadamente, em função das diversas possibilidades de manifestação.

3.2.1 Fissuras horizontais por movimentação térmica da laje

As fissuras horizontais por movimentação térmica da laje ocorrem em paredes de alvenaria que sustentam lajes de concreto armado expostas às variações de temperatura, especialmente as lajes de cobertura. As coberturas planas são mais suscetíveis à exposição solar do que as paredes das edificações, proporcionando movimentos diferenciados entre estes elementos que podem gerar fissuras. Além disso, o coeficiente de dilatação térmica do concreto é, em média, duas vezes maior que o das alvenarias, considerando tijolos e juntas (VERÇOZA, 1991).

A configuração destas fissuras é tipicamente horizontal, na interface entre a parede de alvenaria e a laje de concreto armado, ou mais abaixo, em uma linha paralela à laje. A ação das variações de temperatura em lajes tem dois efeitos básicos: provoca variações dimensionais no plano da laje (comportamento de membrana) e curvaturas da superfície da laje (comportamento de placa). Estas movimentações introduzem tensões de tração e cisalhamento nas alvenarias, completando seu mecanismo de ruptura (BASSO et al., 1997).

Coberturas rígidas, mesmo que não construídas em concreto armado, também podem provocar fissuras com esta mesma configuração.

As figuras 11, 12 e 13 apresentam as configurações típicas deste tipo de fissuração. Na figura 11 pode-se ver a fissura horizontal na interface entre a laje e a parede; na figura 12 pode-se ver a fissura horizontal com componentes inclinados (escamas) em função de restrições à movimentação da laje; na figura 13 pode-se ver a fissura horizontal na parede de fachada, um pouco mais abaixo da interface com a laje. Nas fotografias das figuras 14, 15 e 16 verificam-se exemplos destes tipos de manifestações.

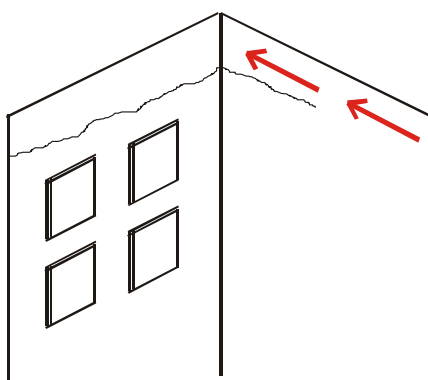


Figura 11: fissura horizontal na interface entre a laje e a parede por movimentação térmica da laje (DUARTE, 1998)

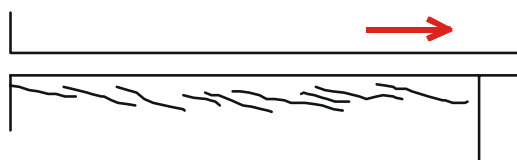


Figura 12: fissura horizontal com componentes inclinados (escamas) por movimentação térmica da laje (VERÇOZA, 1991)

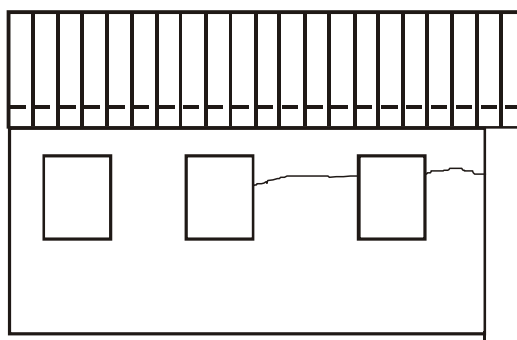


Figura 13: fissura horizontal na parede de fachada por movimentação térmica da laje (DUARTE, 1998)

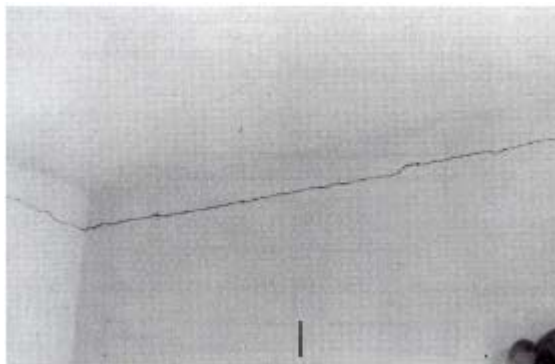


Figura 14: fissura horizontal no topo da parede por movimentação térmica da laje de cobertura (THOMAZ, 1989)



Figura 15: fissura horizontal com componentes inclinados (escamas) por movimentação da laje de cobertura (THOMAZ, 1989)



Figura 16: fissura horizontal na parede de fachada por movimentação térmica da laje (fonte: arquivo pessoal do autor)

3.2.2 Fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje

As fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje respondem aos mesmos mecanismos de formação descritos em 3.2.1. Ocorrem nos cantos das paredes de alvenaria das edificações em função das dimensões da laje, dos vínculos exercidos pelas paredes, sua constituição e pela eventual presença de aberturas (THOMAZ, 1989; VERÇOZA, 1991).

Como em 3.2.1, também neste caso coberturas rígidas não construídas em concreto armado podem provocar fissuras nas paredes de alvenaria com esta mesma configuração.

Esta configuração de fissura pode ocorrer em associação às já descritas em 3.2.1.

Sua configuração típica é apresentada na figura 17, e, como exemplo deste tipo de manifestação, pode ser visto na fotografia da figura 18 as fissuras inclinadas nos cantos, assim como a fissura por destacamento da platibanda (item 3.2.8).

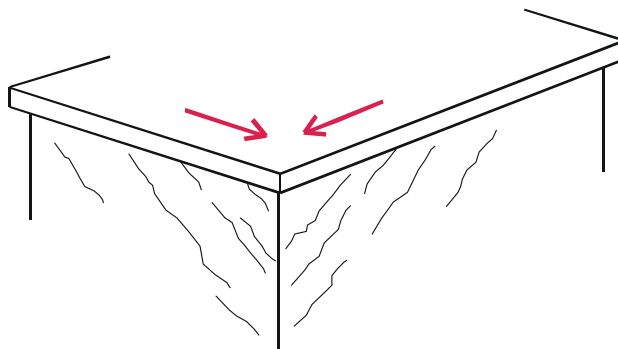


Figura 17: fissuras inclinadas no canto da edificação por movimentação térmica da laje (VERÇOZA, 1991)



Figura 18: fissuras inclinadas em cantos de paredes (em ambas as extremidades) e fissura de destacamento da platibanda por movimentação térmica da laje (THOMAZ, 1989)

3.2.3 Fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje

Como nos itens anteriores (3.2.1 e 3.2.2), as lajes de concreto armado, ao movimentar-se por ação das variações térmicas, geram tensões que podem resultar em fissuras nas paredes de alvenaria que as sustentam. As fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje de cobertura aparecem nas paredes de alvenaria que tenham orientação paralela ao sentido predominante de dilatação e contração da laje, ou seja, perpendiculares às fachadas (BASSO et al., 1997; DUARTE, 1998).

Possuem inclinação aproximada de 45° em direção à laje de teto, costumam ocorrer em associação às outras fissuras características de movimentação térmica da laje, já descritas em 3.2.1 e 3.2.2, e “[...] podem erroneamente ser diagnosticadas como causadas por recalques de fundação [...]” (DUARTE, 1998, p. 17). Como em 3.2.1 e 3.2.2, coberturas rígidas, mesmo que não construídas em concreto armado, ou cintas de amarração isoladas, também podem provocar fissuras nas paredes de alvenaria com esta configuração.

Segundo Basso et al. (1997), em função de fraca aderência entre os componentes da alvenaria e as juntas de argamassa, estas fissuras podem manifestar-se de forma escalonada, acompanhando as juntas verticais e horizontais dos componentes; ou ainda sob forma de linha horizontal sob a laje, em função da fraca vinculação entre laje e parede. Embora a configuração

tipicamente inclinada seja predominante, não se pode afirmar que constitua-se em manifestação exclusiva.

Sua configuração típica é apresentada na figura 19, e um exemplo deste tipo de manifestação pode ser visto na fotografia da figura 20.

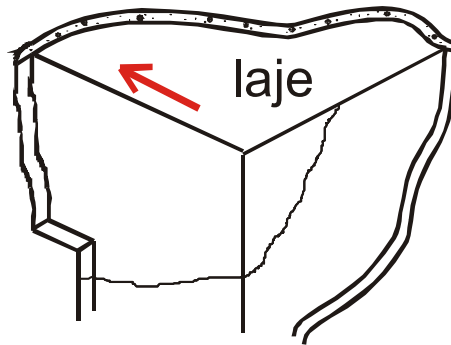


Figura 19: fissura inclinada em parede transversal por movimentação térmica da laje (DUARTE, 1998)



Figura 20: fissura inclinada em parede transversal por movimentação térmica da laje de cobertura (fonte: arquivo pessoal do autor)

3.2.4 Fissuras verticais por movimentação térmica da laje

As fissuras verticais por movimentação térmica da laje também ocorrem em paredes paralelas ao sentido predominante de dilatação e contração térmicas da laje de cobertura. Neste caso, a

dilatação da laje gera tensões horizontais de tração, provocando a fissura vertical na parede de alvenaria (DUARTE, 1998).

A fissura tende a apresentar maior abertura no topo da parede, junto à laje, e tende a ser mais comum em paredes de alvenaria com tijolos de furos verticais, que apresentam baixa resistência à tração na direção horizontal. Sua configuração típica é apresentada na figura 21.

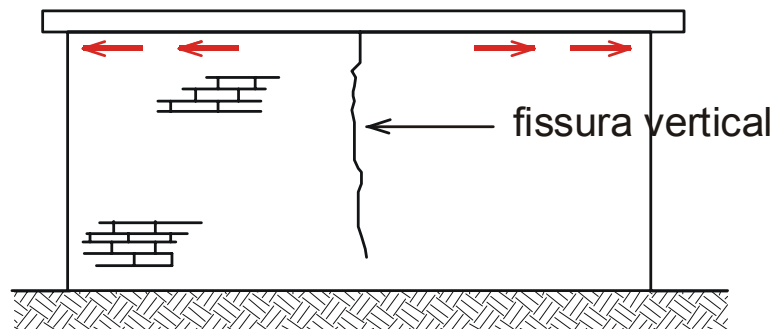


Figura 21: fissura vertical por movimentação térmica da laje (DUARTE, 1998)

3.2.5 Fissuras inclinadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado

As fissuras inclinadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado ocorrem em paredes de vedação de prédios estruturados. Neste caso, embora as paredes não sustentem as lajes, estão suscetíveis às movimentações térmicas da estrutura que provocam fissuras por cisalhamento nestas alvenarias (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989).

Sendo as lajes de cobertura mais expostas às variações de temperatura, estas fissuras costumam ser mais freqüentes nas alvenarias do último pavimento (SAHLIN, 1971), podendo ser detectadas em outros pavimentos por movimentação térmica de toda a estrutura ou dos pilares (THOMAZ, 1989; VERÇOZA, 1991). Sua configuração típica é apresentada na figura 22.

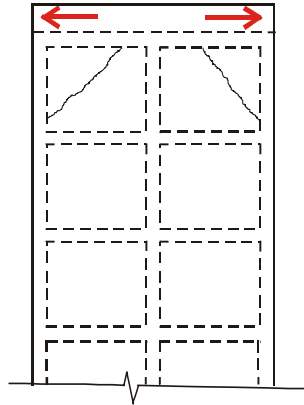


Figura 22: fissuras inclinadas em paredes por movimentação térmica da estrutura de concreto armado (DUARTE, 1998)

3.2.6 Fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado

As fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado também ocorrem em paredes de vedação de prédios estruturados. Neste caso, a movimentação térmica da estrutura provoca o descolamento entre as alvenarias e o reticulado estrutural, resultando em fissuras verticais e horizontais na sua interface (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989). Este tipo de destacamento também pode ocorrer por retração das alvenarias, como será visto em 3.3.4. Sua configuração típica é apresentada na figura 23, e um exemplo deste tipo de manifestação pode ser visto na fotografia da figura 24.

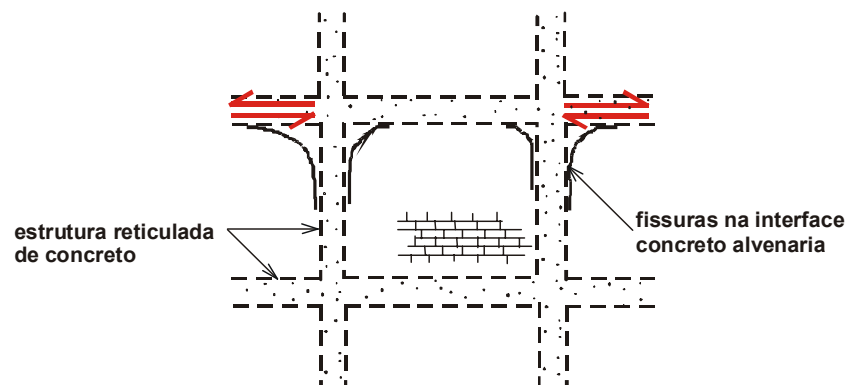


Figura 23: fissuras de destacamento de painéis de alvenaria por movimentação térmica da estrutura (DUARTE, 1998)



Figura 24: fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado (THOMAZ, 1989)

3.2.7 Fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria

As fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria são provocadas pela dilatação e contração térmicas das paredes, gerando fissuras verticais regularmente espaçadas (THOMAZ, 1989; VERÇOZA, 1991). Têm ocorrência típica em paredes longas, muros, platibandas e parapeitos, especialmente em paredes onde não foram previstas juntas de dilatação (TRILL; BOWYER, 1982).

Em paredes com aberturas podem ocorrer variações inclinadas destas fissuras pela movimentação térmica da alvenaria, quase sempre junto ao topo de portas e janelas (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991).

Em cantos de paredes também podem ocorrer fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria. Paredes perpendiculares dilatam em direção ao canto, causando-lhe uma rotação e conseqüente fissura vertical neste vértice. Saliências e reentrâncias de alvenaria geram cantos sujeitos ao mesmo fenômeno (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991). Sua configuração típica é apresentada na figura 25, e um exemplo deste tipo de manifestação pode ser visto na fotografia da figura 26.

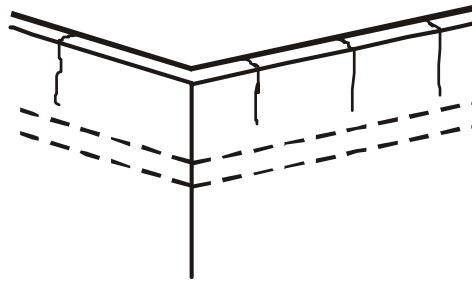


Figura 25: fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria em platibandas (VERÇOZA, 1991)



Figura 26: fissura vertical por movimentação térmica da alvenaria em mureta de terraço (fonte: arquivo de fotos do NORIE/UFRGS)

3.2.8 Fissuras de destacamento de platibandas por movimentação térmica

As fissuras de destacamento de platibandas por movimentação térmica ocorrem pela movimentação diferenciada entre a alvenaria da platibanda e a laje de concreto armado. Têm como característica as fissuras horizontais na interface entre a laje e a alvenaria e a formação de fissuras inclinadas nas extremidades (THOMAZ, 1989; VERÇOZA, 1991). Movimentações diferenciadas, neste caso, podem acontecer tanto pela dilatação/contração térmica da laje quanto da própria alvenaria, pois platibandas de alvenaria estão muito expostas aos gradientes de temperatura (ADDLESON, 1982).

Sua configuração típica é apresentada na figura 27, e um exemplo deste tipo de manifestação pode ser visto na fotografia da figura 18, já apresentada.

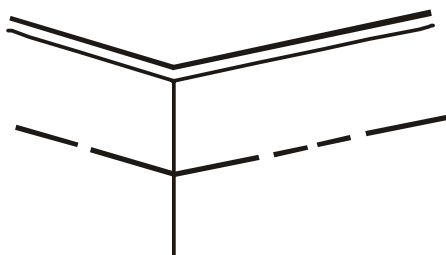


Figura 27: fissuras de destacamento de platibanda por movimentação térmica (VERÇOZA, 1991)

3.3 FISSURAS CAUSADAS POR RETRAÇÃO E EXPANSÃO

As fissuras causadas por retração e expansão são fenômenos distintos. São chamadas fissuras causadas por retração as manifestações originadas pela movimentação de elementos construtivos ou de seus constituintes por retração de produtos à base de cimento. Já as chamadas fissuras causadas por expansão, são as manifestações originadas por movimentações higroscópicas de expansão dos elementos construtivos, ou de seus componentes, por absorção de umidade.

A retração de produtos à base de cimento não obedece à ação de cargas externas e pode ser originada pela perda de água nas misturas em estado plástico (retração plástica), pela perda de água por secagem (retração hidráulica), pela reação química de hidratação do cimento (retração química), pela carbonatação da cal nas argamassas (retração por carbonatação) ou pelo resfriamento dos produtos à base de cimento logo após a cura (retração térmica). São fatores que influenciam na retração a composição química, a finura e o consumo do cimento; a natureza e granulometria dos agregados; a quantidade de água; e, as condições de aplicação e cura (VIDES, 2003).

As fissuras causadas por retração podem ser provocadas em paredes de alvenaria de duas formas: pela retração dos materiais constituintes das alvenarias, como blocos de concreto ou juntas de argamassa, causando fissuras pela retração da alvenaria em si; ou ainda, pela movimentação por retração de outros elementos construtivos, como as lajes e vigas de concreto armado por exemplo, causando fissuras nas paredes de alvenaria adjacentes a estes elementos.

A expansão por absorção de umidade é o fenômeno inverso da retração. Os materiais porosos que fazem parte das construções sofrem variações dimensionais em função do teor de umidade: a absorção de umidade provoca expansão, enquanto sua perda provoca retração, de forma similar à retração já descrita (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989).

Em uma construção, a umidade pode ser originária da própria produção dos componentes, da execução da obra em si, da penetração de água da chuva, da umidade do ar ou da umidade do solo (THOMAZ, 1989).

A estrutura de poros (dimensões dos poros, interconectividade, porosidade total) e a porosidade capilar são as principais características dos materiais na absorção e perda de umidade. Em componentes cerâmicos, o fenômeno da expansão por absorção de umidade é fator dependente da argila com que foram produzidos e do tempo de queima (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991).

Fissuras em paredes de alvenaria causadas por movimentações higroscópicas podem ocorrer em paredes de componentes cerâmicos, pela expansão destes componentes ao absorver umidade, gerando movimentação diferenciada entre diferentes fiadas da alvenaria ou entre os componentes e a junta de argamassa (THOMAZ, 1989).

As fissuras causadas por retração e expansão em paredes de alvenaria são semelhantes àquelas provocadas por variações de temperatura, já que possuem os mesmos mecanismos de formação (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989), como será visto.

3.3.1 Fissuras horizontais em paredes por retração da laje

As fissuras horizontais ocorrem em paredes de alvenaria solidárias às lajes de concreto armado, e são causadas pela movimentação gerada na retração da laje, não acompanhada pelas paredes. A principal origem da retração das lajes de concreto, neste caso, é a perda de água por secagem (DUARTE, 1998).

A fissura horizontal manifesta-se na interface entre a parede e a laje, e paredes localizadas nos últimos andares das construções estão mais suscetíveis de serem atingidas pela retração das

lajes, pois este fenômeno pode ocorrer de forma associada às movimentações por variações térmicas (DUARTE, 1998).

Segundo Sahlin (1971), as fissuras por retração das lajes também podem ocorrer em paredes de andares intermediários, com a mesma configuração horizontal na interface ou nos cantos superiores das aberturas. Estas configurações típicas são representadas nas figuras 28 e 29.

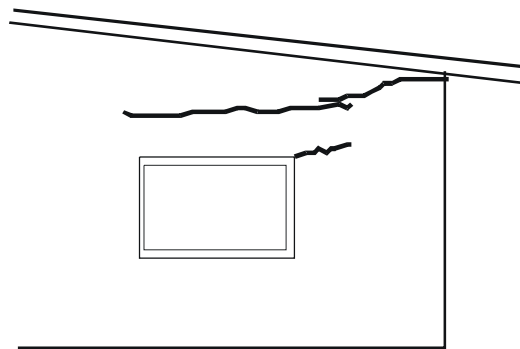


Figura 28: fissuras horizontais em parede por retração da laje de cobertura (THOMAZ, 1989)

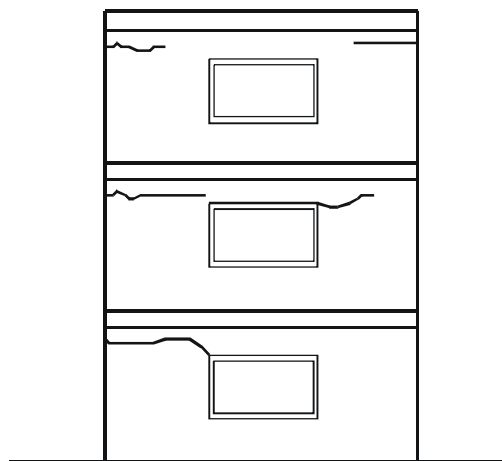


Figura 29: fissuras horizontais em paredes por retração de lajes intermediárias (THOMAZ, 1989)

3.3.2 Fissuras na base de paredes por retração da laje

Nesta configuração, fissuras em paredes de alvenaria por retração da laje de concreto surgem na base das paredes ou na interface entre a estrutura e a alvenaria, principalmente em paredes de extremidade das edificações. Podem ocorrer pelo efeito combinado de retração da laje e expansão da alvenaria (DUARTE, 1998), ou entre as paredes de alvenaria e as vigas de fundação, pelo mesmo fenômeno (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991). São típicas de paredes de alvenaria aparente.

É a movimentação diferencial entre a estrutura e a alvenaria que pode causar estas fissuras na base de paredes, na interface entre a parede e a laje ou outro elemento da estrutura. Esta configuração pode resultar em um destacamento da alvenaria, com movimentação no sentido de “expulsá-la” do canto da edificação, podendo, inclusive, causar fissuras na própria estrutura de concreto (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991).

Uma configuração típica deste tipo de fissura é apresentada na figura 30, e um exemplo pode ser visto na fotografia da figura 31.

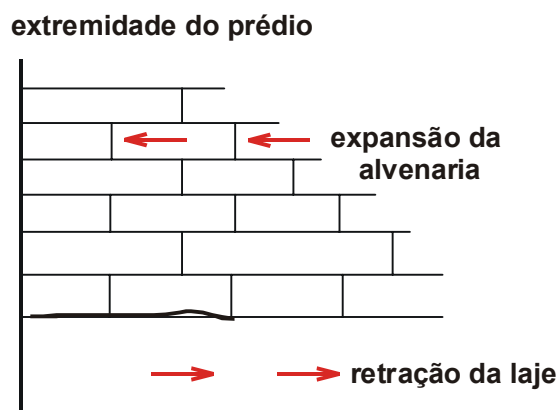


Figura 30: fissura na base da parede por retração da laje e expansão da alvenaria (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991)



Figura 31: fissura na base da parede e na interface por retração da viga de apoio (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991)

3.3.3 Fissuras verticais em paredes por retração da laje

Fissuras verticais em paredes de alvenaria podem ser causadas pela retração da laje de concreto quando existem vínculos entre laje e paredes capazes de determinar esforços de flexão conjugados. A retração da laje, ou mesmo de uma viga de concreto, provoca a movimentação das paredes, relativamente livres para acompanhar a movimentação da laje. No entanto, os cantos das paredes de alvenaria possuem fortes restrições a esta movimentação, o que pode provocar fissuras verticais junto ao canto (DUARTE, 1998; SAHLIN, 1971). Sua configuração típica é apresentada na figura 32.

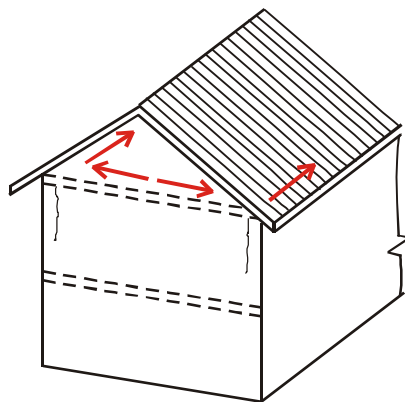


Figura 32: fissuras verticais em parede de alvenaria por retração da laje (DUARTE, 1998)

3.3.4 Fissuras de destacamento de paredes de alvenaria por retração

As fissuras de destacamento de paredes de alvenaria por retração são fissuras horizontais e verticais que ocorrem na interface entre a parede e a estrutura de concreto armado, especialmente em paredes de vedação de prédios estruturados. Neste caso já não é a retração da estrutura que causa a fissuração, mas a movimentação da própria parede de alvenaria por retração de seus componentes e/ou da junta de argamassa (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989). A retração por secagem das argamassas de assentamento pode provocar o abatimento de paredes de alvenaria recém executadas, provocando o seu destacamento. Também o encunhamento executado prematuramente poderá sofrer com este abatimento, provocando seu destacamento da viga superior ou laje (THOMAZ, 1989).

A retração das argamassas de assentamento pode provocar ainda destacamentos localizados entre a argamassa e o componente da alvenaria, como tijolos ou blocos, gerando fissuras de pequeno porte na interface entre o componente e a argamassa (THOMAZ, 1989). A maior parte das fissuras por retração da alvenaria, todavia, origina-se na retração dos próprios componentes da alvenaria, especialmente os blocos de concreto (SAHLIN, 1971).

As fissuras de destacamento também podem ser provocadas pela ação conjugada de retração da alvenaria e movimentação térmica da estrutura de concreto armado. Sua configuração típica é apresentada na figura 33, e pode-se tomar como exemplo deste tipo de manifestação as fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado, já apresentado na fotografia da figura 24.

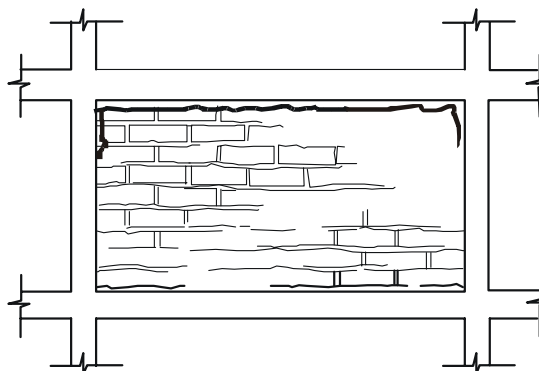


Figura 33: fissuras de destacamento entre a parede e a estrutura reticulada de concreto armado por retração da alvenaria (THOMAZ, 1989)

3.3.5 Fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria

Fissuras verticais em paredes podem ocorrer pela retração da própria alvenaria que, além do destacamento descrito em 3.3.4, pode induzir a formação de fissuras no próprio corpo da parede. Em geral ocorrem pela retração de seus elementos constituintes, como tijolos ou blocos e/ou juntas de argamassa (THOMAZ, 1989). Podem manifestar-se nos encontros entre paredes, em seções enfraquecidas pela presença de dutos ou aberturas, em muros extensos com topo livre ou em paredes contidas por estruturas (COPELAND, 1957; THOMAZ, 1989).

A retração por secagem é particularmente mais significativa em alvenarias de blocos de concreto. A retração dos blocos de concreto se dá em função do tipo de agregado utilizado em sua produção, do consumo de cimento, da relação água/cimento, dos métodos de cura, da umidade relativa do ar e do método de assentamento (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991).

Copeland (1957) relata que paredes de alvenaria de blocos de concreto apresentam movimentações por retração e, havendo restrições por outros elementos construtivos das edificações, surgem tensões de tração e cisalhamento que originam as fissuras. Tensões e deformações devidas à retração e às variações térmicas são aditivas e, baseado nessas premissas, Copeland (1957) definiu um método de cálculo de juntas de controle para a redução de tensões e prevenção de fissuras em paredes de alvenaria de blocos de concreto.

Fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria podem apresentar variações, mantendo uma orientação predominantemente vertical. Sua configuração típica é apresentada na figura 34.

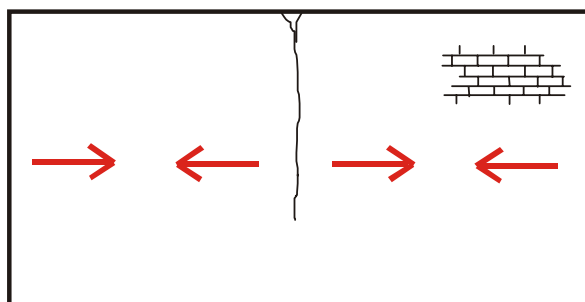


Figura 34: fissura vertical em parede por retração da alvenaria. Caso típico de muro com borda livre construído em blocos de concreto (DUARTE, 1998)

3.3.6 Fissuras horizontais por expansão da alvenaria

Fissuras horizontais por expansão da alvenaria são as causadas pelas movimentações higroscópicas por absorção de umidade de seus elementos constituintes. Ao absorver a umidade, tijolos, blocos e argamassas podem sofrer expansão e gerar movimentação diferenciada entre as fiadas da alvenaria ou entre os tijolos e a junta de argamassa (THOMAZ, 1989). Neste caso, as fissuras são predominantemente horizontais.

Podem manifestar-se em qualquer ponto do painel de alvenaria onde haja presença de umidade ou junto à base das paredes, provocadas pela umidade ascendente (THOMAZ, 1989), neste caso, a presença frequente de eflorescências facilita o diagnóstico.

Fissuras horizontais por expansão da alvenaria também podem ocorrer em platibandas de alvenaria, na interface entre a laje e a parede (ADDLESON, 1982).

A expansão por absorção de umidade é particularmente mais significativa em alvenarias de tijolos cerâmicos (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991).

Sua configuração típica é apresentada na figura 35.

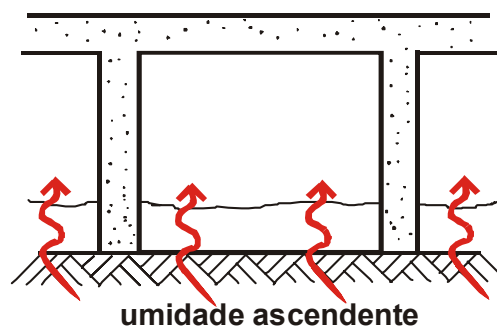


Figura 35: fissura horizontal em parede por expansão da alvenaria na presença de umidade ascendente (DUARTE, 1998)

3.3.7 Fissuras verticais por expansão da alvenaria

As fissuras verticais por expansão da alvenaria podem ocorrer em cantos de prédios ou em encontros enfraquecidos de paredes, neste caso, quase sempre por deficiência de amarração entre os elementos constituintes. Seu mecanismo de formação é o mesmo das fissuras horizontais: a expansão das paredes de alvenaria por absorção de umidade (THOMAZ, 1989). Podem manifestar-se também em cantos de saliências e reentrâncias, possuindo configuração semelhante a das fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria, conforme descrito em 3.2.7 (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991; ELDRIDGE, 1982).

Eldridge (1982) relata que painéis de alvenaria contidos lateralmente por pilares sofrem um abaulamento ao expandir-se, gerando uma fissura vertical mais acentuada em uma das faces da parede. Addleson (1982) também relata fissuras verticais em parapeitos de janelas por expansão da alvenaria de tijolos à-vista por absorção de umidade.

A configuração típica de fissuras verticais por expansão da alvenaria é apresentada na figura 36, e um exemplo deste tipo de manifestação pode ser visto na fotografia da figura 37.

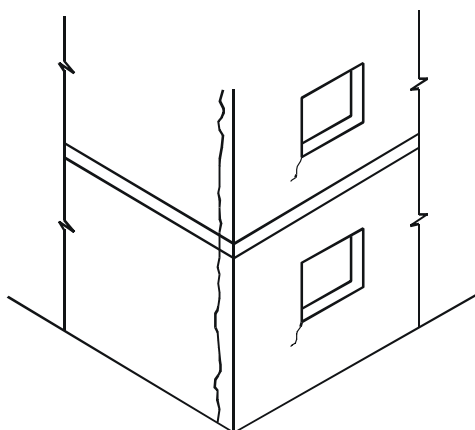


Figura 36: fissura vertical no canto do prédio por expansão da alvenaria (THOMAZ, 1989)



Figura 37: fissura vertical no canto do prédio por expansão da alvenaria (ELDRIDGE, 1982)

3.4 FISSURAS CAUSADAS POR DEFORMAÇÃO DE ELEMENTOS DA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

As paredes de alvenaria podem apresentar fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado. A deformabilidade das estruturas gera movimentações que não podem ser acompanhadas pela constituição rígida das paredes de alvenaria, introduzindo tensões de compressão, tração e cisalhamento nas paredes, podendo provocar a fissuração (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989).

A principal influência da deformação das estruturas de concreto armado sobre as alvenarias acontece pela flexão de elementos da estrutura como lajes e vigas. Em geral, outras deformações causadas por solicitações de compressão, cisalhamento ou torção são menos significativas. A flexão de lajes e vigas costuma ocorrer por ação do peso próprio, cargas permanentes e acidentais, deformação lenta do concreto e cargas laterais externas, como a

ação do vento, por exemplo (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991; MASSETTO; SABBATINI, 1998).

As alvenarias mais suscetíveis à influência destas deformações são as paredes que suportam vigas e lajes, e as alvenarias de vedação em prédios com estrutura reticulada de concreto armado. Massetto e Sabbatini (1998) citam a necessidade de fixar limites para deformações de estruturas de modo a não causar efeitos em elementos não-estruturais, como as alvenarias de vedação.

A NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003), nova norma brasileira para o projeto de estruturas de concreto, fixa limites para deformações (flechas) de estruturas em função do **comprimento L do vão**, para estruturas biapoiadas:

- a) limite de aceitabilidade sensorial para estruturas de concreto armado: **L/250**;
- b) limite de aceitabilidade estrutural para pavimentos planos: **L/350**;
- c) limite de aceitabilidade em elementos não estruturais: paredes de alvenaria – **L/500** ou **10mm** ou **0,0017rad** para rotação de elementos que suportam paredes.

Observa-se que o limite admissível para deformação em paredes de alvenaria é inferior aos limites de aceitabilidade para estruturas de concreto armado e pavimentos.

As fissuras causadas por deformabilidade das estruturas podem assumir diferentes configurações: fissuras em arco por deformação da viga de apoio, fissuras inclinadas por deformação das vigas de apoio e superior, fissuras por sobrecarga da viga superior, fissuras inclinadas por deformação de vigas e lajes em balanço, fissuras horizontais por deformação de lajes de cobertura, entre outras (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989), conforme descrito a seguir.

3.4.1 Fissuras em paredes por deformação do apoio

As fissuras em paredes por deformação do apoio ocorrem em paredes de vedação apoiadas em vigas nos prédios estruturados. Nesta configuração, a viga inferior que apóia a alvenaria deforma-se, gerando fissuras horizontais na base da parede e/ou fissuras em forma de arco.

Esta configuração é característica de paredes sem aberturas, e pode ocorrer também quando a deformação da viga inferior é maior que a deformação da viga superior (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989).

Sua configuração típica é apresentada na figura 38.

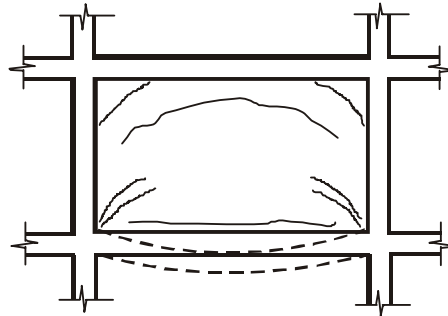


Figura 38: fissuras em parede de vedação por deformação da viga de apoio (DUARTE, 1998)

3.4.2 Fissuras em paredes por deformação das vigas de apoio e superior

As fissuras em paredes por deformação das vigas de apoio e superior ocorrem em paredes de vedação de prédios estruturados pela deformação conjunta das vigas inferior e superior. Nesta configuração, formam-se fissuras inclinadas nos cantos inferiores da parede (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989). Esta configuração também é característica de paredes sem aberturas.

Sua configuração típica é apresentada na figura 39.

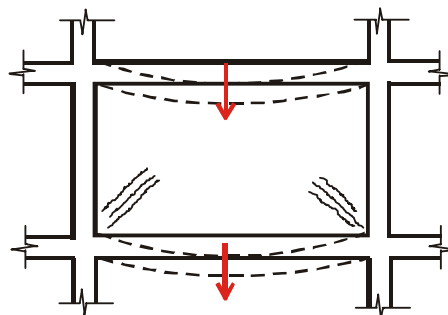


Figura 39: fissuras em parede de vedação por deformação das vigas de apoio e superior (DUARTE, 1998)

3.4.3 Fissuras em paredes por deformação da viga superior

As fissuras em paredes por deformação da viga superior ocorrem em paredes de vedação de prédios com estruturas reticuladas de concreto armado. Nesta configuração, é a viga superior que se deforma, gerando fissuras inclinadas nos cantos superiores da parede e verticais na zona central (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989).

Também esta configuração é característica de paredes sem aberturas, e pode ocorrer quando a deformação da viga superior é maior que a deformação da viga inferior (THOMAZ, 1989). A deformação da viga superior pode gerar fissuras por compressão da alvenaria, assumindo a configuração de fissura por sobrecarga, conforme descrito em 3.1.

Sua configuração típica é apresentada na figura 40.

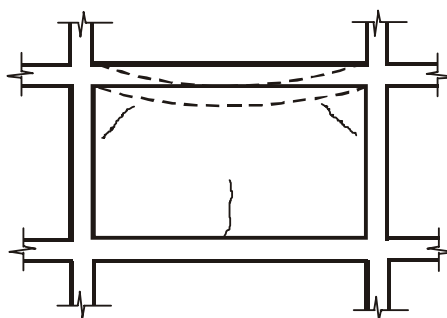


Figura 40: fissuras em parede de vedação por deformação da viga superior (DUARTE, 1998)

3.4.4 Fissuras em paredes com aberturas por deformação da estrutura

Nas paredes com aberturas as fissuras por deformação da estrutura podem ganhar diversas configurações. Dependem do tamanho da parede, do tipo de movimentação da estrutura, das dimensões e formas das aberturas (THOMAZ, 1989).

Em geral, sua configuração típica é conforme a apresentada na figura 41.

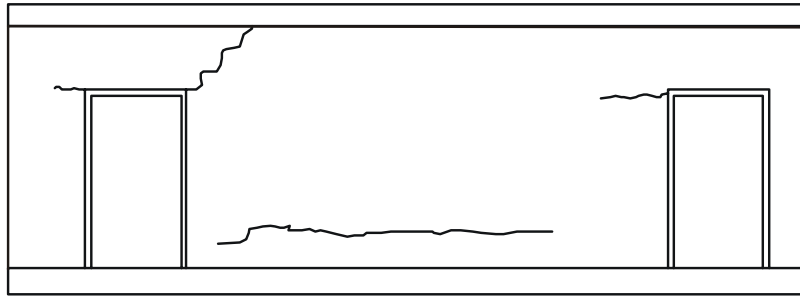


Figura 41: fissuras em parede com aberturas causadas pela deformação da estrutura (THOMAZ, 1989)

3.4.5 Fissuras em paredes por deformação de balanços

No caso das paredes de alvenaria apoiadas em estruturas em balanço, a movimentação da estrutura na região do balanço pode gerar fissuras inclinadas na parede, e/ou fissuras verticais ou horizontais por destacamento entre a parede e a estrutura (THOMAZ, 1989). Este tipo de fissura é muito comum em parapeitos de sacadas apoiadas em lajes em balanço (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991).

Outras paredes apoiadas em vigas que, por sua vez, apoiem-se em trechos de estrutura em balanço, podem apresentar fissuras originadas na deformação do balanço, tomando a forma de fissuras horizontais nos peitoris das janelas, por exemplo (THOMAZ, 1989). Sua configuração típica é conforme a apresentada na figura 42, e um exemplo deste tipo de manifestação pode ser visto na fotografia da figura 43.

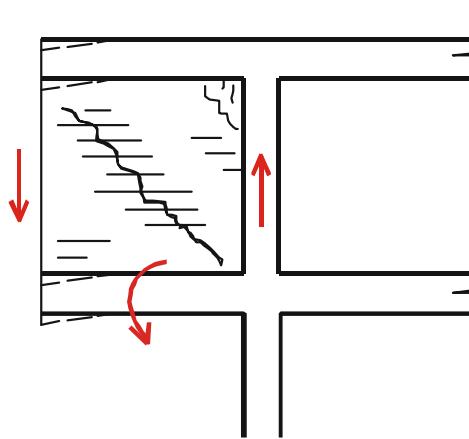


Figura 42: fissuras inclinadas em parede de alvenaria provocadas por deflexão da viga em balanço (THOMAZ, 1989)



Figura 43: fissura inclinada em parede por deformação do balanço (fonte: arquivo pessoal do autor)

3.4.6 Fissuras horizontais em paredes por deformação da laje de cobertura

Fissuras horizontais em paredes podem surgir pela deformação de lajes de cobertura. Neste caso, ocorre um levantamento das bordas das lajes de cobertura apoiadas em alvenarias, ocasionado pelo efeito de placa, gerando fissuras horizontais na interface entre a alvenaria e a laje de concreto armado (DUARTE, 1998).

Já lajes apoiadas ou ancoradas em paredes introduzem esforços de flexão lateral nas alvenarias por rotação das bordas das lajes ao sofrerem deformação elástica; neste caso, a deformação gera fissuras horizontais na interface entre as lajes e a base das paredes, ou próximas à base

(SAHLIN, 1971; THOMAZ, 1989). Segundo Sahlin (1971), o risco deste tipo de fissura é maior em lajes de últimos pavimentos, diminuindo em lajes de pisos intermediários devido à compensação das cargas verticais nas paredes. Sua configuração típica pode ser conforme apresentado nas figuras 44 e 45.

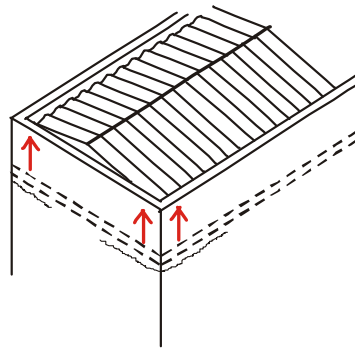


Figura 44: fissura horizontal na interface entre a parede e a laje por deformação da laje de cobertura (DUARTE, 1998)

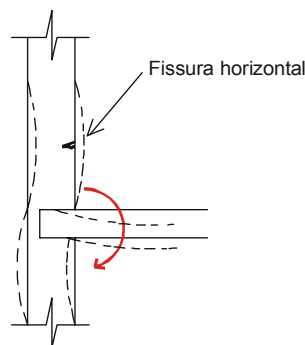


Figura 45: mecanismo de formação de fissuras horizontais na base de paredes por deformação de lajes apoiadas ou ancoradas em alvenarias (THOMAZ, 1989)

3.5 FISSURAS CAUSADAS POR RECALQUE DE FUNDAÇÕES

As fissuras em paredes causadas por recalque de fundações ocorrem quando existem movimentações diferenciais nas fundações que excedem à capacidade resistente das paredes de alvenaria. Estas movimentações podem ser originadas por falha das estruturas de fundação ou por recalques do terreno (ORTIZ, [198-]).

Prédios de alvenaria são estruturas rígidas com pouca tolerância para absorver deformações. Ainda que paredes de alvenaria tenham um alto momento de inércia para cargas verticais em função de sua altura, sua baixa resistência à flexão e ao cisalhamento provocam fissuração à mínima deformação ocorrida (DUARTE, 1998). A pequena tolerância das alvenarias às movimentações depende de alguns fatores, tais como o tipo de estrutura; sua altura e rigidez; sua utilização, cargas e localização; eventual presença de aberturas e juntas; e, a magnitude, velocidade e distribuição dos recalques (DAL MOLIN, 1988).

Os recalques de terreno ocorrem porque todos os solos submetidos a carregamento externo se deformam em maior ou menor proporção. A deformabilidade e a capacidade de carga dos solos não são constantes, e dependem do tipo de solo; da posição do lençol freático; da intensidade da carga; do tipo de fundação, forma, dimensões e profundidade; e, da interferência do entorno (DAL MOLIN, 1988; THOMAZ, 1989). O recalque diferenciado da fundação introduz tensões nas paredes capazes de gerar fissuras, notadamente por flexão ou distorção angular (MAÑÁ, 1978).

Vários fatores são apontados como causas para o recalque diferenciado dos solos e, conseqüentemente, para a fissuração das construções: carga de trabalho superior à carga admissível do solo ou de camadas inferiores do solo; apoio em solos com diferentes consolidações e/ou aterros; falta de homogeneidade do solo; rebaixamento do lençol freático ou incorporação de água em terrenos; influência de cargas de entorno e vizinhança; condições diferenciadas de apoio e carga, como prédios de altura variável ou uso de diferentes tipos de fundação; solapamento, erosão, escavação ou falha no subsolo; influência de vegetação ou tubulação adjacente; congelamento, inundações, vibrações, ou mesmo, terremotos (MAÑÁ, 1978; ORTIZ, [198-]; THOMAZ, 1989; TRILL; BOWYER, 1982).

Também podem ocorrer falhas nas estruturas de fundação capazes de gerar recalques e, por conseqüência, fissuras: degradação estrutural por deterioração de elementos pétreos, argamassas ou concretos; corrosão de armaduras ou reações químicas causadas pela ação dos solos ou de águas agressivas; deficiência de projeto ou execução; deformabilidade excessiva ou mesmo ruptura de estruturas de fundação, entre outros (MAÑÁ, 1978; ORTIZ, [198-]).

As fissuras por recalque de fundações têm como característica uma orientação predominantemente inclinada e por isso são, muitas vezes, confundidas com fissuras por

deformação de elementos da estrutura de concreto armado, conforme descritas em 3.4 (THOMAZ, 1989). Outra característica das fissuras por recalque de fundações é a tendência a se localizar próximas ao pavimento térreo da construção, embora isto não seja uma regra (DUARTE, 1998).

Em função de sua complexidade e multicausalidade, as fissuras em paredes de alvenaria provocadas por recalque de fundações possuem configurações variadas e de difícil diagnóstico. Duarte (1998) e Mañá (1978) classificam as fissuras causadas por recalques de fundação segundo um eixo principal, fora de um eixo principal, por flexão negativa dos peitoris e por ruptura das fundações.

Ortiz ([198-]) classifica-as por movimentos de extremidades (cedimento de fachada ou de canto), movimentos internos (cedimento de apoios localizados ou pilares), movimentos generalizados em todo o prédio (deformação côncava ou convexa), giros e desaprumos (de paredes, pilares, partes de prédios, ou mesmo prédios inteiros).

Neste trabalho, adotam-se cinco configurações típicas de fissuras em paredes de alvenaria causadas por recalque de fundações (DUARTE, 1998; MAÑÁ, 1978; THOMAZ, 1989): segundo um eixo principal, fora de um eixo principal, verticais em peitoris de janelas por flexão negativa, verticais junto ao solo por ruptura das fundações e inclinadas devidas a recalques diferenciais em prédios estruturados.

3.5.1 Fissuras por recalque de fundações segundo um eixo principal

Fissuras por recalque de fundações segundo um eixo principal ocorrem quando o recalque diferencial das fundações se aplica sobre um dos eixos de simetria da edificação (supondo que exista). Neste caso, todas as paredes afetadas estarão solicitadas, preponderantemente, por esforços de flexão, e o seu sistema de fissuras seguirá o modelo teórico de flexão, acompanhando as isostáticas de compressão, como em uma viga (MAÑÁ, 1978).

O conjunto de fissuras inclinadas e horizontais nas paredes de alvenaria atingidas seguirá uma certa lógica derivada dos mecanismos de fissuração à flexão, de tal forma que pode-se

encontrar uma relação entre o traçado das fissuras e a localização da causa que as provocou (MAÑÁ, 1978).

A configuração típica do complexo sistema de fissuras causadas por recalque de fundações segundo um eixo principal é apresentada na figura 46.

As fotografias das figuras 48 e 49 apresentam dois exemplos de fissuras causadas por recalque de fundações sem diagnosticar-se a existência de um eixo principal de recalque ou não.

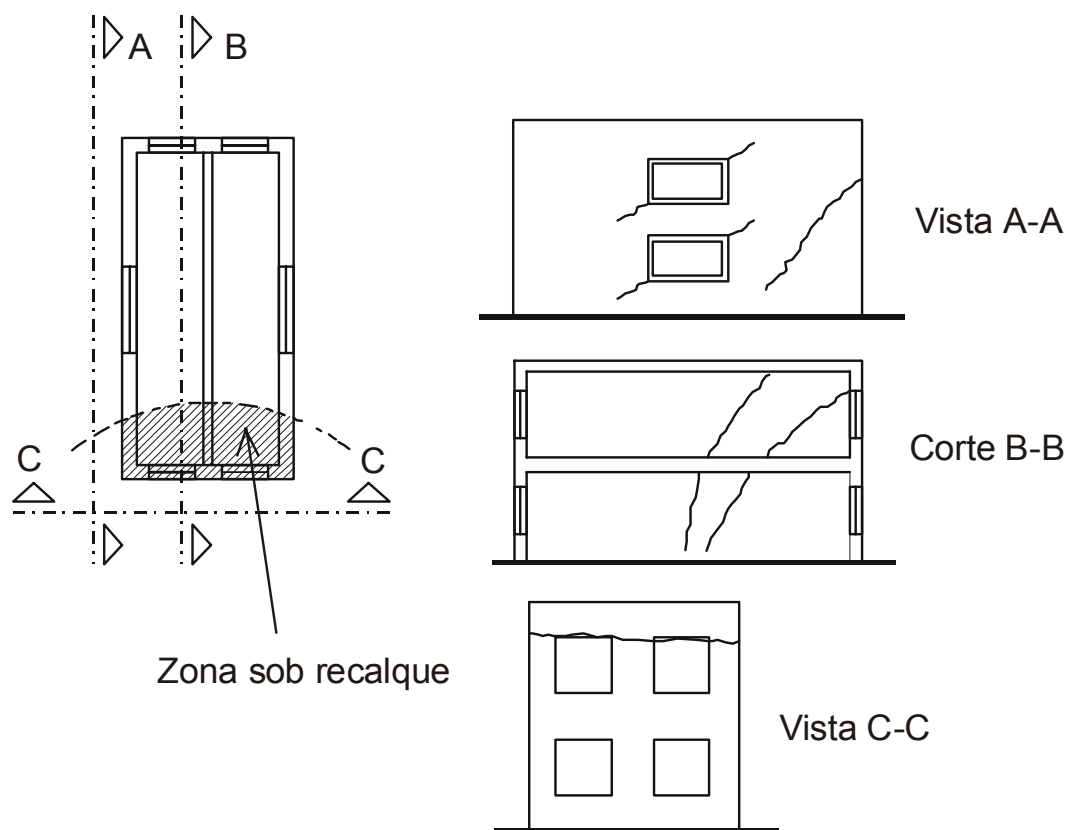


Figura 46: representação de fissuras causadas por recalque de fundações segundo um eixo principal (MAÑÁ, 1978)

3.5.2 Fissuras por recalque de fundações fora de um eixo principal

Fissuras por recalque de fundações fora de um eixo principal ocorrem quando o recalque diferencial das fundações se aplica fora dos eixos de simetria da edificação (um canto, por

exemplo). Neste caso, a edificação também é submetida a esforços de torção e existirão famílias de fissuras em duas direções (MAÑÁ, 1978).

O conjunto de fissuras inclinadas nas paredes de alvenaria atingidas é de difícil interpretação, sendo recomendável sua representação através de uma perspectiva axonométrica para uma percepção global das deformações (MAÑÁ, 1978).

A configuração típica do complexo sistema de fissuras causadas por recalque de fundações fora de um eixo principal é apresentada na figura 47.

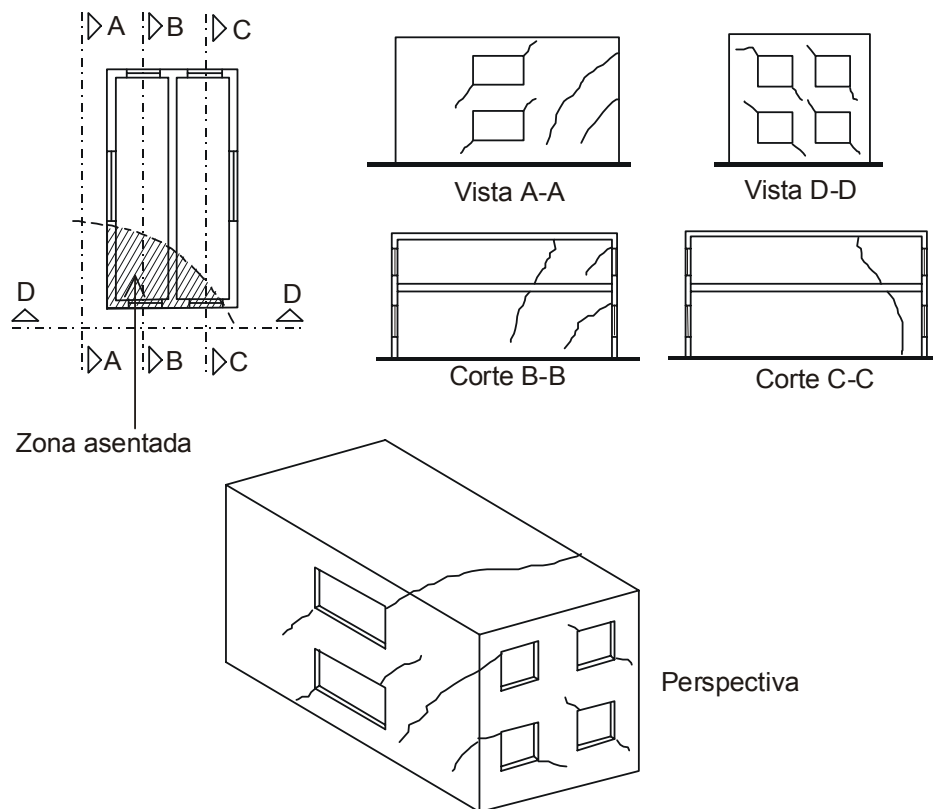


Figura 47: representação de fissuras causadas por recalque de fundações fora de um eixo principal (MAÑÁ, 1978)



Figura 48: fissuras por recalque de fundações (ELDRIDGE, 1982)



Figura 49: fissura por recalque de fundação em um canto da edificação (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991)

3.5.3 Fissuras verticais em peitoris por flexão negativa

As fissuras verticais em peitoris de janelas por flexão negativa ocorrem em paredes dotadas de janelas que transmitem ao solo tensões diferenciadas de compressão, ocasionadas por cargas menores nos peitoris e maiores nas laterais de janelas. Estas tensões diferenciadas podem provocar recalques diferenciais e conseqüentes fissuras verticais por flexão negativa dos peitoris (DUARTE, 1998; SAHLIN, 1971).

Sua configuração típica é conforme apresentado nas figura 50, e um exemplo deste tipo de manifestação pode ser visto na fotografia da figura 51.

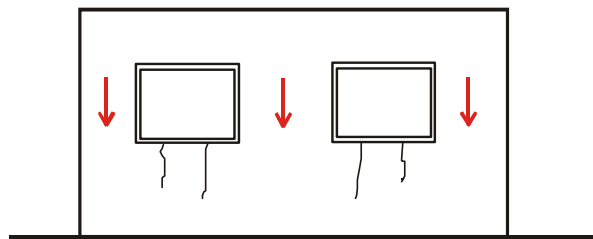


Figura 50: fissuras verticais em peitoris por flexão negativa (DUARTE, 1998)

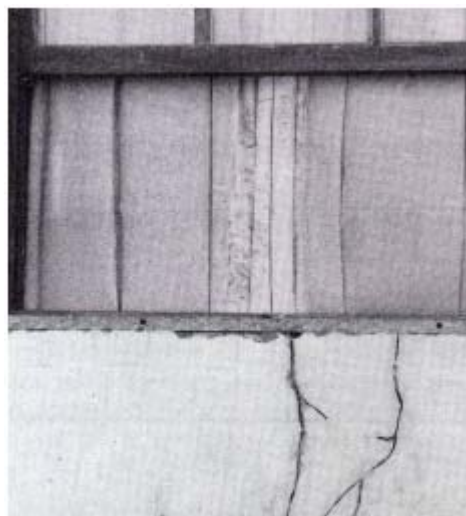


Figura 51: fissuras verticais em peitoril causadas por flexão negativa (THOMAZ, 1989)

3.5.4 Fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações

As fissuras verticais junto ao solo ocorrem por ruptura das fundações superficiais provocada por recalque diferencial por distorção angular (DUARTE, 1998). Têm como característica uma abertura maior junto ao solo. Manifestam-se, em geral, em pontos onde a estrutura da fundação é mais fraca, em mudanças de seções ou em pontos de concentração de cargas, muitas vezes em combinação com movimentações de origem térmica (SAHLIN, 1971).

Sua configuração típica é conforme apresentado na figura 52.

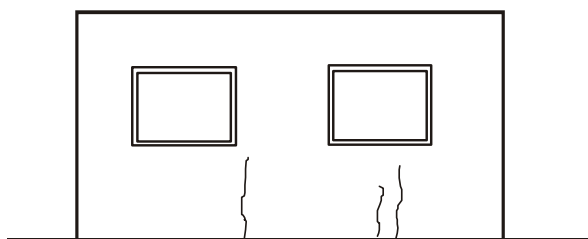


Figura 52: fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações (DUARTE, 1998)

3.5.5 Fissuras inclinadas em prédios estruturados

Fissuras inclinadas em prédios estruturados podem ocorrer por recalque diferenciado entre pilares de concreto armado. Neste caso, as fissuras configuram-se inclinadas em direção ao pilar que sofreu o recalque (THOMAZ, 1989). Tendem a confundir-se com as fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado, conforme descrito em 3.4, sendo necessário diferenciá-las através de diagnóstico.

Sua configuração típica é conforme apresentado na figura 53.

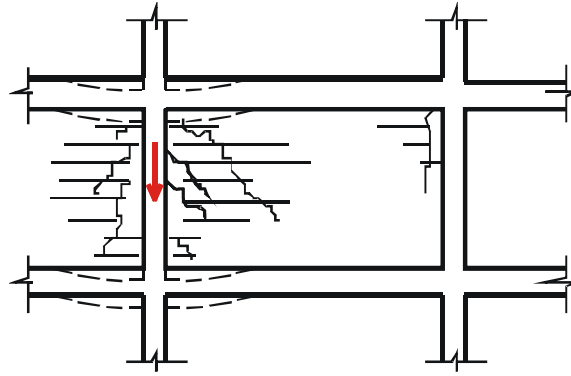


Figura 53: fissuras inclinadas por recalque diferencial entre pilares (THOMAZ, 1989)

3.6 FISSURAS CAUSADAS POR REAÇÕES QUÍMICAS

Fissuras causadas por reações químicas são predominantemente horizontais e ocorrem pela expansão da junta de argamassa provocada pela alteração química indesejável de seus materiais constituintes (THOMAZ, 1989).

Embora os materiais de construção devam ser estáveis quimicamente, é comum existirem sais solúveis em excesso nas juntas de argamassa que podem sofrer reações expansivas no processo de cristalização capazes de provocar fissuras. As reações mais comuns são a expansão das juntas de argamassa pela reação do cimento com sulfatos, a hidratação retardada das cales e a hidratação de agregados que contenham argilas (CINCOTTO, 1988; DUARTE, 1998).

Estas fissuras ocorrerão com predominância ao longo das juntas horizontais da alvenaria, onde existe maior quantidade de argamassa, podendo manifestar-se também nas juntas verticais e apresentar eflorescências. As fissuras horizontais ocorrem preferencialmente no topo das paredes, onde a influência do peso próprio da alvenaria é menor (THOMAZ, 1989).

3.6.1 Fissuras horizontais por expansão da argamassa

As fissuras horizontais por expansão da argamassa são as fissuras em alvenarias causadas por reações químicas, conforme referido em 3.6. A expansão da junta de argamassa pode ser provocada por reações químicas entre os constituintes da própria argamassa ou entre compostos do cimento e componentes da alvenaria (CINCOTTO, 1988).

A reação de sulfatos do meio ambiente ou dos próprios componentes da alvenaria com o cimento da argamassa é expansiva e pode provocar fissuras na alvenaria. A chamada hidratação retardada das cales presentes nas argamassas também pode ocasionar fissuras por sua expansão no processo de cristalização do óxido de cálcio ou do óxido de magnésio presentes nas cales. Também a hidratação de agregados que contenham argilo-minerais montmoriloníticos pode provocar expansão da argamassa (CINCOTTO, 1988).

Fissuras horizontais por expansão da argamassa têm configuração típica conforme apresentado na figura 54, e um exemplo deste tipo de manifestação pode ser visto na fotografia da figura 55.

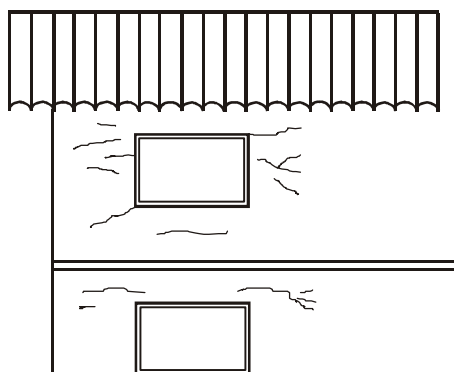


Figura 54: fissuras horizontais por expansão da argamassa causada por reações químicas (DUARTE, 1998)

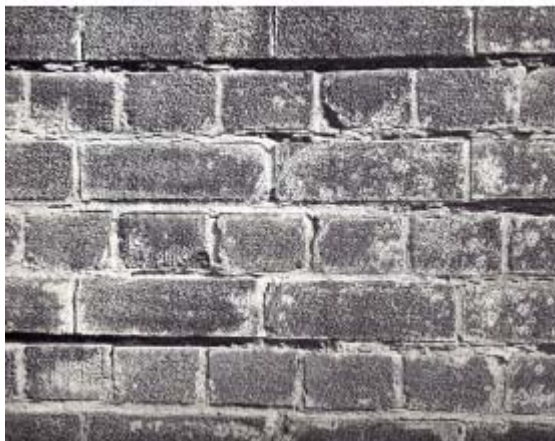


Figura 55: fissuras horizontais nas juntas de argamassa causadas por reações químicas (ELDRIDGE, 1982)

3.7 FISSURAS CAUSADAS POR DETALHES CONSTRUTIVOS

As fissuras causadas por detalhes construtivos ocorrem por deficiências e incorreções na execução destes detalhes, não sendo levadas em consideração propriedades físicas dos materiais, impermeabilidade e estanqueidade das alvenarias e das construções, formas corretas de execução das alvenarias, projetos de detalhamentos, entre outros.

Elementos metálicos em contato com as paredes, elementos de madeira ancorados em paredes, calhas e tubos de queda defeituosos ou mal dimensionados, deficiências de amarrações, deficiências de assentamento e espessura das argamassas, ausência de projetos de detalhamento, são algumas das causas de fissuras posteriores.

3.7.1 Fissuras por ancoragem de elementos construtivos

São as fissuras causadas por movimentações de elementos construtivos ancorados em paredes de alvenaria. Estas movimentações podem ocorrer por dilatação térmica ou expansão higroscópica de elementos de madeira, dilatação térmica ou expansão por corrosão de elementos metálicos, deformação de estruturas de cobertura em madeira ou metal vinculadas às paredes de alvenaria, entre outras possibilidades (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991; SAHLIN, 1971).

Ao absorver umidade, a madeira, por exemplo, apresenta deformações naturais capazes de introduzir tensões na alvenaria e causar sua fissuração (DUARTE, 1998). É o caso de tesouras de telhado e barroteamentos de forros e entrepisos engastados diretamente nas alvenarias. Estas fissuras têm direção predominantemente vertical, conforme é apresentado na figura 56.

Outras configurações de fissuras, advindas da inter-relação entre alvenarias e outros elementos construtivos, dependerá diretamente da forma com que estes elementos se engastam nas alvenarias, não existindo tipificação prévia.

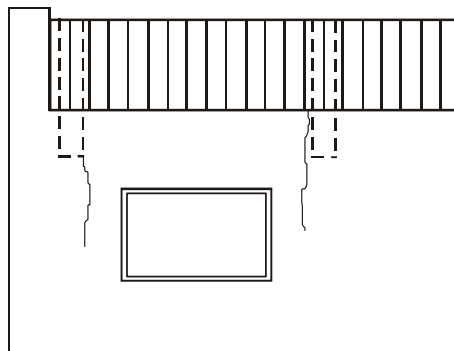


Figura 56: fissuras verticais em parede de alvenaria por dilatação de tesouras de madeira (DUARTE, 1998)

3.7.2 Fissuras por deficiência de amarração

Paredes de alvenaria executadas com ausência ou deficiência de amarração podem gerar fissuras verticais nestes pontos. A amarração deve ser feita entre os tijolos e blocos constituintes das paredes e entre paredes justapostas. Em geral a amarração é obtida pelo entrelaçamento geométrico dos tijolos ou blocos, ou pela introdução de elementos metálicos nas juntas de argamassa durante o assentamento, de forma a garantir a sua amarração.

As fissuras por deficiência de amarração, em geral, manifestam-se pela movimentação associada a outros fenômenos, como variações térmicas, retração ou recalques, por exemplo, quando a solicitação causada por esta movimentação encontra o plano de fraqueza da deficiência de amarração, gerando as fissuras (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991).

Quando existe deficiência na amarração entre os componentes ou entre paredes, podem aparecer fissuras verticais, conforme apresentado na figura 57, e como pode ser visto no exemplo fotográfico da figura 58.

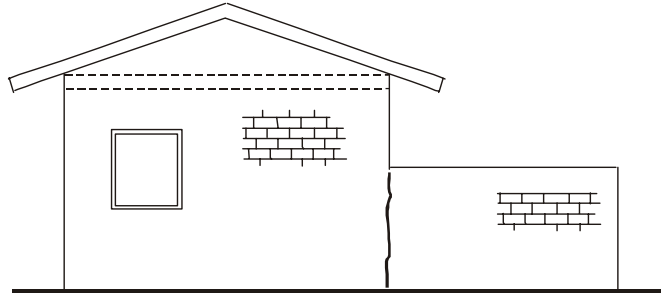


Figura 57: fissura vertical por deficiência de amarração entre o prédio e o muro



Figura 58: fissura vertical entre o muro e a edificação por deficiência de amarração (fonte: arquivo de fotos do NORIE/UFRGS)

3.8 RESUMO DAS CONFIGURAÇÕES TÍPICAS

As figuras 59 a 64 apresentam os quadros resumo das 34 configurações típicas catalogadas no presente trabalho, reunidas em seus respectivos sub-grupos.

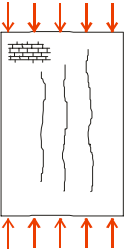
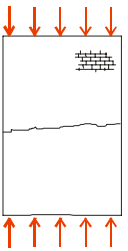
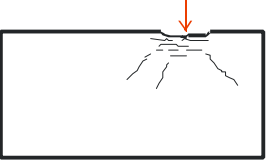
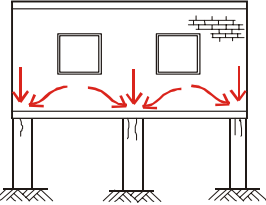
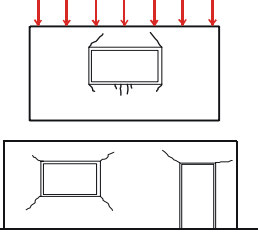
3.1	SOBRECARGAS	Fissuras causadas por sobrecargas
3.1.1		Fissuras verticais induzidas por sobrecargas
3.1.2		Fissuras horizontais por sobrecargas
3.1.3		Fissuras por sobrecargas em apoios
3.1.4		Fissuras por sobrecargas em pilares de alvenaria
3.1.5		Fissuras por sobrecargas em torno de aberturas

Figura 59: quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **sobrecargas**

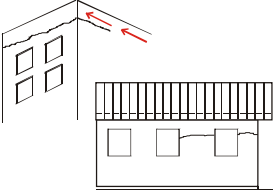
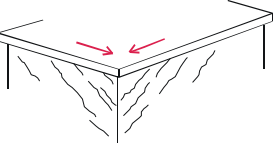

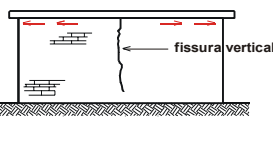
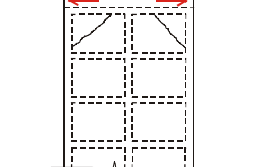
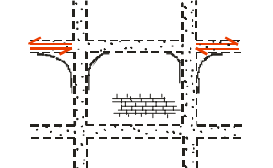
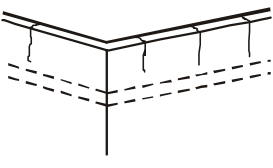
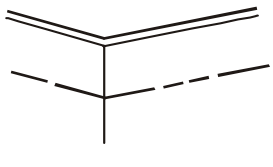
3.2	TÉRMICAS	Fissuras causadas por variações de temperatura
3.2.1		Fissuras horizontais por movimentação térmica da laje
3.2.2		Fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje
3.2.3		Fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje
3.2.4		Fissuras verticais por movimentação térmica da laje
3.2.5		Fissuras inclinadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado
3.2.6		Fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado
3.2.7		Fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria
3.2.8		Fissuras de destacamento de platibandas por movimentação térmica

Figura 60: quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **térmicas**

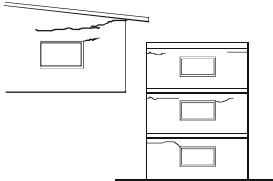
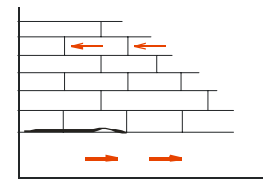
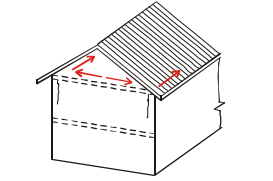
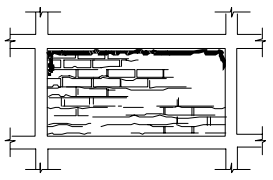
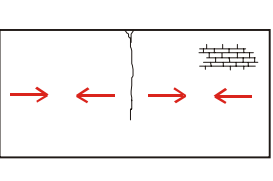
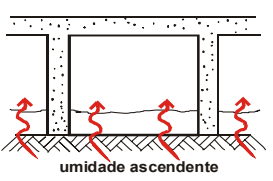
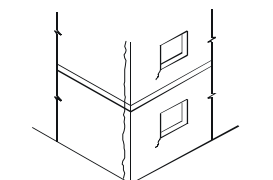
3.3	RETRAÇÃO - EXPANSÃO	Fissuras causadas por retração e expansão
3.3.1		Fissuras horizontais em paredes por retração da laje
3.3.2		Fissuras na base de paredes por retração da laje
3.3.3		Fissuras verticais em paredes por retração da laje
3.3.4		Fissuras de descolamento de paredes de alvenaria por retração
3.3.5		Fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria
3.3.6		Fissuras horizontais por expansão da alvenaria
3.3.7		Fissuras verticais por expansão da alvenaria

Figura 61: quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **retração-expansão**

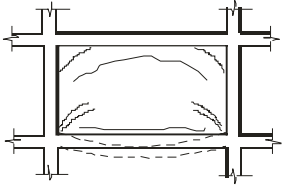
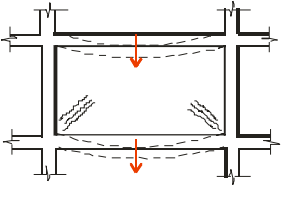
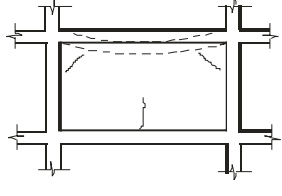
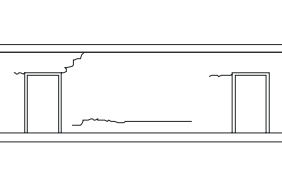
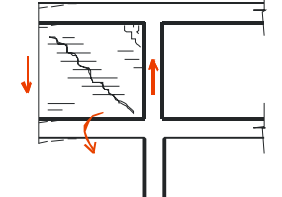
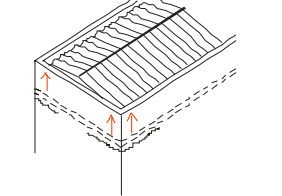
3.4	DEFORMAÇÕES	Fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado
3.4.1		Fissuras em paredes por deformação do apoio
3.4.2		Fissuras em paredes por deformação das vigas de apoio e superior
3.4.3		Fissuras em paredes por deformação da viga superior
3.4.4		Fissuras em paredes com aberturas por deformação da estrutura
3.4.5		Fissuras em paredes por deformação de balanços
3.4.6		Fissuras horizontais em paredes por deformação da laje de cobertura

Figura 62: quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **deformações**

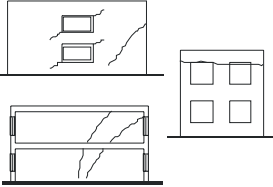
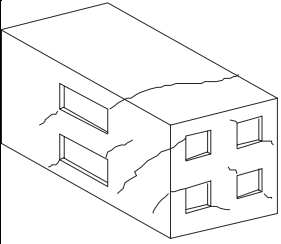
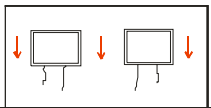
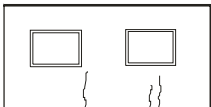
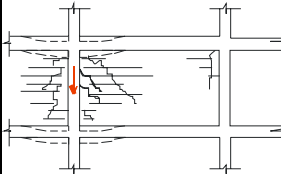
3.5	RECALQUE FUNDAÇÕES	Fissuras causadas por recalque de fundações
3.5.1		Fissuras por recalque de fundações segundo um eixo principal
3.5.2		Fissuras por recalque de fundações fora de um eixo principal
3.5.3		Fissuras verticais em peitoris por flexão negativa
3.5.4		Fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações
3.5.5		Fissuras inclinadas em prédios estruturados

Figura 63: quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **recalque fundações**

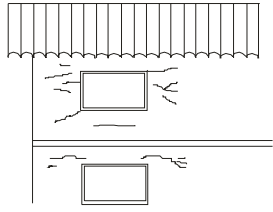
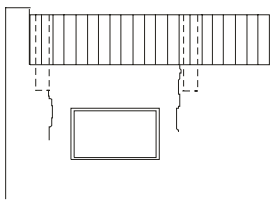
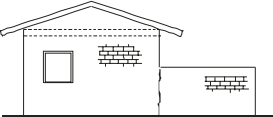
3.6	REAÇÕES QUÍMICAS	Fissuras causadas por reações químicas
3.6.1		Fissuras horizontais por expansão da argamassa
3.7	DETALHES CONSTRUTIVOS	Fissuras causadas por detalhes construtivos
3.7.1		Fissuras por ancoragem de elementos construtivos
3.7.2		Fissuras por deficiência de amarração

Figura 64: quadro resumo das configurações típicas dos sub-grupos **reações químicas e detalhes construtivos**

4 LEVANTAMENTO DE INCIDÊNCIAS DE FISSURAS EM ALVENARIAS NO ESTADO DO RS

4.1 CONSIDERAÇÕES QUANTO À METODOLOGIA

No presente estudo, o levantamento de incidências de fissuras em alvenarias é apresentado sob forma de pesquisa documental.

A fase de pesquisa documental é semelhante à de pesquisa bibliográfica. A diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes (GIL, 1996). Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza de livros e outras contribuições de diversos autores, a pesquisa documental vale-se de diversos tipos de documentos, com fontes que podem ser diversificadas e dispersas (GIL, 1996).

Este levantamento foi realizado a partir de relatórios de casos reais obtidos em laudos técnicos do acervo da Fundação de Ciência e Tecnologia – CIENTEC.

Localizada em Porto Alegre, a CIENTEC é um órgão da administração indireta do governo estadual, vinculado à Secretaria da Ciência e Tecnologia. Entre diversas outras atividades, presta assessorias e consultas técnicas ao segmento da Construção Civil, realizando análises, perícias, inspeções, vistorias e ensaios, tanto para o setor público quanto privado.

A CIENTEC possui em seus arquivos diversos laudos técnicos solicitados por empresas, órgãos públicos ou particulares, que registram vistorias, pareceres, perícias e ensaios, entre outros procedimentos, de diversos imóveis no estado do Rio Grande do Sul. Muitos são laudos de vistoria do tipo *Ad Perpetuam Rei Memoriam*, para fins de registro das condições técnico-construtivas de imóveis em geral, ou imóveis lindeiros a canteiros de obras; outros são laudos periciais em imóveis individuais ou conjuntos de imóveis, para fins de determinação de manifestações patológicas e possíveis soluções de problemas construtivos em geral, com ou sem diagnóstico.

Os relatórios pesquisados foram agrupados e obtidos da seguinte forma:

- a) grupo 1: descrições dos relatórios técnicos do período de 1977 à 1987, obtidos pela prof.a eng.a Denise Carpena Coitinho Dal Molin, Dra.;
- b) grupo 2: descrições dos relatórios técnicos do período de 1999 à 2003, obtidos pela eng.a Lucília Maria Bernardino da Silva, M.Sc.

O levantamento de incidências de fissuras em alvenarias foi realizado com base nos dados dos relatórios obtidos pela prof.a eng.a Denise e pela eng.a Lucília, que tiveram acesso direto aos laudos da CIENTEC, emitindo descrições destes relatórios técnicos para o registro e análise dos dados, mantendo-se o sigilo e a ética quanto aos contratantes ou outros dados que não fossem importantes para a pesquisa. Os dados então obtidos foram compilados e registrados quando da realização do presente levantamento.

Este levantamento não tem cunho probabilístico ou inferencial, utilizando-se de técnicas estatísticas apenas na apresentação de resultados, na elaboração de tabelas e gráficos, e em suas conclusões. Na análise de resultados não há a formulação de inferências, extrapolações ou generalizações a partir dos dados levantados (MALLMANN, 1981). As conclusões tiradas dos resultados obtidos restringem-se ao universo dos relatórios e edificações pesquisadas.

A coleta de dados em levantamentos deste tipo deve ser sistematizada. Segundo Andrade e Dal Molin (1997), podem ser utilizados diferentes métodos de contagem e registro de manifestações patológicas em levantamentos.

No primeiro método, cada tipo de manifestação com a mesma causa é contabilizado apenas uma vez, independentemente do local de incidência e da frequência com que se manifesta na edificação, registrando os tipos de manifestações encontrados e o percentual de edificações atingidas (ANDRADE; DAL MOLIN, 1997).

No segundo método, é levada em consideração a quantidade de danos que aparecem em cada obra individualmente, contabilizando cada uma das manifestações observadas em cada peça da estrutura como uma ocorrência. Este segundo método registra a intensidade do dano, podendo apontar o grau de comprometimento da estrutura em relação a cada uma das manifestações patológicas (ANDRADE; DAL MOLIN, 1997).

O estudo de Andrade e Dal Molin (1997) refere-se a levantamentos de manifestações patológicas e formas de recuperação em estruturas de concreto armado; no entanto, entende-se que estes princípios aplicam-se perfeitamente a levantamentos de incidências de fissuras em alvenarias. No presente trabalho optou-se pela utilização dos dois métodos.

Para a execução do levantamento, foi elaborada uma planilha padrão chamada **Planilha de levantamento de dados**, utilizada como instrumento base para a coleta de dados realizada pelos dois métodos de contagem e registro adotados.

No método I, a **Planilha de levantamento de dados** foi chamada **Incidência**, e cada tipo de manifestação patológica foi contabilizado uma única vez por imóvel, o que registra a incidência de fissuras por tipo de manifestação, a partir das classificações adotadas, ou seja, a existência ou não de cada tipo de manifestação naquele imóvel.

No método II, a **Planilha de levantamento de dados** foi chamada **Intensidade**, e as manifestações patológicas foram contabilizadas tantas vezes quantas fossem observadas por imóvel, o que registra a intensidade das ocorrências, ou seja, a quantidade de vezes que cada tipo de manifestação ocorre no imóvel.

A partir dos resultados obtidos por ambos os métodos foram realizados estudos comparativos.

4.2 METODOLOGIA

A **Planilha de levantamento de dados** padrão é apresentada na figura 65.

Pela própria característica dos documentos pesquisados, muitos laudos relatavam a incidência de fissuras em alvenarias, descrevendo seu tipo, forma e direção, sem, contudo, apresentar seu diagnóstico. Por isto, muitas ocorrências não poderiam ser classificadas segundo as causas, conforme as configurações típicas descritas no capítulo 3 do presente trabalho.

Optou-se, então, por realizar o levantamento com duas classificações: a classificação das fissuras segundo as causas, para os relatórios com fissuras diagnosticadas; e a classificação das fissuras segundo a direção e localização, para aqueles relatórios com simples descrições, sem diagnóstico.

Os dados coletados a partir dos relatórios obtidos e registrados nas planilhas de levantamento de dados foram os seguintes (para ambos os métodos):

- a) relatório: registrou a ordenação numérica dos relatórios, em ordem crescente, separados de acordo com cada um dos dois grupos pesquisados;
- b) ano do laudo: registrou o ano de elaboração do laudo técnico pesquisado;
- c) nº de pavimentos: registrou o número de pavimentos do imóvel;
- d) tipo de imóvel: registrou o tipo de imóvel pelo uso, de acordo com a sua classificação,
 - casas: residências unifamiliares com 1, 2 ou 3 pavimentos;
 - edifícios residenciais: edifícios multifamiliares com 2 ou mais pavimentos;
 - prédios comerciais: prédios de uso comercial com 1 ou mais pavimentos;
 - prédio público: prédio de uso público em geral com 1 ou mais pavimentos;
 - núcleos habitacionais - casas: núcleos habitacionais formados por residências unifamiliares com 1 ou 2 pavimentos;
 - núcleos habitacionais - edifícios: núcleos habitacionais formados por edifícios multifamiliares com 2 ou mais pavimentos;
 - prédios diversos tais como hospitais, escolas, pavilhões, clubes, cinemas, prédios esportivos ou outros: registrados por sua própria designação de uso;
 - prédios de uso não identificado: sem registro de tipo de imóvel;
- e) prédio estruturado: registrou o tipo de estrutura do imóvel, de acordo com o código,
 - “S” para os imóveis estruturados em concreto armado ou outro tipo de estrutura independente das paredes;
 - “N” para os imóveis não estruturados, construídos em paredes portantes de alvenaria;
 - “Misto” para os imóveis semi-estruturados, que utilizassem simultaneamente as duas técnicas construtivas;
- f) fissuras sem diagnóstico: registrou as manifestações de fissuras em paredes não diagnosticadas nos respectivos laudos, classificadas segundo sua direção e localização,
 - horizontais: fissuras com direção horizontal predominante;
 - verticais: fissuras com direção vertical predominante;
 - inclinadas: fissuras com direção inclinada predominante;
 - fissuras em torno de esquadrias (esquadr.): fissuras com qualquer direção, localizadas em torno de portas, janelas, ou outras esquadrias, diretamente relacionadas ao vão;

- fissuras de interface (interf.): fissuras com qualquer direção, localizadas na interface entre paredes e estrutura de concreto armado ou outro tipo de estrutura;
- g) fissuras em muros: registrou as manifestações de fissuras não diagnosticadas em muros de alvenaria, em função de suas peculiaridades, também classificadas segundo sua direção em,
 - horizontais: fissuras com direção horizontal predominante;
 - verticais: fissuras com direção vertical predominante;
 - inclinadas: fissuras com direção inclinada predominante;
- h) fissuras com diagnóstico: registrou as manifestações de fissuras em paredes de alvenaria, diagnosticadas nos respectivos laudos, classificadas de acordo com as 34 configurações típicas descritas no capítulo 3 do presente trabalho e catalogadas nos quadros resumo das configurações típicas (figuras 59 à 64);
- i) observações: registrou informações complementares.

Os diagnósticos apresentados nos documentos não foram questionados, sendo considerados corretos. Nas planilhas de levantamento de dados, cada ocorrência foi registrada segundo sua referência numérica do capítulo 3, de acordo com os quadros resumo das configurações típicas (figuras 59 à 64). Não constavam nos relatórios dados como a idade das edificações ou sua idade aparente. Outros, como localização geográfica dos imóveis, não foram registrados nas planilhas.

Foram considerados unicamente os relatórios que registravam algum tipo de manifestação de fissuras em alvenarias. Relatórios que registravam manifestações patológicas referentes somente a estruturas de concreto armado, revestimentos, arrimos, juntas, estruturas metálicas ou de madeira, problemas referentes a incêndios, umidade, corrosão, laudos específicos de ensaios, controles ou provas de carga, entre outros, receberam o registro “relatório não considerado” e tiveram a justificativa relatada nas observações.

4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

O levantamento de dados foi feito a partir das descrições dos relatórios obtidas pela prof.a eng.a Denise e pela eng.a Lucília nos laudos técnicos da CIENTEC. As informações extraídas dos relatórios foram registradas em duas planilhas de levantamento de dados, conforme o

método utilizado: **Incidência** ou **Intensidade**. Os relatórios foram computados um a um, em ordem crescente. Importante observar que, entre os relatórios considerados, muitos têm incidência de manifestações patológicas de todos os tipos, como problemas estruturais, de umidade, de revestimentos, entre outros, no entanto, somente as fissuras em alvenarias foram contabilizadas no presente levantamento.

Conforme descrito em 4.1, a contabilização das fissuras observadas foi feita utilizando-se dois métodos de contagem e registro das manifestações: método I, onde cada tipo de manifestação patológica foi contabilizado uma única vez; e, método II, onde as manifestações patológicas foram contabilizadas tantas vezes quantas fossem observadas por imóvel.

4.3.1 Planilha de levantamento de dados - Método I - Incidência

Nesta planilha foram registrados os dados de incidências de fissuras em alvenarias, com a utilização do método I de contagem e registro dos dados, onde cada tipo de manifestação patológica foi contabilizado uma única vez.

Conforme a metodologia descrita no item 4.2, as fissuras sem diagnósticos e as fissuras em muros tiveram suas incidências registradas em planilha nas colunas correspondentes, conforme as classificações adotadas. As fissuras com diagnóstico tiveram suas incidências registradas de acordo com os códigos numéricos das configurações típicas (figuras 59 à 64 - quadros resumo das configurações típicas).

O levantamento realizado com o uso da Planilha de levantamento de dados - Método I - Incidência - é apresentado no Apêndice A do presente trabalho.

4.3.2 Planilha de levantamento de dados - Método II - Intensidade

Nesta planilha foram registrados os dados de intensidade de fissuras em alvenarias, a partir dos dois grupos de relatórios pesquisados, com a utilização do método II de contagem e registro dos dados, onde as manifestações patológicas foram contabilizadas tantas vezes quantas fossem observadas por imóvel.

Neste levantamento de dados, o número de ocorrências de cada tipo de fissura foi indicado numericamente. Para as fissuras com diagnóstico foram mantidos os códigos numéricos das configurações típicas (figuras 59 à 64 - quadros resumo das configurações típicas), e o número de ocorrências, quando maior que um, foi registrado entre parênteses.

Nas fissuras sem diagnóstico foi possível observar uma determinada frequência de alguns tipos de fissuras. Por este motivo, foram registradas entre parênteses certas formas de manifestação que podiam ser detectadas nos relatórios considerados, de modo a tentar quantificar também este tipo de manifestação, da seguinte forma:

a) fissuras de interface,

- código H para as fissuras **horizontais** de interface, entre a parede de alvenaria e a estrutura, como laje, viga ou cinta, por exemplo;
- código V para as fissuras **verticais** de interface, entre a parede de alvenaria e a estrutura, como pilar, por exemplo;

b) fissuras horizontais, verticais ou inclinadas,

- código A para as fissuras horizontais ou verticais em muros nos pontos de mudança de altura;
- código B para as fissuras horizontais, verticais ou inclinadas no corpo dos muros;
- código C para as fissuras verticais entre os muros e o corpo do prédio;
- código D para as fissuras verticais em cantos de paredes ou muros; e,
- código E para as fissuras horizontais entre janelas.

O levantamento realizado com o uso da Planilha de levantamento de dados - Método II - Intensidade - é apresentado no Apêndice B do presente trabalho.

Os dados levantados pelo método II – Intensidade – limitam-se às fissuras registradas nos laudos da CIENTEC. Estes documentos não registram absolutamente todas as manifestações existentes nos imóveis, o que torna-se uma limitação a levantamentos de cunho quantitativo.

A partir das duas planilhas de levantamento de dados (métodos I e II), foram contabilizados os dados obtidos e elaboradas tabelas e gráficos que são apresentados no capítulo 5 - Apresentação e análise dos resultados.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na apresentação e análise dos resultados foi realizada a caracterização dos relatórios pesquisados, a caracterização dos imóveis, a distribuição de fissuras em alvenarias pelo método I – Incidência, e a distribuição de fissuras em alvenarias pelo método II – Intensidade, juntamente com a comparação dos resultados.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS RELATÓRIOS PESQUISADOS

A caracterização dos relatórios pesquisados foi feita através dos relatórios considerados; dos relatórios com diagnóstico e sem diagnóstico; dos imóveis levantados – com ou sem diagnóstico; e, da distribuição geográfica.

5.1.1 Relatórios considerados

Para realizar o levantamento de dados foi pesquisado um total de 358 relatórios, a partir dos dois grupos obtidos. Conforme descrito em 4.2, somente os relatórios que registravam algum tipo de manifestação de fissuras em alvenarias foram considerados. O total de relatórios considerados foi de 254 (tabela 1).

Tabela 1: relatórios pesquisados e relatórios considerados

Relatórios	Grupo 1	Grupo 2	Total	%
Relatórios pesquisados	246	112	358	100,00
Relatórios considerados	189	65	254	70,95

Observa-se que, dos 358 relatórios pesquisados, 254 tinham pelo menos uma manifestação de fissuras em alvenarias, sendo considerados no presente levantamento. Isto significa que 70,95% dos relatórios possuíam descrição de fissuras em alvenarias, entre outras manifestações patológicas registradas, dos mais diversos tipos e com os mais diversos sintomas.

Dal Molin (1988), analisando relatórios do grupo 1, demonstrou que a principal manifestação patológica observada era a fissuração, com 66,01% das incidências, em diversos elementos construtivos como concreto, alvenaria, revestimentos e suas interfaces. Destas, as fissuras em alvenarias ou na interface entre alvenarias e estruturas representavam 60,14%, ou seja, 39,70% do total das manifestações patológicas dos imóveis, o que comprova sua relevância.

5.1.2 Relatórios com diagnóstico e sem diagnóstico

Ainda conforme 4.2, muitos relatórios relatavam a incidência de fissuras em alvenarias sem, contudo, apresentar seu diagnóstico; isto fez com que se optasse pela classificação segundo as causas para os relatórios com diagnóstico, e segundo a direção e localização para os relatórios sem diagnóstico de fissuras.

Desta forma, entre os 254 relatórios considerados, foi contabilizado um total de 73 relatórios com diagnóstico de fissuras, 42 relatórios que possuíam incidências de fissuras com e sem diagnóstico, e 139 relatórios sem diagnóstico (tabela 2).

Tabela 2: relatórios com diagnóstico e sem diagnóstico

Relatórios	Grupo 1	Grupo 2	Total	%
Relatórios considerados	189	65	254	100,00
Relatórios com diagnóstico	49	24	73	28,74
Relatórios com e sem diagnóstico	30	12	42	16,54
Relatórios sem diagnóstico	110	29	139	54,72

5.1.3 Imóveis levantados - com ou sem diagnóstico

Muitos dos 254 relatórios considerados registravam vistorias em mais de um imóvel, ou mesmo conjuntos de imóveis. Com isto, o total de imóveis levantados no presente trabalho foi de 291 (tabela 3). Assim como nos relatórios com e sem diagnóstico, alguns imóveis possuíam

incidências de fissuras com e sem diagnóstico, sendo contabilizados nas duas categorias, como no caso anterior.

Tabela 3: imóveis levantados

Imóveis	Grupo 1	Grupo 2	Total	%
Imóveis levantados	224	67	291	100,00
Imóveis com diagnóstico	54	26	80	27,49
Imóveis com e sem diagnóstico	36	12	48	16,50
Imóveis sem diagnóstico	134	29	163	56,01

5.1.4 Distribuição geográfica

Os dados de distribuição geográfica foram retirados diretamente dos relatórios, e não foram registrados nas planilhas de levantamento de dados. Os 254 relatórios considerados distribuíam-se geograficamente dentro do estado do Rio Grande do Sul, da seguinte forma:

- a) 201 relatórios de imóveis localizados em Porto Alegre;
- b) 28 relatórios de imóveis localizados na Grande Porto Alegre;
- c) 25 relatórios de imóveis localizados no interior do estado.

Como a grande maioria dos imóveis localizava-se no município de Porto Alegre ou na Grande Porto Alegre, não foram feitas tabelas de distribuição por região.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS IMÓVEIS

A caracterização dos imóveis foi feita segundo sua distribuição por tipo de imóvel; pelo número de pavimentos; pelo tipo de estrutura; e, pelo número de pavimentos e tipo de estrutura.

5.2.1 Distribuição por tipo de imóvel

Os relatórios considerados apresentavam vistorias em imóveis de tipificação variada, nos dois grupos de relatórios obtidos. Foram levantados ao todo 291 imóveis distribuídos entre casas, edifícios residenciais, prédios comerciais, prédios públicos, núcleos habitacionais constituídos de casas ou edifícios, hospitais, escolas, pavilhões, entre outros (tabela 4).

Tabela 4: distribuição por tipo de imóvel

Tipo de imóvel	Número de imóveis levantados			%
	Grupo 1	Grupo 2	Total	
Casas	111	14	125	42,96
Edifícios residenciais	56	23	79	27,15
Prédios comerciais	16	1	17	5,84
Prédios públicos	11	5	16	5,50
Núcleos hab. - casas	12	-	12	4,12
Núcleos hab. - edifícios	3	1	4	1,37
Hospitais	4	-	4	1,37
Escolas	3	4	7	2,41
Pavilhões	5	1	6	2,06
Outros	3	1	4	1,37
Sem registro	-	17	17	5,84
Totais	224	67	291	100,00

A partir da tabela 4 pode-se observar que, dentre os 291 imóveis considerados no levantamento, os mais significativos foram: 125 casas, representando 42,96% do total de imóveis, 79 edifícios residenciais (27,15%), 17 prédios comerciais (5,84%), 16 prédios públicos (5,50%) e 15 núcleos habitacionais de casas ou edifícios somados (5,49%). Todos os demais tipos de imóveis não atingiram 5,00% individualmente, representando em conjunto 7,21% do total de imóveis considerados. 17 imóveis não tiveram registro de tipo edilício (5,84%).

5.2.2 Distribuição pelo número de pavimentos

Os imóveis levantados foram distribuídos segundo o número de pavimentos em: imóveis térreos, com 2 ou 3 pavimentos, com 4 a 6 pavimentos, com 7 a 10 pavimentos, com mais de 10 pavimentos e sem registro de pavimentos (tabela 5).

Tabela 5: distribuição pelo número de pavimentos

Tipo de imóvel	Pavimentos						Total
	Térreo	2 ou 3	4 a 6	7 a 10	Mais de 10	Sem reg.	
Casas	58	66	-	-	-	1	125
Edifícios residenciais	-	18	31	8	5	17	79
Prédios comerciais	1	11	1	2	1	1	17
Prédios públicos	2	8	1	1	-	4	16
Núcleos hab. - casas	11	1	-	-	-	-	12
Núcleos hab. - edifícios	-	2	1	-	-	1	4
Hospitais	1	1	1	1	-	-	4
Escolas	3	3	-	-	-	1	7
Pavilhões	5	1	-	-	-	-	6
Outros	-	3	-	-	-	1	4
Sem registro	-	1	-	-	-	16	17
Totais	81	115	35	12	6	42	291
%	27,84	39,52	12,03	4,12	2,06	14,43	100,00

Observa-se na tabela 5 que 27,84% dos 291 imóveis considerados eram térreos e 39,52% possuíam 2 ou 3 pavimentos, formando a grande maioria dos imóveis, com um total de 67,36%. Apenas 18,21% dos imóveis possuíam 4 pavimentos ou mais, e 14,43% dos imóveis não possuíam registro do número de pavimentos.

5.2.3 Distribuição pelo tipo de estrutura

Os imóveis levantados foram distribuídos segundo a sua estrutura em não estruturados, estruturados, mistos e imóveis sem registro de estruturas (tabela 6).

Tabela 6: distribuição pelo tipo de estrutura

Tipo de imóvel	Tipo de estrutura				Total
	N	S	Misto	Sem reg.	
Casas	125	-	-	-	125
Edifícios residenciais	16	27	15	21	79
Prédios comerciais	10	7	-	-	17
Prédios públicos	8	5	2	1	16
Núcleos hab. - casas	12	-	-	-	12
Núcleos hab. - edifícios	4	-	-	-	4
Hospitais	1	2	1	-	4
Escolas	3	4	-	-	7
Pavilhões	1	5	-	-	6
Outros	2	1	-	1	4
Sem registro	1	-	-	16	17
Totais	183	51	18	39	291
%	62,89	17,52	6,19	13,40	100,00

N = não estruturados, S = estruturados, Misto = semi-estruturados

A partir da tabela 6 verifica-se que 62,89% dos imóveis levantados eram não estruturados, ou seja, edificados em alvenaria portante; 23,71% eram estruturados ou mistos; e, 13,40% não possuíam registro do tipo de estrutura.

Estes dados são coerentes com o observado na tabela 5, onde 67,36% dos imóveis possuíam até 3 pavimentos. Em geral, prédios de até 3 pavimentos não são edificados com estrutura independente. Com efeito, no presente levantamento, alguns pavilhões e poucos prédios térreos apresentavam estrutura independente em concreto armado ou metálicas.

A totalidade das casas e núcleos habitacionais era constituída de prédios não estruturados. Já entre os prédios estruturados e os mistos, a predominância era de edifícios residenciais, prédios comerciais ou públicos e uns poucos pavilhões e escolas.

5.2.4 Distribuição pelo número de pavimentos e tipo de estrutura

Os imóveis levantados foram distribuídos segundo o número de pavimentos e tipo de estrutura (tabela 7).

Tabela 7: distribuição pelo número de pavimentos e tipo de estrutura

Pavimentos	Tipo de estrutura				Totais	%
	N	S	Misto	Sem reg.		
Imóveis térreos	75	6	-	-	81	27,84
Imóveis 2 ou 3 pav.	98	8	6	3	115	39,52
Imóveis 4 a 6 pav.	8	8	10	9	35	12,03
Imóveis 7 a 10 pav.	-	12	-	-	12	4,12
Imóveis mais de 10 pav.	-	6	-	-	6	2,06
Imóveis s/ reg. de pav.	2	11	2	27	42	14,43
Totais	183	51	18	39	291	100,00

N = não estruturados, S = estruturados, Misto = semi-estruturados

Da tabela 7 pode-se concluir que 94,54% dos imóveis não estruturados possuíam no máximo 3 pavimentos, comprovando-se o observado na tabela anterior.

Dentre os imóveis estruturados e os de estrutura mista, a distribuição foi mais equilibrada: 35,71% possuíam no máximo 3 pavimentos e 64,29% possuíam 4 pavimentos ou mais, mantendo-se uma certa coerência.

Com efeito, prédios mais altos, com 4 pavimentos ou mais, tendem a possuir estrutura independente de concreto armado, embora isto não constitua uma regra. Já entre os prédios com 7 pavimentos ou mais, todos eram estruturados.

5.3 DISTRIBUIÇÃO DE FISSURAS EM ALVENARIAS - MÉTODO I - INCIDÊNCIA

5.3.1 Fissuras com diagnóstico - Incidência

Entre os 115 relatórios e 128 imóveis apresentando fissuras com diagnóstico, foram registradas 223 incidências diagnosticadas, distribuídas entre os 7 sub-grupos das configurações típicas: **sobrecargas, térmicas, retração-expansão, deformações, recalque fundações, reações químicas e detalhes construtivos.**

5.3.1.1 Distribuição de fissuras segundo as causas - Incidência

O gráfico da figura 66 apresenta a incidência de fissuras em paredes de alvenaria, segundo as causas, levantada pelo Método I – Incidência.

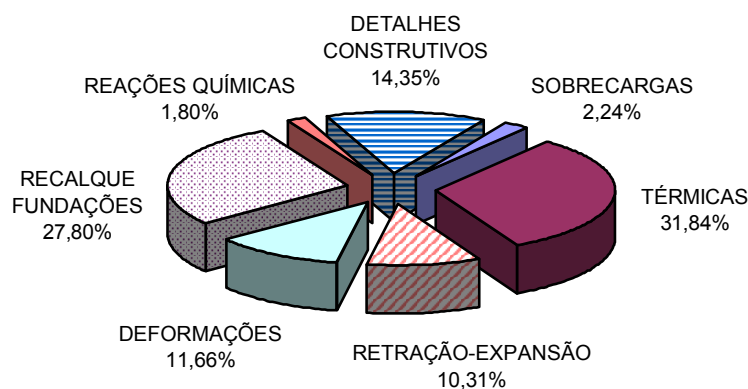


Figura 66: incidência de fissuras em alvenarias segundo as causas

Conforme a figura 66, foram observadas incidências de fissuras em todos os 7 sub-grupos das configurações típicas. De um total de 223 registros diagnosticados, a maior incidência ocorreu entre as fissuras causadas por variações de temperatura (**térmicas**), com 71 incidências (31,84% do total); seguida pelas fissuras causadas por recalque de fundações (**recalque fundações**), com 62 incidências (27,80% do total); fissuras causadas por detalhes construtivos (**detalhes construtivos**), com 32 incidências (14,35%); fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado (**deformações**), com 26 incidências (11,66%); fissuras causadas por retração e expansão (**retração-expansão**), com 23 incidências (10,31%); fissuras causadas por sobrecargas (**sobrecargas**), com 5 incidências (2,24%); e, fissuras causadas por reações químicas (**reações químicas**), com 4 incidências (1,80% do total).

Dal Molin (1988), em seu levantamento de casos ocorridos no Rio Grande do Sul, já detectara que as fissuras causadas por movimentações térmicas representavam a maior incidência em estruturas de concreto armado, com 29,72% do total de incidências.

Também aqui nas alvenarias, as fissuras causadas por variações de temperatura demonstraram uma incidência relevante, atingindo quase um terço (31,84%) do total de fissuras.

As incidências dos sub-grupos **sobrecargas** e **reações químicas** foram as menos representativas, ambas abaixo de 5,00% do total de incidências diagnosticadas. Os demais sub-grupos tiveram registros representativos, todos acima de 10,00%. Por este motivo foram analisadas também as incidências de fissuras dentro de cada um destes sub-grupos das configurações típicas, conforme apresentado a seguir.

5.3.1.1.1 Fissuras causadas por variações de temperatura - Incidência

Dentro do sub-grupo **térmicas** foram registradas incidências conforme a figura 67. Observe-se que foram mantidas as referências das configurações típicas constantes da figura 60 - quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **térmicas**.

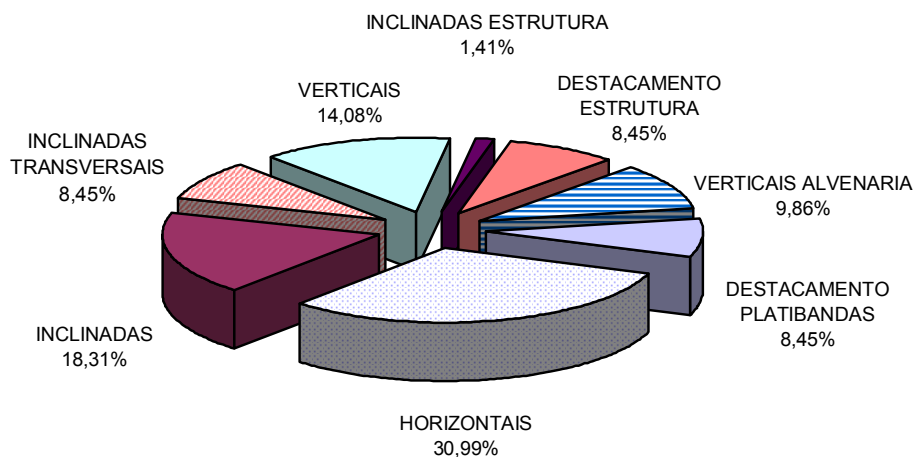


Figura 67: incidência de fissuras em alvenaria causadas por variações de temperatura

O total de incidências do sub-grupo **térmicas** foi de 71. Conforme a figura 67, todas as 8 configurações do sub-grupo tiveram registros de ocorrências, com a seguinte distribuição:

- a) **horizontais** - fissuras horizontais por movimentação térmica da laje (3.2.1): 22 incidências, representando 30,99% do total do sub-grupo;
- b) **inclinadas** - fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje (3.2.2): 13 incidências (18,31% do sub-grupo);
- c) **inclinadas transversais** - fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje (3.2.3): 6 incidências (8,45% do sub-grupo);
- d) **verticais** - fissuras verticais por movimentação térmica da laje (3.2.4): 10 incidências (14,08% do sub-grupo);
- e) **inclinadas estrutura** - fissuras inclinadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado (3.2.5): 1 incidência (1,41% do sub-grupo);
- f) **destacamento estrutura** - fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado (3.2.6): 6 incidências (8,45% do sub-grupo);
- g) **verticais alvenaria** - fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria (3.2.7): 7 incidências (9,86% do sub-grupo);
- h) **destacamento platibandas** - fissuras de destacamento de platibandas por movimentação térmica (3.2.8): 6 incidências (8,45% do sub-grupo).

A partir destes dados pode-se fazer importantes análises.

As fissuras causadas por movimentação térmica da laje de cobertura, com qualquer configuração, totalizam 71,83% do sub-grupo, representadas por **horizontais** (3.2.1), **inclinadas** (3.2.2), **inclinadas transversais** (3.2.3) e **verticais** (3.2.4). Embora a movimentação térmica das paredes também contribua para estas configurações, é evidente que a causa maior está na movimentação da laje de cobertura, induzindo solicitações de tração nas paredes de alvenaria e provocando as fissuras. Este fato já fora alertado por Basso et al. (1997), que afirmaram:

O problema de fissuras junto à laje de cobertura em edificações de alvenaria estrutural é muito comum e precisa ser bem equacionado para que esse sistema construtivo, de grande viabilidade econômica, possa ser considerado tecnicamente viável.

As fissuras causadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado, com qualquer configuração, totalizam 9,86% do sub-grupo, representadas por **inclinadas estrutura** (3.2.5) e **destacamento estrutura** (3.2.6). Isto significa que as fissuras em paredes de alvenaria induzidas por movimentação térmica de outros elementos da edificação que não a própria alvenaria representam 81,69% do sub-grupo, dado bastante relevante, pois chama a

atenção para a importante inter-relação entre paredes de alvenaria e estruturas de concreto na causalidade de fissuras por variações térmicas.

5.3.1.1.2 Fissuras causadas por retração e expansão – Incidência

Dentro do sub-grupo **retração-expansão** foram registradas incidências conforme a figura 68, mantendo-se as referências das configurações típicas constantes da figura 61 - quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **retração-expansão**.

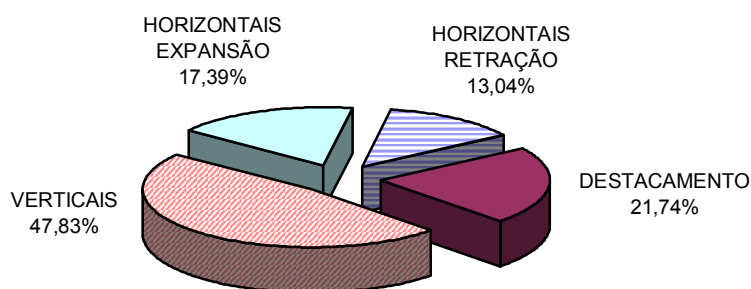


Figura 68: incidência de fissuras em alvenaria causadas por retração e expansão

Algumas configurações do sub-grupo **retração-expansão** não foram registradas, tais como as fissuras em base de paredes por retração da laje (3.3.2), verticais em paredes por retração da laje (3.3.3) e as fissuras verticais por expansão da alvenaria (3.3.7). Importante observar que o diagnóstico de fissuras causadas por retração e expansão nem sempre é facilmente obtido a partir de vistorias visuais, necessitando, muitas vezes, de prospecção mais aprofundada, o que pode resultar em diagnósticos indeterminados.

Duarte (1998) e Thomaz (1989) já destacavam que as fissuras causadas por retração e expansão são semelhantes às fissuras provocadas por variações de temperatura, possuindo os mesmos mecanismos de formação e dificultando os diagnósticos.

O total de incidências do sub-grupo **retração-expansão** foi de 23. Conforme a figura 68, quatro configurações do sub-grupo tiveram registros de ocorrências, com a seguinte distribuição:

- a) **horizontais retração** - fissuras horizontais em paredes por retração da laje (3.3.1): 3 incidências (13,04% do total do sub-grupo);
- b) **destacamento** - fissuras de destacamento de paredes de alvenaria por retração (3.3.4): 5 incidências (21,74% do sub-grupo);
- c) **verticais** - fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria (3.3.5): 11 incidências, (47,83% do sub-grupo);
- d) **horizontais expansão** - fissuras horizontais por expansão da alvenaria (3.3.6): 4 incidências (17,39% do sub-grupo).

A incidência mais representativa do sub-grupo foi a das fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria (3.3.5), com 47,83% do total de incidências.

Observe-se que, diferentemente dos resultados obtidos para as fissuras causadas por variações de temperatura, no sub-grupo **retração-expansão** a grande maioria das incidências deve-se às movimentações da própria parede, causadas por retração ou expansão da alvenaria, e não por movimentações das estruturas adjacentes, que apresentaram apenas 13,04% de incidências (3.3.1). Torna-se importante reiterar que a dificuldade de diagnosticar movimentações por retração em estruturas de concreto armado pode reduzir o número de diagnósticos com estas características.

Não obstante, a incidência de fissuras do sub-grupo **retração-expansão** permanece representativa, com 10,31% do total de fissuras, como visto no item 5.3.1.1.

Segundo Sahlin (1971), as alvenarias podem apresentar retração ou expansão ao longo do tempo, seja por influência das juntas de argamassa ou, e principalmente, pela influência dos componentes da alvenaria (tijolos ou blocos). Com efeito, boa parte dos relatórios diagnosticados de fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria (3.3.5) foram realizados em núcleos habitacionais de casas ou edifícios sabidamente construídos em blocos vazados de concreto.

5.3.1.1.3 Fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado – Incidência

Dentro do sub-grupo **deformações** foram registradas incidências conforme a figura 69, mantendo-se as referências das configurações típicas constantes da figura 62 - quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **deformações**.

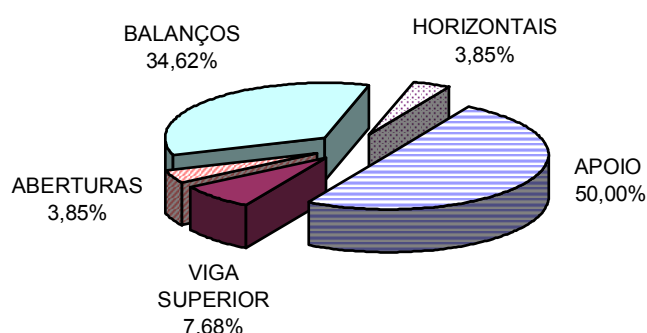


Figura 69: incidência de fissuras em alvenaria causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado

Não foram registradas ocorrências de fissuras em paredes por deformação das vigas de apoio e superior (3.4.2). Todas as demais configurações do sub-grupo foram observadas.

O total de incidências do sub-grupo **deformações** foi de 26. Conforme a figura 69, cinco configurações do sub-grupo tiveram registros de ocorrências, com a seguinte distribuição:

- a) **apoio** - fissuras em paredes por deformação do apoio (3.4.1): 13 incidências, (representando 50,00% do total do sub-grupo);
- b) **viga superior** - fissuras em paredes por deformação da viga superior (3.4.3): 2 incidências (7,68% do sub-grupo);
- c) **aberturas** - fissuras em paredes com aberturas por deformação da estrutura (3.4.4): 1 incidência (3,85% do sub-grupo);
- d) **balanços** - fissuras em paredes por deformação de balanços (3.4.5): 9 incidências (34,62% do sub-grupo);
- e) **horizontais** - fissuras horizontais em paredes por deformação da laje de cobertura (3.4.6): 1 incidência (3,85% do sub-grupo).

As incidências de fissuras por deformação do apoio (3.4.1) e por deformação de balanços (3.4.5), somadas, resultam em 84,62% do total de incidências do sub-grupo **deformações**. Com efeito, Brick Industry Association (1991) e Masetto e Sabbatini (1998) já destacavam que as incidências de fissuras por deformações das estruturas de concreto armado ocorrem por flexão de seus elementos (lajes ou vigas) decorrentes da ação de seu peso próprio, de cargas permanentes ou acidentais ou da deformação lenta do concreto, o que se reflete plenamente no levantamento realizado.

5.3.1.1.4 Fissuras causadas por recalque de fundações – Incidência

Dentro do sub-grupo **recalque fundações** foram registradas incidências conforme a figura 70, mantendo-se as referências das configurações típicas constantes da figura 63 - quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **recalque fundações**.

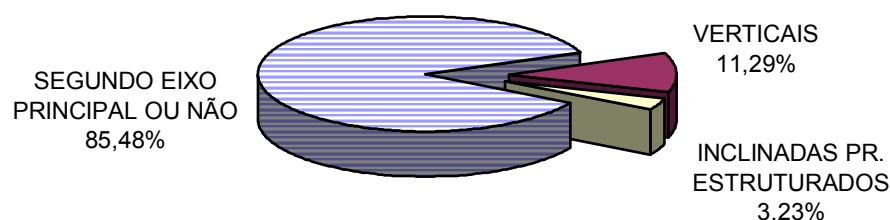


Figura 70: incidência de fissuras em alvenaria causadas por recalque de fundações

Entre as fissuras diagnosticadas do sub-grupo **recalque fundações**, não foram diferenciadas as ocorrências de fissuras segundo um eixo principal (3.5.1) ou fora de um eixo principal (3.5.2). Os relatórios pesquisados limitavam-se a diagnosticar os recalques, descrevendo as fissuras, muitas das quais disseminadas em várias paredes da edificação, sem, contudo, apontar o eixo principal da movimentação. Por este motivo, todos os conjuntos de fissuras diagnosticados por

recalque de fundações foram lançados, no levantamento, em 3.5.1. As demais configurações do sub-grupo, no entanto, foram mantidas, não tendo sido observadas ocorrências de fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações (configuração 3.5.4).

O total de incidências do sub-grupo **recalque fundações** foi de 62. Conforme a figura 70, três configurações do sub-grupo tiveram registros de ocorrências, com a seguinte distribuição:

- a) **segundo eixo principal ou não** - fissuras causadas por recalque de fundações segundo um eixo principal ou não (3.5.1 / 3.5.2): 53 incidências (85,48% do total do sub-grupo);
- b) **verticais** - fissuras verticais em peitoris por flexão negativa (3.5.3): 7 incidências (11,29% do sub-grupo);
- c) **inclinadas pr. estruturados** - fissuras inclinadas em prédios estruturados (3.5.5): 2 incidências (3,23% do sub-grupo).

Observou-se uma incidência predominante das fissuras causadas por recalque de fundações segundo um eixo principal ou não (3.5.1 / 3.5.2), com 85,48% do total do sub-grupo.

Importante salientar que as demais configurações do sub-grupo referem-se a casos específicos e localizados de incidência de fissuras por recalque de fundações, tornando-se evidente a preponderância das duas primeiras sobre as demais.

As fissuras causadas por recalque de fundações representaram o segundo maior sub-grupo do levantamento, com 27,80% do total de incidências, conforme visto em 5.3.1.1.

Mañá (1978) relata que os recalques diferenciais de fundações são uma das principais causas de defeitos nas construções e que a causa mais habitual dos recalques está na excessiva deformabilidade dos solos frente às cargas transmitidas pelas edificações.

O perfeito conhecimento do comportamento dos solos e de sua inter-relação com as edificações é o ponto chave para o correto dimensionamento das fundações e conseqüente prevenção de fissuras.

Com efeito, no presente levantamento, muitos relatórios diagnosticavam fissuras por recalque de fundações, desde incidências localizadas em paredes ou cantos das edificações, até quadros disseminados de fissuração em várias paredes, inclusive com comprometimento de sua estabilidade estrutural.

Duarte (1998), Mañá (1978), Ortiz ([198-]), Thomaz (1989) e Trill e Bowyer (1982) abordam a problemática da fissuração em alvenarias causadas por recalque de fundações, sempre destacando sua complexidade e multicausalidade, como foi visto em 3.5.

5.3.1.1.5 Fissuras causadas por detalhes construtivos - Incidência

Dentro do sub-grupo **detalhes construtivos** foram registradas incidências conforme a figura 71, mantendo-se as referências das configurações típicas constantes da figura 64 - quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **detalhes construtivos**.

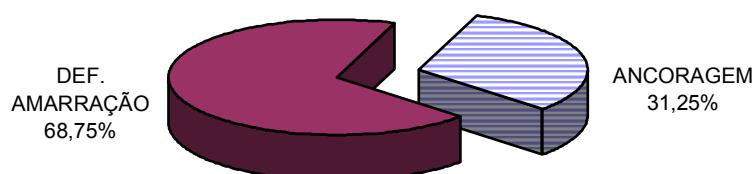


Figura 71: incidência de fissuras em alvenaria causadas por detalhes construtivos

O total de incidências do sub-grupo **detalhes construtivos** foi de 32. Conforme a figura 71, as fissuras causadas por detalhes construtivos registraram 10 incidências de fissuras por ancoragem de elementos construtivos (**ancoragem** - 3.7.1), representando 31,25% do sub-grupo, e 22 incidências de fissuras por deficiência de amarração (**def. amarração** - 3.7.2), representando 68,75%.

Entre as fissuras por ancoragem de elementos construtivos (3.7.1), observou-se nos relatórios incidências de movimentações de elementos de madeira vinculados às alvenarias, causadores das fissuras. Segundo a Brick Industry Association (1991), estas movimentações podem ocorrer por expansão higroscópica de elementos de madeira ou, também, por deformação de

estruturas de cobertura em madeira ou metal vinculadas às paredes de alvenaria, como foi observado.

Ainda mais sintomáticas foram as fissuras por deficiência de amarração (3.7.2), em que a grande maioria das incidências observadas ocorreu na junção entre partes antigas e novas da construção, ou entre edificações e muros justapostos, onde a deficiência de amarração torna-se um ponto enfraquecido, favorecendo a ocorrência de fissuração (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991).

5.3.1.2 Distribuição de fissuras segundo o tipo de imóvel - Incidência

A distribuição de fissuras em alvenarias pelo método I – Incidência – foi realizada também segundo o tipo de imóvel, como pode ser visto no gráfico da figura 72.

Na elaboração desta distribuição, e para facilitar a apresentação, os imóveis foram agrupados segundo sua tipificação predominante em cinco grupos, da seguinte forma: casas; edifícios residenciais; prédios comerciais e prédios públicos; núcleos habitacionais de casas e edifícios; e, outros tipos ou não registrados.

A incidência de fissuras por tipo de imóvel respeitou a classificação segundo as causas adotada, sendo realizada para os sub-grupos **térmicas**, **retração-expansão**, **deformações**, **recalque fundações** e **detalhes construtivos**. Os sub-grupos **sobrecargas** e **reações químicas** foram descartados por serem pouco representativos.

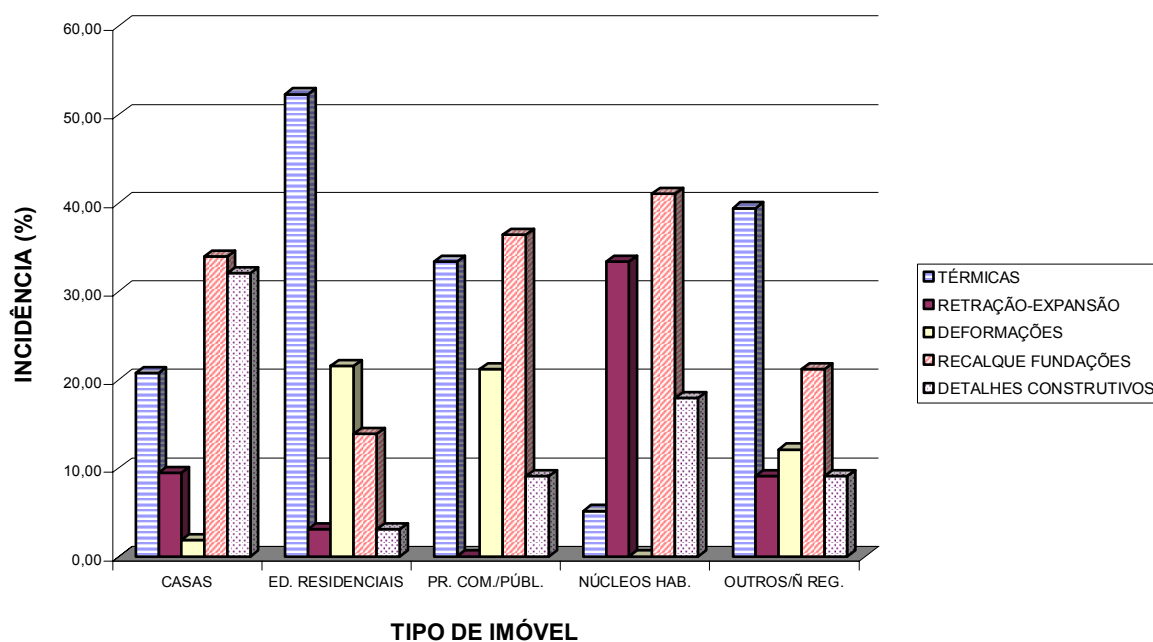


Figura 72: incidência de fissuras segundo o tipo de imóvel

Como pode ser visto no gráfico da figura 72, existem diferentes incidências de fissuras em alvenarias conforme o tipo de imóvel, com a seguinte distribuição:

- a) casas: as residências unifamiliares apresentaram predominância de fissuras no sub-grupo **recalque fundações** (33,96%), seguidas por **detalhes construtivos** (32,08%), **térmicas** (20,75%), **retração-expansão** (9,43%) e **deformações** (1,89%);
- b) edifícios residenciais: predominaram as fissuras de origem **térmicas** (52,31%), seguidas por **deformações** (21,54%), **recalque fundações** (13,85%), **detalhes construtivos** (3,08%) e **retração-expansão** (3,08%);
- c) prédios comerciais/prédios públicos: entre os prédios comerciais e públicos prevaleceram as incidências de fissuras do sub-grupo **recalque fundações** (36,36%), seguidas por **térmicas** (33,33%), **deformações** (21,21%) e **detalhes construtivos** (9,09%); o sub-grupo **retração-expansão** não apresentou incidências;
- d) núcleos habitacionais – casas/edifícios: entre os núcleos habitacionais verificou-se a predominância de fissuras por **recalque fundações** (41,03%), seguidas por **retração-expansão** (33,33%), **detalhes construtivos** (17,95%) e **térmicas** (5,13%); o sub-grupo **deformações** não apresentou incidências;
- e) outros/não registrados: os outros tipos de imóveis e os imóveis de tipologia não registrada apresentaram predominância de fissuras **térmicas** (39,39%), seguidas

por **recalque fundações** (21,21%), **deformações** (12,12%), **retração-expansão** (9,09%) e **detalhes construtivos** (9,09%).

A partir dos resultados obtidos, torna-se interessante observar que as fissuras causadas por variações de temperatura (**térmicas**) não foram predominantes em todos os tipos de imóveis, destacando-se entre os edifícios residenciais, prédios comerciais/públicos e outros/não registrados.

Por outro lado, fissuras causadas por recalque de fundações (**recalque fundações**) predominaram entre casas, prédios comerciais/públicos e núcleos habitacionais, com pouca incidência em edifícios residenciais.

Este dado é bastante coerente. Os edifícios em geral, em função de sua maior altura, costumam ser construídos em estruturas de concreto armado, o que resulta em concentrações de cargas em pilares; por este motivo, os construtores costumam desenvolver projetos de fundações especiais e sondagens de solo, o que leva à utilização de fundações de maior qualidade, podendo explicar a menor incidência de falhas por recalque de fundações entre os edifícios.

A incidência de fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado (**deformações**) foi maior entre os edifícios residenciais e prédios comerciais/públicos exatamente porque entre estes prédios predomina este tipo de estrutura. Já nas casas, houve pouca incidência de deformações devido à utilização de alvenaria portante.

Interessante observar ainda a alta incidência de fissuras causadas por retração e expansão (**retração-expansão**) entre os núcleos habitacionais. Esta incidência pode ser explicada pelo uso de alvenarias de blocos de concreto, muito comuns neste tipo de construções.

5.3.1.3 Distribuição de fissuras segundo o número de pavimentos - Incidência

Foi contabilizada a distribuição de fissuras em alvenarias segundo o número de pavimentos, conforme a figura 73.

Nesta distribuição, os imóveis foram agrupados da seguinte forma: imóveis térreos; imóveis com 2 e 3 pavimentos; imóveis com 4 a 6 pavimentos; imóveis com 7 ou mais pavimentos; e, imóveis sem registro de pavimentos.

Manteve-se a classificação segundo as causas, com os sub-grupos **térmicas**, **retração-expansão**, **deformações**, **recalque fundações** e **detalhes construtivos**, descartando-se os demais.

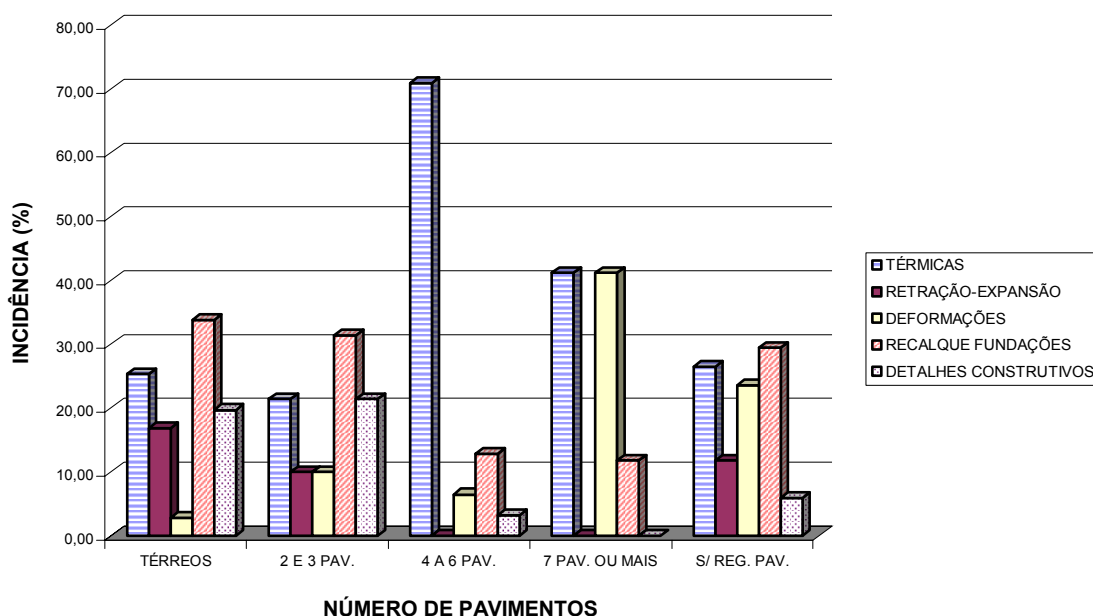


Figura 73: incidência de fissuras segundo o número de pavimentos

De acordo com o gráfico da figura 73, a incidência de fissuras em alvenarias segundo o número de pavimentos teve a seguinte distribuição:

- a) térreos: os imóveis térreos apresentaram predominância de fissuras no sub-grupo **recalque fundações** (33,80%), seguidas por **térmicas** (25,35%), **detalhes construtivos** (19,72%), **retração-expansão** (16,90%) e **deformações** (2,82%);
- b) 2 e 3 pavimentos: nos imóveis com 2 ou 3 pavimentos predominaram as fissuras do sub-grupo **recalque fundações** (31,43%), seguidas por **térmicas** (21,43%), **detalhes construtivos** (21,43%), **retração-expansão** (10,00%) e **deformações** (10,00%);
- c) 4 a 6 pavimentos: nos imóveis de 4 a 6 pavimentos predominaram as fissuras do sub-grupo **térmicas** (70,97%), seguidas por **recalque fundações** (12,90%), **deformações** (6,45%) e **detalhes construtivos** (3,23%), não apresentando fissuras por **retração-expansão**;

- d) 7 pavimentos ou mais: nos imóveis com 7 ou mais pavimentos destacaram-se as fissuras dos sub-grupos **térmicas** e **deformações** (ambas com 41,18%), seguidas por **recalque fundações** (11,76%); **retração-expansão** e **detalhes construtivos** não apresentaram incidências;
- e) s/ registro de pavimentos: os imóveis sem registro de pavimentos apresentaram fissuras do sub-grupo **recalque fundações** (29,41%); seguidas por **térmicas** (26,47%), **deformações** (23,53%), **retração-expansão** (11,76%) e **detalhes construtivos** (5,88%).

A partir dos resultados obtidos, pode-se observar que os imóveis mais baixos apresentaram maiores incidências de fissuras causadas por recalque de fundações (**recalque fundações**), enquanto que, à medida em que aumentou o número de pavimentos, aumentou também a incidência relativa de fissuras causadas por variações de temperatura (**térmicas**) e fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado (**deformações**). Isto parece bastante óbvio, uma vez que prédios mais altos tendem a ser construídos com estrutura independente, enquanto que prédios mais baixos costumam ser construídos em alvenaria portante.

5.3.1.4 Distribuição de fissuras segundo o tipo de estrutura - Incidência

A figura 74 apresenta a distribuição de fissuras em alvenarias segundo o tipo de estrutura.

Os imóveis foram classificados segundo o tipo de estrutura em: não estruturados, estruturados, mistos e sem registro de estrutura.

Foi mantida a classificação segundo as causas dos sub-grupos **térmicas**, **retração-expansão**, **deformações**, **recalque fundações** e **detalhes construtivos**. Os sub-grupos **sobrecargas** e **reações químicas** foram descartados.

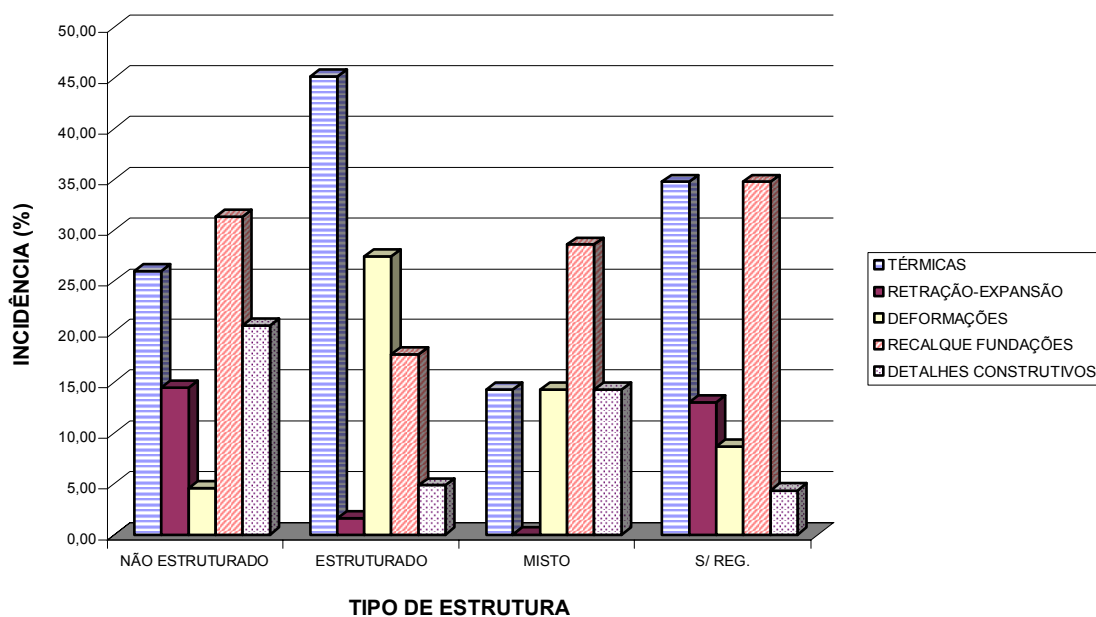


Figura 74: incidência de fissuras segundo o tipo de estrutura

Conforme o gráfico da figura 74, a incidência de fissuras em alvenarias segundo o tipo de estrutura apresentou a seguinte distribuição:

- a) não estruturados: os imóveis não estruturados apresentaram predominância de fissuras no sub-grupo **recalque fundações** (31,30%), seguidas por **térmicas** (25,95%), **detalhes construtivos** (20,61%), **retração-expansão** (14,50%) e **deformações** (4,58%);
- b) estruturados: os imóveis estruturados apresentaram fissuras do sub-grupo **térmicas** (45,16%), seguidas por **deformações** (27,42%), **recalque fundações** (17,74%), **detalhes construtivos** (4,84%) e **retração-expansão** (1,61%);
- c) mistos: os imóveis mistos registraram predominância de fissuras no sub-grupo **recalque fundações** (28,57%), seguidas por **térmicas** (14,29%), **deformações** (14,29%) e **detalhes construtivos** (14,29%); não apresentando fissuras de **retração-expansão**;
- d) sem registro de estrutura: os imóveis sem registro do tipo de estrutura apresentaram fissuras dos sub-grupos **recalque fundações** e **térmicas** (ambas com 34,78%), seguidas por **retração-expansão** (13,04%), **deformações** (8,70%) e **detalhes construtivos** (4,35%).

Prédios não estruturados apresentaram maior incidência de fissuras causadas por recalque de fundações (**recalque fundações**) e mínima incidência de fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado (**deformações**), enquanto que prédios estruturados

apresentaram maior incidência de fissuras por deformações e menor por recalque, o que resulta bastante coerente, assim como visto na distribuição de fissuras pelo número de pavimentos (5.3.1.3).

Já as fissuras causadas por variações de temperatura (**térmicas**), têm uma distribuição representativa em todos os tipos de estrutura, sendo as predominantes entre os prédios estruturados.

A incidência de fissuras segundo a característica dos imóveis, apresentada nestes três gráficos de incidência, confirmou a inter-relação entre o tipo de imóvel, o número de pavimentos e o tipo de estrutura. Foram observadas distribuições muito semelhantes para casas, prédios baixos (térreos ou de 2 e 3 pavimentos) e prédios não estruturados, todos com predominância de fissuras do sub-grupo **recalque fundações**, seguidas de incidências representativas de **térmicas e detalhes construtivos**.

Em verdade, residências unifamiliares, baixas, com até 3 pavimentos, costumam realmente ser edificadas em alvenaria portante, sem estrutura independente de concreto armado. Neste tipo de construção também é comum o uso de fundações superficiais corridas. Este conjunto de características pode explicar a maior incidência de fissuras por recalque de fundações observada.

Já a distribuição de fissuras para edifícios residenciais, prédios com 4 ou mais pavimentos e prédios estruturados, demonstrou similaridade entre si, com predomínio de fissuras do sub-grupo **térmicas**, seguidas de incidências representativas de **deformações** e só então aparecendo as fissuras por **recalque fundações**.

Com efeito, edifícios residenciais com 4 ou mais pavimentos já costumam ser construídos com estrutura independente de concreto armado, o que pode explicar a maior incidência de **térmicas** e **deformações** e a menor incidência de fissuras por recalque de fundações observadas. Como já foi dito, prédios mais altos, com estrutura de concreto armado, costuma possuir projeto de fundações especiais e sondagens de terreno, o que pode justificar os resultados obtidos.

Estas tendências foram também detectadas em 5.2.4 – distribuição de fissuras pelo número de pavimentos e tipo de estrutura – onde foi visto que 94,54% dos imóveis não estruturados

possuíam no máximo 3 pavimentos e que, entre os prédios com 7 pavimentos ou mais, todos eram estruturados.

5.3.2 Fissuras sem diagnóstico - Incidência

Entre os 181 relatórios e 211 imóveis apresentando fissuras sem diagnóstico, foram registradas 519 incidências não diagnosticadas, distribuídas entre as 5 direções/localizações da classificação adotada: horizontais, verticais, inclinadas, esquadrias e interface.

A distribuição de fissuras sem diagnóstico segundo a direção/localização é apresentada na figura 75.

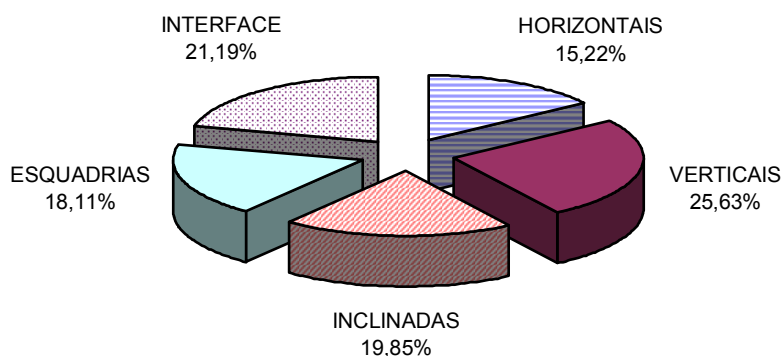


Figura 75: incidência de fissuras sem diagnóstico segundo a direção/localização

Conforme figura 75, foram observadas incidências de fissuras nas 5 subdivisões da classificação adotada, com a seguinte distribuição:

- fissuras horizontais: 79 incidências (15,22% das não diagnosticadas);
- fissuras verticais: 133 incidências (25,63%);
- fissuras inclinadas: 103 incidências (19,85%);

d) fissuras em torno de esquadrias: 94 incidências (18,11%);

e) fissuras de interface: 110 incidências (21,19%).

Entre as fissuras não diagnosticadas pode-se observar uma distribuição bastante equitativa entre as 5 direções/localizações, com ligeira predominância das fissuras verticais. Esta informação pode resultar menos útil se comparada às distribuições de fissuras diagnosticadas. No entanto, é importante observar-se que, além das óbvias incidências de fissuras horizontais, verticais ou inclinadas, é bastante significativa a incidência de fissuras em torno de esquadrias e de fissuras de interface entre alvenarias e elementos estruturais. Este dado confirma as referências de Duarte (1998), Eldridge (1982) e Thomaz (1989) que chamavam a atenção para estes dois pontos fracos, que exigem especiais cuidados para prevenir-se a fissuração.

Dal Molin (1988) já destacava a incidência de fissuras na interface entre as alvenarias e as estruturas de concreto armado, com 16,14% do total de fissuras observadas em seu levantamento.

5.3.3 Fissuras em muros - Incidência

Entre os 64 imóveis apresentando fissuras não diagnosticadas em muros, foram registradas 87 incidências, distribuídas entre as 3 direções da classificação adotada: horizontais, verticais e inclinadas. A distribuição de fissuras em muros segundo a direção é apresentada na figura 76.

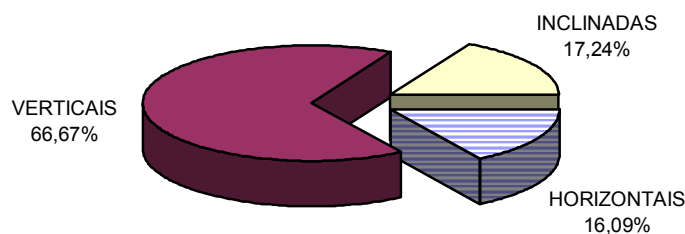


Figura 76: incidência de fissuras sem diagnóstico em muros

Conforme figura 76, foi observada a seguinte distribuição de fissuras:

- a) fissuras horizontais: 14 incidências (16,09% das fissuras em muros);
- b) fissuras verticais: 58 incidências (66,67%);
- c) fissuras inclinadas: 15 incidências (17,24%).

Ao contrário das fissuras não diagnosticadas em prédios, onde havia uma distribuição equitativa das fissuras horizontais, verticais e inclinadas, as fissuras não diagnosticadas em muros demonstraram uma grande predominância das fissuras verticais.

Embora não possuam diagnóstico, esta predominância de fissuras verticais em muros pode ser explicada por movimentações causadas por variações de temperatura e movimentações causadas por retração e expansão, às quais os muros estão bastante expostos (THOMAZ, 1989), e que têm como característica a manifestação de fissuras verticais.

5.4 DISTRIBUIÇÃO DE FISSURAS EM ALVENARIAS - MÉTODO II - INTENSIDADE

5.4.1 Fissuras com diagnóstico - Intensidade

Entre os 115 relatórios e 128 imóveis apresentando fissuras com diagnóstico, foram registradas 381 ocorrências diagnosticadas pelo Método II - Intensidade, distribuídas entre os 7 sub-grupos das configurações típicas: **sobrecargas, térmicas, retração-expansão, deformações, recalque fundações, reações químicas e detalhes construtivos.**

5.4.1.1 Distribuição de fissuras segundo as causas – Intensidade

O gráfico da figura 77 apresenta a intensidade de fissuras em paredes de alvenaria, segundo as causas, levantada pelo Método II – Intensidade.

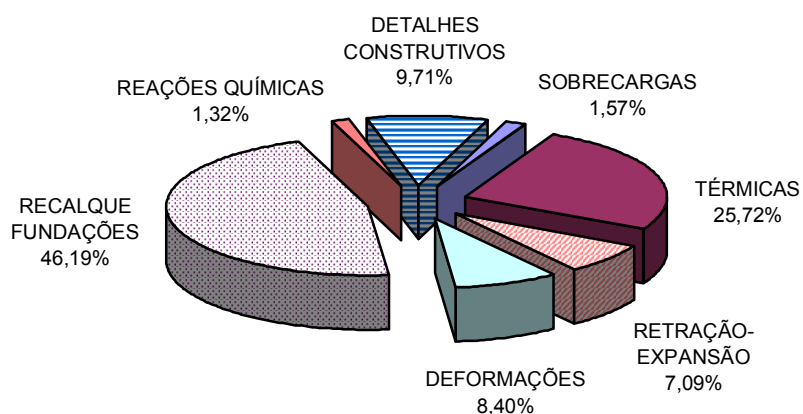


Figura 77: intensidade de fissuras segundo as causas

Conforme a figura 77, foram observadas ocorrências de fissuras em todos os 7 sub-grupos das configurações típicas. De um total de 381 registros diagnosticados, a intensidade ocorreu segundo a seguinte distribuição:

- a) fissuras causadas por sobrecargas (**sobrecargas**): 6 ocorrências (1,57% do total de registros diagnosticados);
- b) fissuras causadas por variações de temperatura (**térmicas**): 98 ocorrências (25,72% do total das ocorrências);
- c) fissuras causadas por retração e expansão (**retração-expansão**): 27 ocorrências (7,09% do total);
- d) fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado (**deformações**): 32 ocorrências (8,40%);
- e) fissuras causadas por recalque de fundações (**recalque fundações**): 176 ocorrências (46,19%);
- f) fissuras causadas por reações químicas (**reações químicas**): 5 ocorrências (1,32%);
- g) fissuras causadas por detalhes construtivos (**detalhes construtivos**): 37 ocorrências (9,71%).

A maior intensidade ocorreu entre as fissuras do sub-grupo **recalque fundações**, seguidas por **térmicas**, **detalhes construtivos**, **deformações**, **retração-expansão**, **sobrecargas** e **reações químicas**.

Esta distribuição é semelhante à incidência de fissuras segundo as causas contabilizada pelo método I – Incidência. No método II – Intensidade - as fissuras do sub-grupo **recalque fundações** predominaram, com a maior ocorrência observada, superando as **térmicas**; já o ordenamento dos demais sub-grupos permaneceu inalterado.

Andrade e Dal Molin (1997) já destacavam a diferença de abordagens. Enquanto no método I – Incidência – é demonstrada a presença das manifestações patológicas, no método II – Intensidade – além da presença é apontada também a frequência destas manifestações em um imóvel, ou, sob o ponto de vista da quantidade, o grau de comprometimento de um imóvel face a estas manifestações.

Com efeito, no presente levantamento, observou-se a intensificação da distribuição de fissuras contabilizadas pelo método II, quando o sub-grupo **recalque fundações** atingiu 46,19% do total das ocorrências. Esta intensificação pode ser atribuída à própria característica das configurações de fissuras por recalque de fundações, que podem manifestar-se com um complexo sistema de fissuração (MAÑÁ, 1978).

Se, do ponto de vista da incidência, os resultados demonstraram que as fissuras causadas por variações de temperatura (**térmicas**) foram predominantes no presente levantamento, pode-se dizer que, do ponto de vista da intensidade, as fissuras causadas por recalque de fundações (**recalque fundações**) resultaram mais representativas.

A distribuição de fissuras em alvenaria segundo as causas, levantada pelo Método II – Intensidade – demonstrou um aumento do número de registros de cada um dos sub-grupos, conforme esperado. A tabela 8 apresenta o comparativo entre as distribuições de fissuras em alvenarias dos 7 sub-grupos pelos dois métodos.

Tabela 8: comparativo de distribuições de fissuras em alvenarias pelos métodos I e II

CONFIGURAÇÕES TÍPICAS	MÉTODO I		MÉTODO II	
	INCIDÊNCIA		INTENSIDADE	
	QUANT.	%	QUANT.	%
SOBRECARGAS	5	2,24	6	1,57
TÉRMICAS	71	31,84	98	25,72
RETRAÇÃO-EXPANSÃO	23	10,31	27	7,09
DEFORMAÇÕES	26	11,66	32	8,40
RECALQUE FUNDAÇÕES	62	27,80	176	46,19
REAÇÕES QUÍMICAS	4	1,79	5	1,31
DETALHES CONSTRUTIVOS	32	14,35	37	9,71
TOTAIS	223	100,00	381	100,00

Enquanto o sub-grupo **recalque fundações** apresentou, pelo método II – Intensidade – um aumento de 62 para 176 no número de ocorrências (183,87% de aumento), os demais sub-grupos apresentaram um aumento médio de 27,33%, o que explica a alteração na distribuição.

Um exemplo tirado do próprio levantamento ilustra a diferença entre os métodos: o relatório 65 do grupo 2 teve a seguinte distribuição de fissuras com diagnóstico nas respectivas planilhas de levantamento de dados (lembrando que incidências do tipo 3.5.1 e 3.5.2 não foram diferenciadas no lançamento):

- a) planilha de levantamento de dados – método I – Incidência: uma incidência do tipo 3.5.1/3.5.2 e uma incidência do tipo 3.7.1;
- b) planilha de levantamento de dados – método II – Intensidade: 18 ocorrências do tipo 3.5.1/3.5.2 e uma ocorrência do tipo 3.7.1.

Neste exemplo observa-se que, segundo o método I – Incidência, o referido imóvel possuía dois problemas com que se preocupar: uma incidência de fissuras causadas por recalque de fundações (segundo um eixo principal ou não) e uma incidência de fissuras causadas por ancoragem de elementos construtivos. Com efeito, no relatório, o imóvel teve diagnosticadas fissuras por ambas as causas.

No entanto, segundo o método II – Intensidade, o referido imóvel possuía uma ocorrência de fissuras causadas por ancoragem de elementos construtivos e 18 ocorrências de fissuras por

recalque de fundações. Realmente, o prédio possuía uma ocorrência grave de recalque, com fissuras generalizadas e disseminadas em várias paredes de alvenaria, com disposições horizontais, verticais, inclinadas, em torno de esquadrias e peitoris.

A diferença de intensidade entre as duas configurações de fissuras, neste exemplo, fica evidente, confirmando qual tipo de fissura destacava-se no referido imóvel e demonstrando o caráter complementar dos dois métodos.

Em função dos resultados observados e com base nos dados apresentados, foram feitas ainda distribuições pelo método II – Intensidade – dentro dos sub-grupos **térmicas**, **retração-expansão**, **deformações**, **recalque fundações** e **detalhes construtivos**, conforme apresentado a seguir.

5.4.1.1.1 Fissuras causadas por variações de temperatura - Intensidade

Dentro do sub-grupo **térmicas** foi registrada a distribuição de intensidade conforme a figura 78. Observe-se que foram mantidas as referências das configurações típicas constantes da figura 60 - quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **térmicas**.

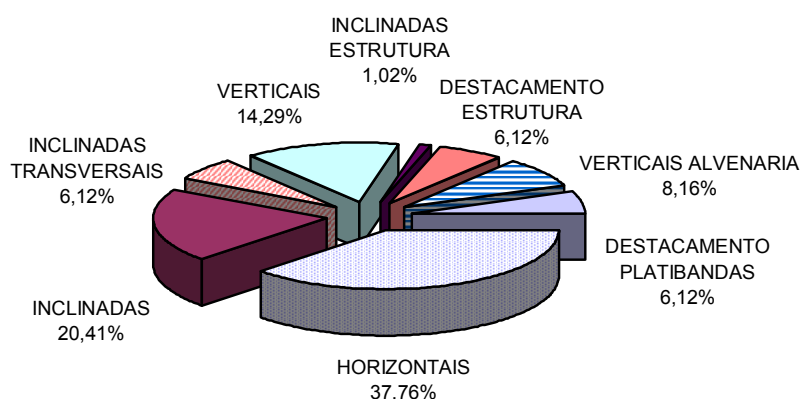


Figura 78: intensidade de fissuras em alvenaria causadas por variações de temperatura

O total de incidências do sub-grupo **térmicas** foi de 98, e todas as 8 configurações do sub-grupo tiveram registros de ocorrências, com a seguinte distribuição de intensidade:

- a) **horizontais** - fissuras horizontais por movimentação térmica da laje (3.2.1): 37 ocorrências (representando 37,76% do total do sub-grupo);
- b) **inclinadas** - fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje (3.2.2): 20 ocorrências (20,41% do sub-grupo);
- c) **inclinadas transversais** - fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje (3.2.3): 6 ocorrências (6,12% do sub-grupo);
- d) **verticais** - fissuras verticais por movimentação térmica da laje (3.2.4): 14 ocorrências (14,29% do sub-grupo);
- e) **inclinadas estrutura** - fissuras inclinadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado (3.2.5): 1 ocorrência (1,02% do sub-grupo);
- f) **destacamento estrutura** - fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado (3.2.6): 6 ocorrências (6,12% do sub-grupo);
- g) **verticais alvenaria** - fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria (3.2.7): 8 ocorrências (8,16% do sub-grupo);
- h) **destacamento platibandas** - fissuras de destacamento de platibandas por movimentação térmica (3.2.8): 6 ocorrências (6,12% do sub-grupo).

A distribuição de intensidade das fissuras causadas por variações de temperatura (**térmicas**) apresentou pequena variação com a adoção do método II – Intensidade. Enquanto as fissuras horizontais e inclinadas por movimentação térmica da laje (3.2.1 e 3.2.2) experimentaram uma variação representativa de ocorrências no método II (68,18% e 53,85% de aumento, respectivamente), as demais tiveram aumentos menores ou não os tiveram.

Lajes de concreto atingidas por movimentações causadas por variações de temperatura tendem a causar fissuras em várias paredes de uma mesma edificação, o que pode explicar o aumento de ocorrências destas duas configurações no levantamento realizado pelo método II.

Neste caso, pode-se dizer que o método II – Intensidade – acentuou as diferenças na distribuição das diversas configurações do sub-grupo e demonstrou a maior frequência de determinadas configurações.

5.4.1.1.2 Fissuras causadas por retração e expansão – Intensidade

Dentro do sub-grupo **retração-expansão** foi registrada a intensidade conforme a figura 79, sempre mantendo as referências das configurações típicas constantes da figura 61 - quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **retração-expansão**.

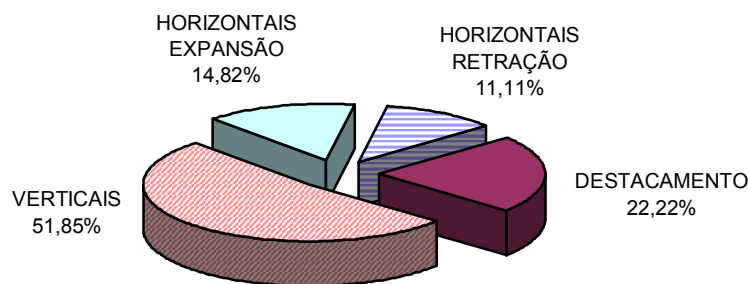


Figura 79: intensidade de fissuras em alvenaria causadas por retração e expansão

Entre as fissuras causadas por retração e expansão observaram-se 27 ocorrências com a seguinte distribuição de intensidade:

- a) **horizontais retração** - fissuras horizontais em paredes por retração da laje (3.3.1): 3 ocorrências (11,11% do sub-grupo);
- b) **destacamento** - fissuras de destacamento de paredes de alvenaria por retração (3.3.4): 6 ocorrências (22,22% do sub-grupo);
- c) **verticais** - fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria (3.3.5): 14 ocorrências (51,85% do sub-grupo);
- d) **horizontais expansão** - fissuras horizontais por expansão da alvenaria (3.3.6): 4 ocorrências (14,82% do sub-grupo).

A distribuição de intensidade das fissuras causadas por retração e expansão (**retração-expansão**) apresentou pequena variação com a utilização do método II – Intensidade. Apenas as fissuras de destacamento de paredes de alvenaria por retração (3.3.4) e as fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria (3.3.5) registraram aumento de ocorrências no método II, as demais não tiveram aumentos.

Neste caso, pode-se dizer que a adoção do método II - Intensidade - demonstrou mínima influência na distribuição de intensidade do sub-grupo.

5.4.1.1.3 Fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado – Intensidade

Dentro do sub-grupo **deformações** foi registrada a intensidade conforme a figura 80, mantidas as referências das configurações típicas constantes da figura 62 - quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **deformações**.

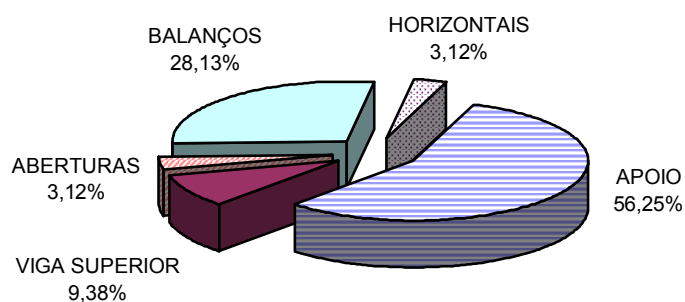


Figura 80: intensidade de fissuras em alvenaria causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado

Entre as fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado observaram-se 32 ocorrências, com a seguinte distribuição de intensidade:

- a) **apoio** - fissuras em paredes por deformação do apoio (3.4.1): 18 ocorrências (56,25% do sub-grupo);
- b) **viga superior** - fissuras em paredes por deformação da viga superior (3.4.3): 3 ocorrências (9,38% do sub-grupo);
- c) **aberturas** - fissuras em paredes com aberturas por deformação da estrutura (3.4.4): 1 ocorrência (3,12% do sub-grupo);
- d) **balanços** - fissuras em paredes por deformação de balanços (3.4.5): 9 ocorrências (28,13% do sub-grupo);

- e) **horizontais** - fissuras horizontais em paredes por deformação da laje de cobertura (3.4.6): 1 ocorrência (3,12% do sub-grupo).

A distribuição de intensidade das fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado (**deformações**) apresentou pequena variação com a utilização do método II – Intensidade. Apenas as fissuras em paredes por deformação do apoio (3.4.1) e as fissuras em paredes por deformação da viga superior (3.4.3) registraram variação de ocorrências no método II (5 e 1 ocorrências de aumento, respectivamente), as demais não tiveram aumentos.

Também neste caso, pode-se dizer que a adoção do método II – Intensidade – demonstrou pequena influência na distribuição de intensidade do sub-grupo.

5.4.1.1.4 Fissuras causadas por recalque de fundações – Intensidade

Dentro do sub-grupo **recalque fundações** foi registrada a intensidade conforme a figura 81, mantidas as referências das configurações típicas constantes da figura 63 - quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **recalque fundações**.

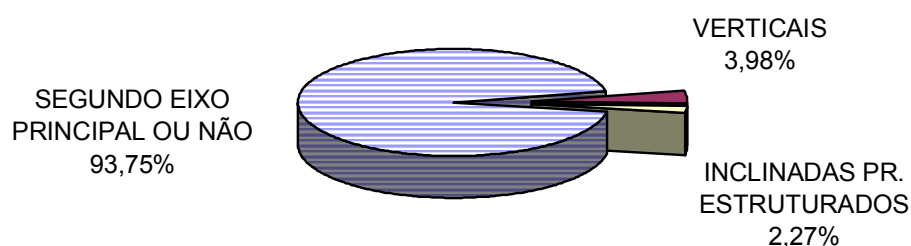


Figura 81: intensidade de fissuras em alvenaria causadas por recalque de fundações

Entre as fissuras causadas por recalque de fundações observaram-se 176 ocorrências com a seguinte distribuição de intensidade:

- a) **segundo eixo principal ou não** - fissuras causadas por recalque de fundações segundo um eixo principal ou não (3.5.1/3.5.2): 165 ocorrências (93,75%);
- b) **verticais** - fissuras verticais em peitoris por flexão negativa (3.5.3): 7 ocorrências (3,98% do sub-grupo);
- c) **inclinadas pr. estruturados** - fissuras inclinadas em prédios estruturados (3.5.5): 4 ocorrências (2,27% do sub-grupo).

A distribuição de intensidade das fissuras causadas por recalque de fundações (sub-grupo **recalque fundações**) apresentou uma grande variação numérica de ocorrências com a utilização do método II. As fissuras causadas por recalque de fundações segundo um eixo principal ou não (3.5.1/3.5.2) passaram de 53 para 165 ocorrências, com um aumento de 211,32%; as fissuras verticais em peitoris por flexão negativa (3.5.3) não aumentaram o número de ocorrências; e, as fissuras inclinadas em prédios estruturados (3.5.5) registraram um aumento de 2 para 4 ocorrências.

Entretanto, este aumento significativo das configurações 3.5.1/3.5.2 no método II exerceu pequena influência na distribuição de intensidade dentro do sub-grupo. As fissuras causadas por recalque de fundações segundo um eixo principal ou não (3.5.1/3.5.2) já eram preponderantes na distribuição de incidências (método I), com 85,48% das incidências. Na distribuição de intensidades (método II), esta mesma configuração passou para 93,75% das ocorrências do sub-grupo, o que evidenciou sua preponderância frente às demais, sem, contudo, alterar substancialmente o gráfico de distribuição.

5.4.1.1.5 Fissuras causadas por detalhes construtivos – Intensidade

Dentro do sub-grupo **detalhes construtivos** foi registrada a intensidade conforme a figura 82, mantidas as referências das configurações típicas da figura 64 - quadro resumo das configurações típicas do sub-grupo **detalhes construtivos**.

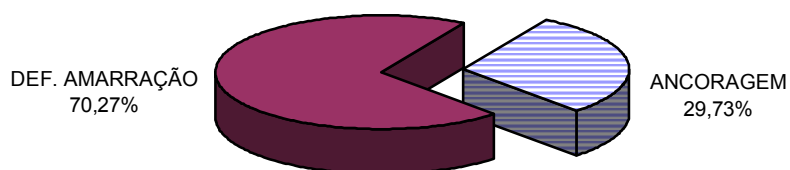


Figura 82: intensidade de fissuras em alvenaria causadas por detalhes construtivos

A intensidade total do sub-grupo **detalhes construtivos** foi de 37 ocorrências, sendo 11 ocorrências de fissuras por ancoragem de elementos construtivos (**ancoragem** - 3.7.1), representando 29,73% do sub-grupo, e 26 ocorrências de fissuras por deficiência de amarração (**def. amarração** - 3.7.2), representando 70,27%.

A distribuição de intensidade das fissuras causadas por detalhes construtivos (sub-grupo **detalhes construtivos**) apresentou pequena variação com a abordagem do método II – Intensidade. As fissuras por ancoragem de elementos construtivos (3.7.1) apresentaram um aumento de uma ocorrência, e as fissuras por deficiência de amarração (3.7.2) aumentaram 4 ocorrências.

Neste caso, pode-se dizer que a adoção do método II – Intensidade – não demonstrou influência na distribuição de intensidade do sub-grupo, mantendo-se o gráfico de distribuição praticamente inalterado.

5.4.1.2 Distribuição de fissuras segundo o tipo de imóvel - Intensidade

A distribuição de fissuras em alvenarias pelo método II – Intensidade – também foi elaborada segundo o tipo de imóvel, conforme o gráfico da figura 83.

Como em 5.3.1.2, os imóveis foram agrupados segundo o tipo, em cinco grupos, da seguinte forma: casas; edifícios residenciais; prédios comerciais e prédios públicos; núcleos habitacionais de casas e edifícios; e, outros tipos ou não registrados.

A intensidade de fissuras por tipo de imóvel respeitou a classificação segundo as causas adotada, sendo realizada para os sub-grupos **térmicas**, **retração-expansão**, **deformações**, **recalque fundações** e **detalhes construtivos**. Os sub-grupos **sobrecargas** e **reações químicas** foram descartados.

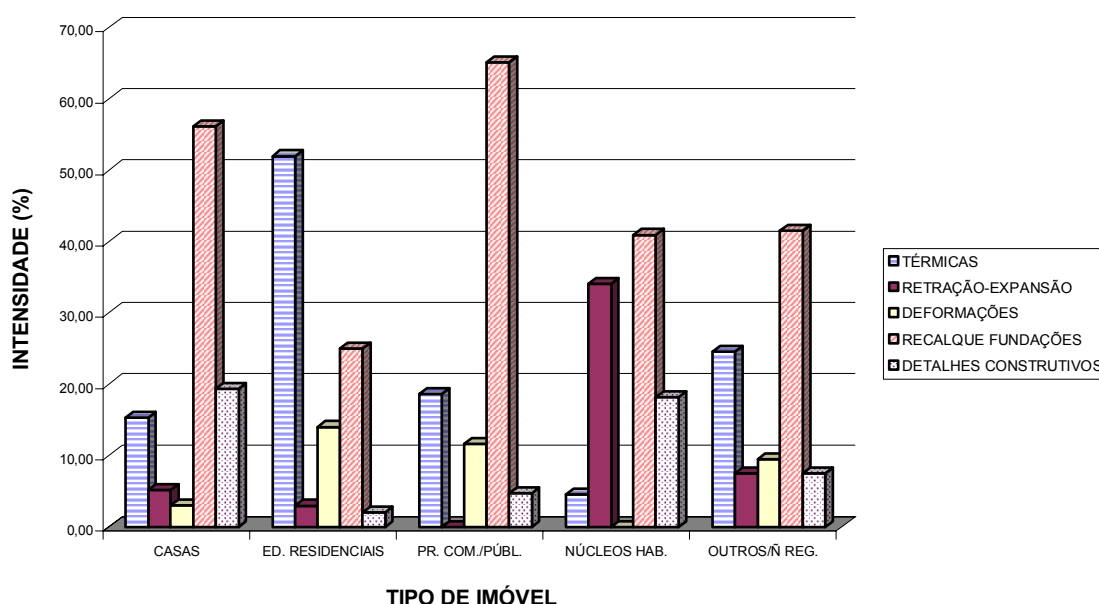


Figura 83: intensidade de fissuras segundo o tipo de imóvel

Conforme o gráfico da figura 83, a intensidade de fissuras em alvenarias segundo o tipo de imóvel teve a seguinte distribuição:

- a) casas: predominaram as fissuras no sub-grupo **recalque fundações** (56,12%), seguidas por **detalhes construtivos** (19,39%), **térmicas** (15,31%), **retração-expansão** (5,10%) e **deformações** (3,06%);
- b) edifícios residenciais: predominaram as fissuras de origem **térmicas** (52,00%), seguidas por **recalque fundações** (25,00%), **deformações** (14,00%), **retração-expansão** (3,00%) e **detalhes construtivos** (2,00%);
- c) prédios comerciais/prédios públicos: prevaleceram as incidências de fissuras do sub-grupo **recalque fundações** (65,12%), seguidas por **térmicas** (18,60%),

deformações (11,63%) e **detalhes construtivos** (4,65%); o sub-grupo **retração-expansão** não apresentou ocorrências;

d) núcleos habitacionais – casas/edifícios: predominaram as fissuras por **recalque fundações** (40,91%), seguidas por **retração-expansão** (34,09%), **detalhes construtivos** (18,18%) e **térmicas** (4,55%); o sub-grupo **deformações** não apresentou ocorrências;

e) outros/não registrados: apresentaram predominância de fissuras por **recalque fundações** (41,51%), seguidas por **térmicas** (24,53%), **deformações** (9,43%), **retração-expansão** (7,55%) e **detalhes construtivos** (7,55%).

No método II, a distribuição de fissuras por tipo de imóvel evidenciou a intensidade das fissuras causadas por recalque de fundações, que predominou entre as casas, prédios comerciais/públicos, núcleos habitacionais e outros/não registrados.

Entre os edifícios residenciais as proporções se mantiveram, com a predominância das fissuras causadas por variações de temperatura (**térmicas**), embora tenha apresentado um crescimento de intensidade das fissuras do sub-grupo **recalque fundações**.

Mais uma vez, a comparação entre os resultados obtidos pelos dois métodos demonstrou uma tendência a acentuar as diferentes proporções de ocorrências, tornando ainda mais evidentes as configurações predominantes.

5.4.1.3 Distribuição de fissuras segundo o número de pavimentos - Intensidade

A distribuição de fissuras em alvenarias segundo o número de pavimentos é apresentada na figura 84.

Os imóveis foram agrupados da seguinte forma: imóveis térreos; imóveis com 2 e 3 pavimentos; imóveis com 4 a 6 pavimentos; imóveis com 7 ou mais pavimentos; e, imóveis sem registro de pavimentos.

Foram mantidos os sub-grupos **térmicas**, **retração-expansão**, **deformações**, **recalque fundações** e **detalhes construtivos**, e descartados os demais.

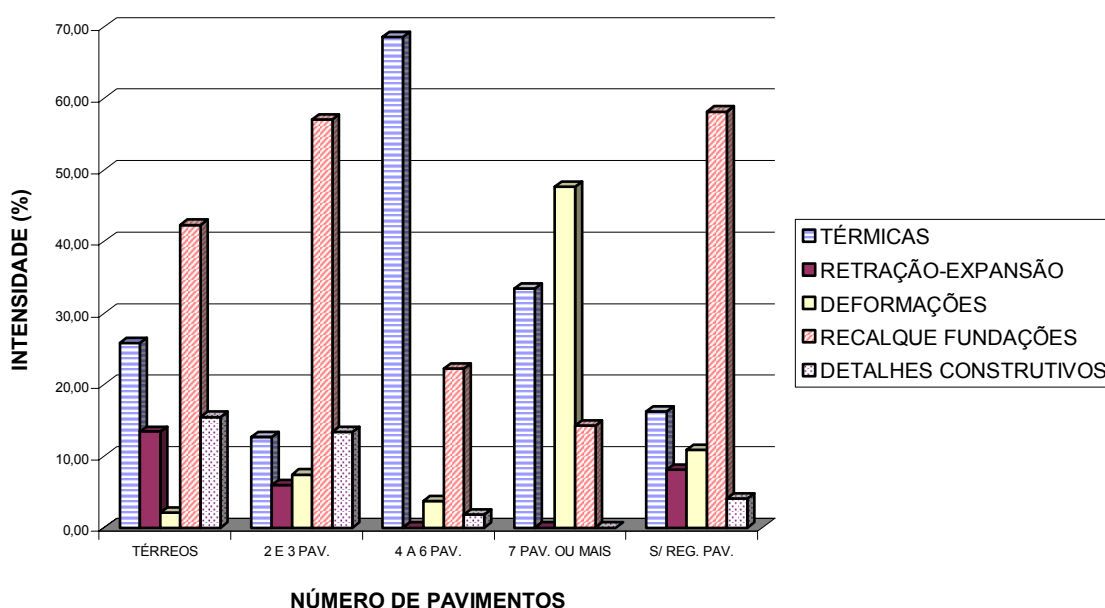


Figura 84: intensidade de fissuras segundo o número de pavimentos

De acordo com o gráfico da figura 84, a intensidade de fissuras em alvenarias segundo o número de pavimentos teve a seguinte distribuição:

- térreos: predominância de fissuras do sub-grupo **recalque fundações** (42,27%), seguidas por **térmicas** (25,77%), **detalhes construtivos** (15,46%), **retração-expansão** (13,40%) e **deformações** (2,06%);
- 2 e 3 pavimentos: predominaram as fissuras do sub-grupo **recalque fundações** (57,04%), seguidas por **detalhes construtivos** (13,33%), **térmicas** (12,59%), **deformações** (7,41%) e **retração-expansão** (5,93%);
- 4 a 6 pavimentos: predominaram as fissuras do sub-grupo **térmicas** (68,52%), seguidas por **recalque fundações** (22,22%), **deformações** (3,70%) e **detalhes construtivos** (1,85%), não apresentando fissuras por **retração-expansão**;
- 7 pavimentos ou mais: destacaram-se as fissuras do sub-grupo **deformações** (47,62%) seguidas por **térmicas** (33,33%) e **recalque fundações** (13,29%); **retração-expansão** e **detalhes construtivos** não apresentaram ocorrências;
- s/ registro de pavimentos: apresentaram predomínio das fissuras do sub-grupo **recalque fundações** (58,11%); seguidas por **térmicas** (16,22%), **deformações** (10,81%), **retração-expansão** (8,11%) e **detalhes construtivos** (4,05%).

Os imóveis mais baixos (térreos, 2 ou 3 pavimentos), que já apresentavam maiores incidências de fissuras causadas por recalque de fundações no método I, demonstraram uma distribuição

ainda mais acentuada de intensidade no método II, evidenciando ainda mais a sua predominância.

Entre os prédios com 4 a 6 pavimentos, a distribuição realizada pelo método II manteve-se estável, com predominância de fissuras do sub-grupo **térmicas**, ainda que com ligeiro aumento das fissuras causadas por recalque de fundações.

Entre os prédios com 7 pavimentos ou mais, a predominância das fissuras do sub-grupo **deformações** tornou-se evidenciada, demonstrando maior intensidade de manifestações do que as **térmicas**, o que não aparecia na distribuição de incidência do método I.

5.4.1.4 Distribuição de fissuras segundo o tipo de estrutura - Intensidade

A figura 85 apresenta a distribuição de fissuras em alvenarias segundo o tipo de estrutura. Os imóveis foram classificados em: não estruturados, estruturados, mistos e sem registro de estrutura. Foi mantida a classificação segundo as causas dos sub-grupos **térmicas**, **retração-expansão**, **deformações**, **recalque fundações** e **detalhes construtivos**, e descartados os sub-grupos **sobrecargas** e **reações químicas**.

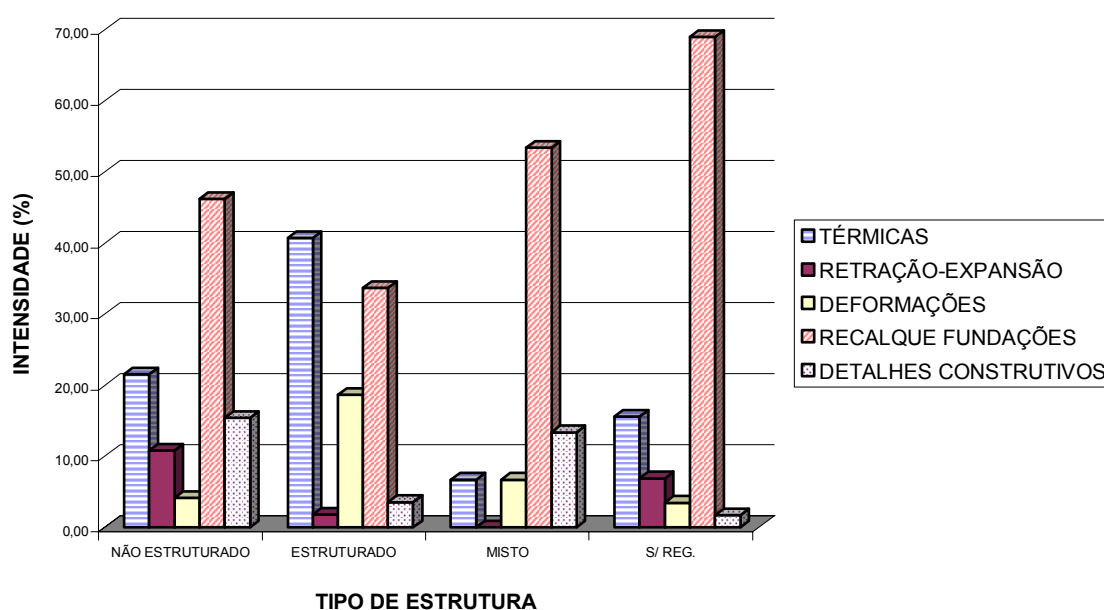


Figura 85: intensidade de fissuras segundo o tipo de estrutura

Conforme o gráfico da figura 85, a intensidade de fissuras em alvenarias segundo o tipo de estrutura apresentou a seguinte distribuição:

- a) não estruturados: apresentaram predominância de fissuras no sub-grupo **recalque fundações** (46,15%), seguidas por **térmicas** (21,54%), **detalhes construtivos** (15,38%), **retração-expansão** (10,77%) e **deformações** (4,10%);
- b) estruturados: apresentaram fissuras do sub-grupo **térmicas** (40,71%), seguidas por **recalque fundações** (33,63%), **deformações** (18,58%), **detalhes construtivos** (3,54%) e **retração-expansão** (1,77%);
- c) mistos: os imóveis mistos registraram predominância de fissuras no sub-grupo **recalque fundações** (53,33%), seguidas por **detalhes construtivos** (13,33%), **térmicas** (6,67%) e **deformações** (6,67%), não apresentando fissuras por **retração-expansão**;
- d) sem registro de estrutura: apresentaram fissuras do sub-grupo **recalque fundações** (68,97%), seguidas por **térmicas** (15,52%), **retração-expansão** (6,90%), **deformações** (3,45%) e **detalhes construtivos** (1,72%).

Entre os prédios não estruturados, mistos e sem registro, as fissuras causadas por recalque de fundações já apresentavam maiores incidências no método I. Agora, no método II, estas predominâncias ficaram muito mais evidenciadas, com um acentuado aumento de registros de intensidades do sub-grupo. Já entre os prédios estruturados, as fissuras **térmicas** permaneceram predominantes, embora também tenha havido um crescimento das fissuras por recalque de fundações.

5.4.2 Fissuras sem diagnóstico - Intensidade

Entre os 181 relatórios e 211 imóveis apresentando fissuras sem diagnóstico, foram registradas 867 ocorrências não diagnosticadas, contabilizadas pelo método II – Intensidade – e distribuídas entre as 5 direções/localizações da classificação adotada: horizontais, verticais, inclinadas, esquadrias e interface.

A distribuição de fissuras sem diagnóstico segundo a direção/localização é apresentada na figura 86.

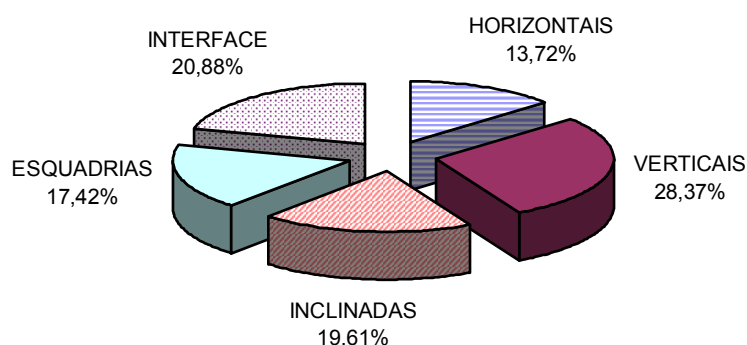


Figura 86: intensidade de fissuras sem diagnóstico segundo a direção/localização

Conforme figura 86, foram observadas ocorrências de fissuras nas 5 subdivisões da classificação adotada, com a seguinte distribuição:

- a) fissuras horizontais: 119 ocorrências (13,72% das não diagnosticadas);
- b) fissuras verticais: 246 ocorrências (28,37%);
- c) fissuras inclinadas: 170 ocorrências (19,61%);
- d) fissuras em torno de esquadrias: 151 ocorrências (17,42%);
- e) fissuras de interface: 181 ocorrências (20,88%).

Não foram observadas diferenças entre as distribuições de fissuras sem diagnóstico contabilizadas pelos métodos I e II. Os gráficos de distribuição de incidências e intensidades tiveram aproximadamente o mesmo formato, e as proporções permaneceram praticamente iguais. No entanto, a contabilização de ocorrências pelo método II – Intensidade – permitiu o registro em separado de certas formas de manifestação que podiam ser detectadas nos relatórios considerados. Assim, foi possível identificar a direção predominante das fissuras não diagnosticadas de interface (horizontais ou verticais). O resultado obtido entre as 181 ocorrências de fissuras de interface foi o seguinte:

- a) 25 fissuras de interface com predominância vertical (13,81%);
- b) 156 fissuras de interface com predominância horizontal (86,19%).

Este dado parece representativo, pois demonstra que, ainda que não tenham sido diagnosticadas, as fissuras localizadas na interface entre as paredes de alvenaria e as estruturas de concreto armado, ou outros tipos de estrutura, manifestam-se especialmente nas interfaces horizontais, ou seja, entre paredes e lajes, vigas ou cintas.

Como foi visto, fissuras horizontais de interface podem ser causadas por movimentações térmicas, retração e expansão, ou deformação de elementos da estrutura de concreto armado, e os dados obtidos no levantamento podem auxiliar na formulação de seu diagnóstico.

5.4.3 Fissuras em muros - Intensidade

Entre os 64 imóveis apresentando fissuras em muros, foram registradas 136 ocorrências, distribuídas entre as 3 direções da classificação adotada: horizontais, verticais e inclinadas. A distribuição de fissuras em muros segundo a direção é apresentada na figura 87.

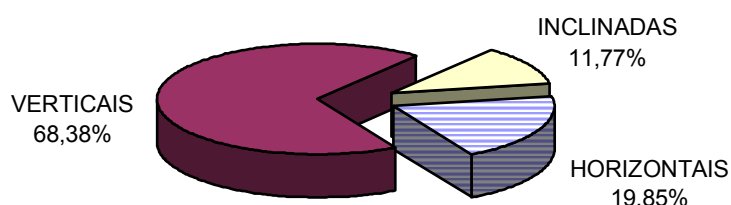


Figura 87: intensidade de fissuras sem diagnóstico em muros

Conforme figura 87, foi observada a seguinte distribuição de intensidade de fissuras sem diagnóstico em muros:

- fissuras horizontais: 27 ocorrências (19,85% das fissuras em muros);
- fissuras verticais: 93 ocorrências (68,38%);
- fissuras inclinadas: 16 ocorrências (11,77%).

Também aqui, não foram observadas diferenças entre as distribuições de fissuras sem diagnóstico em muros contabilizadas pelos métodos I e II. Os gráficos de distribuição de incidências e intensidades tiveram proporções e formatos semelhantes.

Como em 5.4.2, o registros de ocorrências pelo método II – Intensidade – permitiu a análise em separado de certas formas de manifestação que podiam ser detectadas nos relatórios.

Desta forma, foram registradas características das fissuras em muros segundo a seguinte distribuição, utilizando-se os códigos A, B, C, D e E apresentados no item 4.3.2, supra:

- a) fissuras horizontais em muros: entre as 27 ocorrências de fissuras horizontais em muros, foram observadas 6 ocorrências com o código A (fissuras horizontais em muros nos pontos de mudança de altura) e 11 com o código B (fissuras horizontais no corpo dos muros), o que demonstra que os pontos de mudança de altura em muros são pontos de concentração de tensões propícios à fissuração e que as demais configurações importantes de fissuras horizontais em muros ocorrem no corpo do próprio muro, sem respeitar uma regra;
- b) fissuras verticais em muros: entre as 93 ocorrências de fissuras verticais em muros, foram observadas 8 ocorrências com o código A (fissuras verticais em muros nos pontos de mudança de altura), 32 com o código B (fissuras verticais no corpo dos muros), 47 com o código C (fissuras verticais entre os muros e o corpo dos prédios) e 4 com o código D (fissuras verticais em cantos de paredes ou muros); esta distribuição demonstra que boa parte das fissuras verticais em muros ocorre no próprio corpo do muro (34,41%) e que os pontos de mudança de altura são realmente pontos de concentração de tensões sujeitos à fissuração (8,60%); entretanto, demonstra principalmente que a maioria das fissuras verticais em muros ocorre entre os muros e o corpo dos prédios (50,54%), onde geralmente existe deficiência de amarração, juntas naturais construtivas e diferentes formas de carregamento, capazes de gerar recalques diferenciais entre os muros e as edificações;
- c) fissuras inclinadas em muros: entre as 16 ocorrências de fissuras inclinadas em muros, foi observada uma ocorrência com o código A (fissuras inclinadas em muros nos pontos de mudança de altura) e 15 com o código B (fissuras inclinadas no corpo dos muros), não demonstrando uma regra ou tendência.

Estes dados contribuem para demonstrar que, se já era conhecida a predominância das fissuras verticais em muros (conforme registrado em 5.3.3 – incidência de fissuras em muros), a análise da intensidade das fissuras em muros permite afirmar que muitas das fissuras ocorrem em localizações conhecidas dos muros, como as interfaces entre muros e prédios, e os pontos de mudança de altura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A apresentação e a análise dos resultados realizadas no capítulo 5 permitem algumas considerações e conclusões finais que passam a ser apresentadas no presente capítulo, juntamente com algumas sugestões.

6.1 CONSIDERAÇÕES QUANTO AOS RELATÓRIOS PESQUISADOS

Conforme apresentado em 5.1.1 – relatórios considerados – foram pesquisados 358 relatórios, todos com manifestações patológicas registradas, sendo que 254 deles, ou seja, 70,95% do total, apresentavam pelo menos uma manifestação de fissuras em alvenarias, sendo considerados no presente levantamento. Este dado demonstrou a importância e a relevância das fissuras em alvenarias como manifestações patológicas dignas de estudo.

Em 5.1.2 – relatórios com diagnóstico e sem diagnóstico – foi verificado que 115 relatórios possuíam registro diagnóstico de fissuras e 181 não possuíam, o que justifica a escolha da classificação segundo as causas, para os relatórios diagnosticados, e segundo a direção e localização, para os relatórios sem diagnóstico de fissuras.

No item 5.1.3 – imóveis levantados, com ou sem diagnóstico – foi registrado que os 254 relatórios considerados representavam 291 imóveis ou conjuntos de imóveis, com ou sem diagnósticos, número considerado satisfatório para o levantamento.

Em 5.1.4 – distribuição geográfica – observou-se que, entre os 254 relatórios considerados, 231 representavam imóveis localizados em Porto Alegre ou na Grande Porto Alegre. Este dado não permitiu uma análise da distribuição de fissuras em alvenarias de forma homogênea no estado do Rio Grande do Sul, não sendo feita uma abordagem quanto à distribuição geográfica.

6.2 CONSIDERAÇÕES QUANTO AOS IMÓVEIS

No item 5.2.1 – distribuição por tipo de imóvel – foi verificado que, entre os 291 imóveis levantados, 42,96% eram casas, 27,15% edifícios residenciais, 5,84% prédios comerciais, 5,50% prédios públicos, 5,49% núcleos habitacionais, 7,21% outros tipos e 5,84% sem registro de tipo edilício. Estes dados demonstraram a variedade de tipos de imóveis e sua distribuição, permitindo os agrupamentos realizados na distribuição de fissuras segundo o tipo de imóvel em 5.3.1.2 e 5.4.1.2.

Em 5.2.2 – distribuição pelo número de pavimentos – verificou-se que, entre os 291 imóveis considerados, 27,84% eram térreos, 39,52% possuíam 2 ou 3 pavimentos, 12,03% possuíam 4 a 6 pavimentos, 6,18% possuíam 7 pavimentos ou mais e 14,43% não possuíam registro do número de pavimentos. Estes dados demonstraram uma distribuição equilibrada de prédios quanto ao número de pavimentos e permitiram os agrupamentos realizados na distribuição de fissuras segundo o número de pavimentos em 5.3.1.3 e 5.4.1.3.

No item 5.2.3 – distribuição pelo tipo de estrutura – foi verificado que, entre os 291 imóveis levantados, 62,89% eram não estruturados, 17,53% eram estruturados, 6,19% eram mistos e 13,40% não possuíam registro do tipo de estrutura. Estes dados foram considerados coerentes com a distribuição dos imóveis pelo número de pavimentos, pois geralmente existe correspondência entre o número de pavimentos e o tipo de estrutura utilizado na construção.

Em 5.2.4 – distribuição pelo número de pavimentos e tipo de estrutura – a correspondência entre o número de pavimentos e o tipo de estrutura utilizado na construção foi comprovada, pois 94,54% dos imóveis não estruturados possuíam no máximo 3 pavimentos, e, entre os imóveis com 7 pavimentos ou mais, todos eram estruturados.

6.3 CONSIDERAÇÕES QUANTO À INCIDÊNCIA DE FISSURAS EM ALVENARIAS – MÉTODO I

No item 5.3.1.1 – distribuição de fissuras segundo as causas – Incidência – foi apresentado o levantamento de incidência de fissuras em alvenarias segundo as causas, com um total de 223 registros diagnosticados, distribuídos nos 7 sub-grupos das configurações típicas. Entre todas as configurações consideradas, as fissuras do sub-grupo **térmicas** apresentaram a maior incidência, com 31,84% dos registros.

Em 5.3.1.1.1 – fissuras causadas por variações de temperatura – Incidência – foi apresentada a distribuição interna de incidências do sub-grupo **térmicas**, onde foi observado que fissuras causadas por movimentação térmica da laje de cobertura ou da estrutura de concreto armado, com qualquer configuração, totalizavam 81,69% das incidências do sub-grupo. O resultado demonstrou a importância da inter-relação entre paredes de alvenaria e estruturas de concreto na causalidade de fissuras por variações térmicas.

Em 5.3.1.1.2 – fissuras causadas por retração e expansão – Incidência – foi apresentada a distribuição do sub-grupo **retração-expansão**, tendo como incidência mais significativa a das fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria, com 47,83% do total de incidências do sub-grupo. Neste item destacou-se a dificuldade de obtenção de diagnósticos de fissuras causadas por retração a partir de vistorias visuais em estruturas de concreto armado, o que pode alterar ou mascarar resultados.

No item 5.3.1.1.3 – fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado – Incidência – foi apresentada a distribuição de incidências do sub-grupo **deformações**, resultando que 84,62% do total de incidências do sub-grupo eram causadas por flexão de elementos da estrutura de concreto armado, decorrente da ação de seu peso próprio, de cargas permanentes ou acidentais, ou da deformação lenta do concreto.

No item 5.3.1.1.4 – fissuras causadas por recalque de fundações – Incidência – a distribuição de incidências do sub-grupo **recalque fundações** resultou em um predomínio das duas configurações de fissuras causadas por recalque de fundações segundo um eixo principal ou fora dele, com 85,48% do total do sub-grupo, o que valoriza aspectos generalistas e

multicausais destas configurações, contra aspectos mais localizados das demais configurações do sub-grupo.

Em 5.3.1.1.5 – fissuras causadas por detalhes construtivos – Incidência – a distribuição de incidências do sub-grupo **detalhes construtivos** confirmou a representatividade das duas configurações catalogadas: fissuras por ancoragem de elementos construtivos e fissuras por deficiência de amarração.

No item 5.3.1.2 - distribuição de fissuras segundo o tipo de imóvel – Incidência – foram feitos cruzamentos entre o tipo de imóvel e a incidência de fissuras segundo as causas para os sub-grupos **térmicas, retração-expansão, deformações, recalque fundações e detalhes construtivos**. Os resultados demonstraram que as fissuras causadas por recalque de fundações predominaram entre as casas, os prédios comerciais/públicos e os núcleos habitacionais, enquanto que as fissuras causadas por variações de temperatura foram predominantes entre os edifícios residenciais e outros/não registrados, permanecendo significativas nas casas e prédios comerciais/públicos. O tipo de imóvel demonstrou ser fator de influência na incidência de fissuras.

No item 5.3.1.3 - distribuição de fissuras segundo o número de pavimentos – Incidência – os cruzamentos foram feitos entre o número de pavimentos dos imóveis e a incidência de fissuras segundo as causas. Os resultados demonstraram influência do número de pavimentos na incidência de fissuras, uma vez que prédios mais baixos apresentaram maiores incidências de fissuras causadas por recalque de fundações, enquanto que prédios mais altos apresentaram maior incidência de fissuras causadas por variações de temperatura e deformação de elementos da estrutura de concreto armado.

Em 5.3.1.4 - distribuição de fissuras segundo o tipo de estrutura – Incidência – os cruzamentos foram feitos entre o tipo de estrutura dos imóveis e a incidência de fissuras segundo as causas. Os resultados demonstraram tendências, entre os prédios não estruturados, a apresentarem maior incidência de fissuras causadas por recalque de fundações, enquanto que, entre os prédios estruturados, a tendência foi de predomínio das fissuras por deformações e movimentações térmicas.

De uma forma geral, pode-se dizer que existe forte influência das características dos imóveis, como tipo de imóvel, número de pavimentos e tipo de estrutura, na distribuição de fissuras segundo as causas.

No item 5.3.2 – fissuras sem diagnóstico – Incidência – os resultados demonstraram uma distribuição equitativa entre as fissuras horizontais, verticais, inclinadas, de interface e em torno de esquadrias nos imóveis com fissuras não diagnosticadas. Esta informação chama a atenção para uma incidência significativa de fissuras em torno de esquadrias e de fissuras de interface entre alvenarias e elementos estruturais, dois pontos fracos que exigem especiais cuidados para prevenir-se a fissuração.

Em 5.3.3 – fissuras em muros – Incidência – as fissuras não diagnosticadas em muros apresentaram uma grande predominância das fissuras verticais, demonstrando que mesmo muros de alvenaria estão expostos às movimentações e também exigem cuidados em sua execução.

6.4 CONSIDERAÇÕES QUANTO À INTENSIDADE DE FISSURAS EM ALVENARIAS – MÉTODO II

No item 5.4.1.1 – distribuição de fissuras segundo as causas – Intensidade – foi apresentado o levantamento de intensidade de fissuras em alvenaria segundo as causas, com um total de 381 registros diagnosticados. Entre todas as configurações, as fissuras do sub-grupo **recalque fundações** apresentaram a maior intensidade, com 46,19% das ocorrências, superando as **térmicas**, enquanto o ordenamento das demais permaneceu inalterado. A diferença de abordagens resultou em diferença de resultados, demonstrando que o levantamento pelo método I – Incidência – permite identificar a presença de determinadas manifestações de fissuras, enquanto o método II – Intensidade – permite ainda apontar a frequência destas manifestações em um imóvel, ou, sob o ponto de vista da quantidade, o grau de comprometimento de um imóvel face a estas manifestações.

Deve-se considerar, ao analisar a distribuição de fissuras pelo método II – Intensidade, as limitações dos registros dos relatórios da CIENTEC, conforme destacado em 4.3.2 – Planilha de levantamento de dados – Método II – Intensidade.

Na distribuição interna dos sub-grupos, conforme itens 5.4.1.1.1, 5.4.1.1.2, 5.4.1.1.3, 5.4.1.1.4 e 5.4.1.1.5, todos apresentando a distribuição de intensidade pelo método II, foi observado aumento numérico de ocorrências na maioria das configurações; no entanto, não foram observadas alterações representativas na distribuição percentual dentro dos sub-grupos. A tendência observada foi de serem acentuadas as diferenças já existentes na distribuição das diversas configurações, isto é, fissuras que já possuíam maior incidência mostraram tendência a aumentar. A adoção do método II demonstrou pequena influência na distribuição de intensidade dos sub-grupos.

As distribuições de fissuras segundo o tipo de imóvel, número de pavimentos e tipo de estrutura (itens 5.4.1.2, 5.4.1.3 e 5.4.1.4) demonstrou um acréscimo no número de ocorrências de cada um dos sub-grupos e a comparação entre os resultados obtidos pelos dois métodos demonstrou uma tendência a acentuar as diferentes proporções de ocorrências, tornando ainda mais evidentes as configurações predominantes.

No item 5.4.2 – fissuras sem diagnóstico – Intensidade – os resultados demonstraram a manutenção de uma distribuição equitativa entre as fissuras horizontais, verticais, inclinadas, de interface e em torno de esquadrias, não sendo observadas diferenças entre as distribuições de fissuras sem diagnóstico contabilizadas pelos métodos I e II. O método permitiu a identificação das fissuras horizontais como predominantes entre as fissuras de interface.

Em 5.4.3 – fissuras em muros – Intensidade – os resultados não revelaram alterações na distribuição de fissuras não diagnosticadas em muros, não sendo observadas diferenças entre os métodos I e II. No entanto, o método permitiu identificar configurações preferenciais entre as fissuras horizontais, verticais e inclinadas em muros, como os pontos de mudança de altura e as interfaces entre muros e prédios, dados complementares importantes.

O presente trabalho proporcionou o aprofundamento do estudo das fissuras em alvenarias, assim como a análise de sua incidência no estado do Rio Grande do Sul, restrita ao grupo de relatórios pesquisados.

Com base nestes estudos e análises, questiona-se: como é possível que ainda hoje tenhamos tantos problemas e tantas manifestações de fissuras em alvenarias?

Eldridge (1982) defende que a manifestação de fissuras em alvenarias é inevitável e deve ser encarada como algo normal nas construções.

Addleson (1982) contrapõe dizendo que é pouco provável que as manifestações patológicas possam ser completamente evitadas, no entanto, podem ser amenizadas ao reduzir-se o menosprezo às avaliações técnicas prévias das inovações, ou se houver maior confiança nas recomendações disponíveis para uma boa prática construtiva.

A prevenção de fissuras passa pela minimização das variações de volume, prevenção das movimentações e pela acomodação dos movimentos diferenciais entre materiais ou elementos da estrutura. Um sistema de juntas pode eliminar fissuras e seus efeitos, e estas podem ser determinadas pelo estudo das diversas configurações de fissuras em alvenarias e pela estimativa de suas movimentações possíveis (BRICK INDUSTRY ASSOCIATION, 1991).

As modernas técnicas construtivas e os avanços tecnológicos da indústria da construção civil não eximem o setor de adotar medidas de prevenção e terapia das manifestações patológicas, exigindo um reposicionamento de projetos e processos construtivos que seja capaz de apontar caminhos para a melhoria de qualidade (CROCE, 2003).

O presente levantamento de incidências de fissuras no estado do Rio Grande do Sul espera trazer alguma contribuição para o tema e colaborar para o desenvolvimento dos processos de diagnóstico de fissuras em alvenarias, conforme pesquisa em andamento no NORIE/UFRGS.

6.5 CONCLUSÕES FINAIS

Com o objetivo de realizar o levantamento de incidências de fissuras em alvenarias nas edificações correntes do estado do Rio Grande do Sul, o presente trabalho apresentou a revisão bibliográfica, a catalogação das configurações típicas de fissuras em alvenarias e a determinação de uma metodologia para o levantamento de dados, bases fundamentais para a realização do levantamento.

O levantamento de incidências de fissuras em alvenarias no estado do Rio Grande do Sul foi apresentado, demonstrando a distribuição de fissuras segundo as causas e segundo as características das edificações, pelos métodos da Incidência e da Intensidade.

Os resultados indicaram a predominância das fissuras causadas por variações de temperatura, quando considerada a distribuição por incidência (método I), e o predomínio das fissuras causadas por recalque de fundações, quando considerada a distribuição por intensidade (método II).

Indicaram ainda que as características das edificações, como tipo de imóvel, número de pavimentos e tipo de estrutura, exercem influência na configuração das fissuras observáveis.

Entre os objetivos específicos, foi realizada a catalogação das configurações típicas de fissuras em alvenarias para fins de aplicação ao levantamento, reunindo-se um conjunto satisfatório de configurações. Os dados do levantamento corroboraram as observações da bibliografia e confirmaram as classificações adotadas.

Foi realizada a sistematização do processo de levantamento de fissuras em alvenarias, através das pesquisas aos relatórios obtidos e da elaboração da Planilha de levantamento de dados padrão.

Foram identificadas e quantificadas as ocorrências de fissuras em alvenarias pelos métodos da Incidência e da Intensidade, e realizada a análise e comparação dos resultados obtidos por ambos os métodos.

Conclui-se pela aplicabilidade do conjunto de configurações típicas adotado e da metodologia utilizada, julgando-os instrumentos úteis para o levantamento de fissuras em alvenarias em construções correntes.

A comparação entre os resultados obtidos pelos dois métodos de levantamento demonstrou uma tendência a acentuar as diferentes proporções de ocorrências, tornando ainda mais evidentes as configurações predominantes.

O método I – Incidência – mostrou-se eficaz na identificação das manifestações de fissuras em alvenarias.

O método II – Intensidade – mostrou-se complementar ao primeiro, chegando a inverter posições na distribuição de intensidade, demonstrando-se capaz de apontar a quantidade e frequência das manifestações em um imóvel.

Conclui-se que os dois métodos demonstraram-se complementares no levantamento de incidências de fissuras em alvenarias, dependendo dos objetivos de pesquisa almejados, sendo o método I – Incidência – mais indicado na busca de panoramas de incidência e identificação de manifestações, e o método II – Intensidade – mais indicado para a determinação das quantidades de ocorrências.

6.6 SUGESTÕES

Por entender-se que existe grande necessidade de se incrementar a transferência dos conhecimentos acadêmicos para os canteiros de obra, objetivando-se a melhoria da qualidade das construções, são apresentadas as seguintes sugestões:

- a) desenvolvimento do sistema computacional para apoio à decisão no diagnóstico de fissuras em alvenaria, em andamento no NORIE/UFRGS, como importante meio de disseminação do conhecimento entre os profissionais da construção civil;
- b) busca de instrumentos capazes de incrementar a difusão do conhecimento junto a profissionais e empresas da construção civil;
- c) desenvolvimento de trabalhos voltados à prevenção e terapia das fissuras em alvenarias.

REFERÊNCIAS

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

ANDRADE, J. J. O. **Durabilidade das estruturas de concreto armado**: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

ANDRADE, J. J. O.; DAL MOLIN, D. C. C. Considerações quanto aos trabalhos de levantamento de manifestações patológicas e formas de recuperação em estruturas de concreto armado. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES (CONPAT), 4., 1997, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, v. 1, 1997. p. 321-327.

ARANHA, P. M. S. **Contribuição ao estudo das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na região amazônica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 1980.

_____. **NBR 6460**: tijolo maciço cerâmico para alvenaria: verificação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1983a.

_____. **NBR 6461**: bloco cerâmico para alvenaria: verificação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1983b.

_____. **NBR 7170**: tijolo maciço cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1983c.

_____. **NBR 8215**: prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural: preparo e ensaio à compressão. Rio de Janeiro, 1983d.

_____. **NBR 8798**: execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro, 1985a.

_____. **NBR 8949**: paredes de alvenaria estrutural: ensaio à compressão simples. Rio de Janeiro, 1985b.

_____. **NBR 10837**: cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro, 1989.

_____. **NBR 7171**: bloco cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1992a.

_____. **NBR 7184**: blocos vazados de concreto simples para alvenaria: determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1992b.

_____. **NBR 5739**: ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos de concreto. Rio de Janeiro, 1994a.

_____. **NBR 8802**: concreto endurecido: determinação da velocidade de propagação de onda ultra sônica. Rio de Janeiro, 1994b.

_____. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

AZEREDO, H. A. **O edifício até sua cobertura**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

BARBOSA, M. T. G. Metodologia de dosagem de argamassas mistas. In: SÁNCHEZ FILHO, E. S. (org.). **Alvenaria estrutural**: novas tendências técnicas e de mercado. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. p. 11-18.

BASSO, A.; RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. Fissuras em paredes de alvenaria estrutural sob lajes de cobertura em edifícios. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES (CONPAT), 4., 1997, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, v. 1, 1997. p. 367-374.

BAUD, G. **Manual de pequenas construções**: alvenaria e concreto armado. Curitiba: Hemus, 2002.

BRICK INDUSTRY ASSOCIATION. **Volume changes and effects of movement**. Reston: BIA, 1991. (Technical notes, 18).

CINCOTTO, M. A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini: IPT, 1988. p. 549-554.

COÊLHO, R. S. A. **Alvenaria estrutural**. São Luís: UEMA, 1998.

CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT. The performance concept and its terminology. **Building research and practice**, Rotterdam, v. 3, p. 18-22, jan./feb. 1975.

COPELAND, R. E. Shrinkage and temperature stresses in masonry. **ACI Journal**. [s. l.]: [s. n.], 1957, 53, p. 769-780.

CREMONINI, R. A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre**: recomendações para projeto, execução e manutenção. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

CROCE, S. New technologies and new pathologies: the european experience. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO (CONPAT), 8., 2003, Mérida. **Anais...** Mérida: ALCONPAT, v. 2, 2003. p. 104-114. CD-ROM.

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. 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. p. 3-31. CD-ROM.

DUARTE, R. B. **Fissuras em alvenarias: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação.** Porto Alegre: CIENTEC, 1998. (Boletim técnico, 25).

DUARTE, R. B. Colapso de edifícios construídos com tijolos furados. **Jornal do CREA-RS**, Porto Alegre, ano XXIX, n. 10, p. 8, fev. 2004.

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.** 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.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

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: UFRGS, v. 2, 1997. p. 419-425.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/DIS 7164: performance standards in building: definitions and means of expression for the performance of a whole building.** London, 1985.

IOSHIMOTO, E. Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais. In: **Tecnologia de edificações.** São Paulo: Pini: IPT, 1988. p. 545-548.

JAWOROSKI, H. C. **Estudo experimental em alvenaria estrutural: resistência à compressão e resistência de aderência.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

KAZMIERCZAK, C. S. **Desempenho de alvenarias de materiais cerâmicos à penetração de água da chuva: uma análise de fatores condicionantes.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

MALLMANN, E. P. **Introdução à metodologia científica.** 2. ed. Porto Alegre: Acadêmica, 1981.

MAÑÁ, F. **Patologia de las cimentaciones.** Barcelona: Blume, 1978.

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: EPUSP, 1998. p. 79-86.

MOLINARI NETO, M. A. **Um modelo realístico para a análise de pórtico plano solidário a paredes de alvenaria, submetido a carregamento quase estático, monotônico e crescente.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

MOLITERNO, A. **Caderno de estruturas em alvenaria e concreto simples**. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

ORTIZ, J. M. R. **La cimentacion**. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos, [198-]. (Curso de rehabilitación, 4).

PRUDÊNCIO JR., L. R.; OLIVEIRA, A. L.; BEDIN, C. A. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Florinópolis: [s. n.], 2002.

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

SABBATINI, F. H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1984.

SÁNCHEZ, E. Dimensionamento de alvenaria não armada pelo método das tensões admissíveis. In: SÁNCHEZ FILHO, E. S. (org.). **Alvenaria estrutural: novas tendências técnicas e de mercado**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

SAHLIN, S. **Structural masonry**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1971.

SILVA, J. A. R. M.; ABRANTES, V. Avaliação do risco de fissuração de alvenarias de tijolo sob ações de carácter térmico. In: Congresso Latino-americano em tecnologia e gestão na produção de edifícios, soluções para o terceiro milênio, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 1998. p. 87-94.

SILVA, L. M. B. **Desenvolvimento de um sistema especialista para diagnóstico de fissuras em concreto armado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

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

TRILL, J.; BOWYER, J. T. **Construcción, el caso de la esquina rota y otros problemas constructivos: una aproximación científica a la patología**. Barcelona: Gustavo Gili, 1982.

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. p. 121-128. CD-ROM.

VERÇOSA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Sagra, 1991.

VIDES, G. R. et al. Concretos sin y con retracción controlada para la rehabilitación de estructuras. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO (CONPAT), 8., 2003, Mérida. **Anais...** Mérida: ALCONPAT, v. 3, 2003. p. 97-104. CD-ROM.

APÊNDICE A – PLANILHA DE LEVANTAMENTO DE DADOS
MÉTODO I - INCIDÊNCIA

Planilha de Levantamento de Dados - Método I - Incidência														pg. 1	
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico			Observações	
					Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.		
Grupo 1															
1	1980	3	Pr. Com.	N					1						
		2	Casa	N	1	1									
2	1980	1	Casa	N	1	1									
3	1980	2	Casa	N	1	1									
4	1980	2	Casa	N	1	1									
5	1980	8	Ed. Res.	S	1	1									
6	1980	2	Casa	N	1	1									
7	1981	2	Casa	N	1	1									
8	1981	2	Casa	N	1	1									
9	1981	2	Clube	N											
10	1980	Relatório não considerado													
11	1980	3	Ed. Res.	N	1	1									
12	1980	4	Ed. Res.	Misto											
		1	Casa	N	1	1									
13	1980	3	Pr. Com.	N	1	1									
14	1980	4	Ed. Res.	N	1	1									
15	1981	2	Ed. Res.	N	1	1									
16	1981	2	Pr. Com.	N	1	1									
		2	Casa	N	1	1									
		3	Pr. Com.	N	1	1									
		2	Casa	N	1	1									
17	1980	2	Casa	N	1	1									
18	1980	4	Ed. Res.	N	1	1									
19	1980	Relatório não considerado													
20	1980	1	Casa	N	1	1									
21	1980	5	Ed. Res.	Misto	1	1									
22	1979	2	Casa	N	1	1									
23	1979	Relatório não considerado													
24	1979	4	Ed. Res.	-											
		4	Ed. Res.	-											
		2	Casa	N	1	1									
25	1979	2	Casa	N	1	1									
26	1979	2	Casa	N	1	1									
27	1979	5	Ed. Res.	-	1	1									
		4	Ed. Res.	-	1	1									
28	1979	2	Casa	N	1	1									
29	1979	2	Casa	N	1	1									
30	1979	7	Ed. Res.	S											
31	1979	Relatório não considerado													
32	1979	1	Casa	N											
33	1979	2	Casa	N	1	1									
		2	Casa	N											

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método I - Incidência														pg. 2
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico			Observações
					Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.	
34	1979	2	Casa	N	1	1	1							
35	1979	4	Ed. Res.	-	1	1	1							
36	1979	2	Casa	N	1	1	1							
37	1979	2	Casa	N	1	1	1						3.7.2	
38	1980	4	Hospital	S	1	1	1							
39	1980	8	Hospital	S	1	1	1							Disseminadas
40	1980	10	Ed. Res.	S	1	1	1							
41	1979	2	Casa	N	1	1	1							
42	1979	1	Casa	N	1	1	1							
43	1979	14	Ed. Res.	S	1	1	1						3.7.1	
44	1979	5	Relatório não considerado	-	1	1	1						3.4.5	(S/ informações)
45	1979	1	Ed. Res.	N	1	1	1							
46	1979	2	Casa	N	1	1	1							
47	1979	1	Casa	N	1	1	1							
48	1978	4	Relatório não considerado	-	1	1	1							(Estrutura)
49	1978	2	Ed. Res.	N	1	1	1							
50	1978	2	Casa	N	1	1	1							
51	1979	2	Casa	N	1	1	1						3.5.1	Disseminadas
52	1978	1	Casa	N	1	1	1							
53	1978	2	Casa	N	1	1	1							
54	1978	4	Ed. Res.	-	1	1	1							
55	1978	7	Ed. Res.	S	1	1	1							Leve
56	1978	2	Casa	N	1	1	1							
57	1978	1	Casa	N	1	1	1							Leve
58	1978	8	Ed. Res.	S	1	1	1							
59	1978	1	Casa	N	1	1	1							
60	1978	5	Ed. Res.	Misto	1	1	1							
61	1978	6	Ed. Res.	Misto	1	1	1							
62	1978	1	Casa	N	1	1	1							
63	1978	2	Casa	N	1	1	1							
64	1978	1	Casa	N	1	1	1							
65	1978	2	Relatório não considerado	-	1	1	1							
66	1978	1	Cinema	N	1	1	1							(Estrutura)
67	1978	3	Relatório não considerado	-	1	1	1							
68	1978	3	Escola	N	1	1	1							(Umidade)
69	1978	2	Casa	N	1	1	1							
70	1977	6	Ed. Res.	-	1	1	1							

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método I - Incidência														pg. 3					
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico			Observações					
					Horiz.	Vert.	Incl.	Esquadr.	Interf.	Horiz.	Vert.	Incl.							
71	1977	1	Pavilhão	S									3.5.1				Leve		
72	1977	2	Casa	N		1							3.7.2						
73	1977	1	Casa	N															
74	1977	7	Pr. Com.	S															
75	1977	5	Ed. Res.	Misto		1	1	1	1										
76	1977	1	Pavilhões	S															
77	1977	3	Ed. Res.	N		1													
78	1977	1	Casa	N		1	1	1	1										
79	1977	2	Casa	N		1													
80	1977	23	Pr. Com.	S		1	1	1	1										
81	1977		Relatório não considerado															(Estrutura)	
82	1977	3	Ed. Res.	Misto		1													
83	1978	2	Pr. Com.	S		1	1	1	1										
84	1977	4	Ed. Res.	Misto		1	1	1	1										
85	1978	1	Pr. Públ.	N															
86	1977	1	Casa	N															
87	1977		Relatório não considerado																
88	1977	1	Pr. Com.	N															
89	1977	1	Casa	N															
90	1977	1	Casa	N															
91	1986	1	Núcleo casas	N															
92	1986	1	Núcleo casas	N		1													
		1	Núcleo casas	N															
		1	Núcleo casas	N															
93	1986	1	Núcleo casas	N															
		2	Núcleo Ed.	N															
		1	Núcleo casas	N		1	1	1	1										
		2	Núcleo casas	N		1	1	1	1										
		1	Núcleo casas	N															
			Relatório não considerado																
		1	Núcleo casas	N															
		1	Núcleo casas	N															
		1	Núcleo casas	N															
95	1986	1	Núcleo casas	N															
96	1986	1	Escola	N															
97	1986	1	Núcleo casas	N															
		1	Núcleo casas	N															
		2	Núcleo Ed.	N															
98	1987	4	Núcleo Ed.	N															
99	1985	5	Ed. Res.	S															
100	1985		Relatório não considerado																
101	1985	1	Casa	N		1	1	1	1										
102	1985		Relatório não considerado																(Umidade)

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método I - Incidência															pg. 4
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico			Observações	
					Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.		
103	1985	1	Pavilhão	S											
104	1986	1	Relatório não considerado												
105	1986	1	Casa	N	1										(Junta)
		1	Casa	N	1										
		1	Relatório não considerado												(Arrimo)
106	1986	1	Casa	N	1	1	1	1							(Estrutura)
107	1986	1	Relatório não considerado												
108	1986	1	Casa	N	1				1						
109	1986	2	Casa	N					1						
110	1987	3	Ed. Res.	-							3.4.5				
111	1987	6	Ed. Res.	S	1	1	1	1			3.2.1				
112	1987		Relatório não considerado												
113	1987	3	Pr. Públ.	Misto											
114	1987	1	Casa	N	1	1	1	1			3.5.1				(Estrutura)
		1	Casa	N	1	1	1	1							Disseminadas
		1	Casa	N	1	1	1	1							
115	1987	8	Pr. Com.	S							3.4.5				
116	1986		Relatório não considerado												
117	1987	1	Hospital	N							3.2.1	3.2.3	3.2.4		(Umidade)
118	1986	1	Casa	N	1										
		2	Casa	N											
119	1986	1	Casa	N	1	1	1	1			3.2.4				
120	1986	3	Casa	N	1	1	1	1							
		4	Ed. Res.	Misto											
121	1986		Relatório não considerado												
122	1986		Relatório não considerado												
123	1986	3	Pr. Públ.	N	1	1	1	1			3.2.1	3.2.8			
124	1987	2	Pr. Públ.	N							3.2.7				
125	1986	2	Casa	N	1										
		2	Casa	N											
126	1986	1	Casa	N	1	1	1	1			3.7.1	3.7.2			
		1	Casa	N	1	1	1	1							
127	1986	2	Pr. Públ.	N											
128	1986	8	Ed. Res.	S							3.4.1				
129	1986	1	Casa	N	1						3.2.6				
130	1986	5	Ed. Res.	Misto							3.7.2	3.5.1			Por buraco
131	1986		Relatório não considerado								3.2.2				(Estrutura)
132	1986	3	Casa	N	1	1	1	1							
		2	Casa	N	1	1	1	1							

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico						Fissuras em muros s/ diagnóstico						Observações										
					Horiz.		Vert.		Incl.		Esquadr.		Interf.		Horiz.			Vert.		Incl.							
133	1986	2	Pr. Esportes	S																							
134	1986	2	Pr. Públ.	N																							
135	1986	13	Ed. Res.	S				1																			
136	1985	3	Ed. Res.	Misto				1	1	1																	
137	1985		Relatório não considerado																								
138	1984	1	Casa	N																							
139	1985	3	Pr. Com.	S																							
140	1985	3	Relatório não considerado																								
141	1985	2	Casa	N		1	1																				
142	1985	1	Casa	N			1	1																			
143	1985	1	Casa	N			1	1																			
143	1985	4	Ed. Res.	N																							
144	1984		Relatório não considerado																								
145	1985		Relatório não considerado																								
146	1985	1	Casa	N					1																		
147	1985		Relatório não considerado																								
148	1985	1	Pavilhão	N																							
149	1985	8	Ed. Res.	S																							
150	1985	1	Casa	N			1																				
151	1985	2	Casa	N																							
152	1985	5	Ed. Res.	N																							
153	1985		Relatório não considerado																								
154	1985		Relatório não considerado																								
155	1985		Relatório não considerado																								
156	1986		Relatório não considerado																								
157	1985	4	Ed. Res.	N					1																		
158	1985	1	Casa	N				1																			
158	1985	1	Casa	N				1																			
159	1985	1	Casa	N																							
160	1984	2	Casa	N																							
161	1984	2	Casa	N		1	1			1																	
162	1984		Relatório não considerado																								
163	1984	1	Casa	N		1		1	1																		
		1	Casa	N			1		1																		
		1	Casa	N			1		1																		
		2	Casa	N			1		1																		
164	1984	2	Casa	N																							
		1	Casa	N			1	1																			
165	1984	1	Casa	N			1	1	1																		

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método I - Incidência														pg. 6
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico			Observações
					Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.	
166	1984	3	Ed. Res.	N	1									
167	1984	2	Casa	N	1	1	1							
168	1984	1	Pr. Públ.	S										
169	1983		Relatório não considerado											
170	1983	1	Casa	N	1									
171	1983	2	Casa	N										
172	1984	1	Casa	N										
173	1983		Relatório não considerado											
174	1984	2	Ed. Res.	N	1									
175	1984	5	Ed. Res.	S		1								
176	1984	1	Casa	N			1							
177	1984	3	Pr. Públ.	N	1	1								
178	1983	2	Pr. Com.	N		1	1							
179	1983		Relatório não considerado											
180	1983	2	Casa	N										
181	1983	5	Ed. Res.	Misto										
182	1983	3	Pr. Públ.	N										
183	1983	4	Ed. Res.	Misto										
184	1983		Relatório não considerado											
185	1983	3	Ed. Res.	Misto										
186	1983		Relatório não considerado											
187	1983		Relatório não considerado											
188	1983	3	Hospital	Misto			1							
189	1983		Relatório não considerado											
190	1983	2	Casa	N										
191	1982		Relatório não considerado											
192	1983		Relatório não considerado											
193	1983		Relatório não considerado											
194	1983	1	Casa	N			1							
195	1982		Relatório não considerado											
196	1982		Relatório não considerado											
197	1982	1	Escola	N										
198	1982	2	Casa	N										
199	1982	1	Casa	N										
200	1982	1	Casa	N		1								
201	1982	2	Casa	N		1								
202	1982	2	Casa	N		1	1							
203	1987		Relatório não considerado											
204	1987	3	Pr. Com.	N										
205	1982		Relatório não considerado											

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método I - Incidência														pg. 7
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico			Observações
					Horiz.	Vert.	Incl.	Esquadr.	Interf.	Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	
206	1982	2	Casa	N		1								(Estrutura)
207	1982		Relatório não considerado											
208	1982	4	Pr. Públ.	N		1								Disseminadas
209	1982	3	Pr. Com.	N								3.5.1		
210	1982	1	Pavilhão	S								3.5.5		(Estrutura)
211	1981		Relatório não considerado											
212	1982	-	Pr. Com.	S		1								(Revestimento)
213	1981		Relatório não considerado											
214	1982	14	Ed. Res.	S		1		1						
215	1981	2	Casa	N		1		1						
216	1981	14	Ed. Res.	S		1		1						
217	1981	2	Casa	N		1		1						
218	1981	2	Pr. Com.	S		1		1						
219	1981	4	Ed. Res.	S								3.1.2	3.1.3	3.7.2
220	1981	2	Casa	N		1		1				3.5.1		Tij. s/ qualidade Disseminadas
221	1981	2	Casa	N		1		1						
222	1981	8	Ed. Res.	S		1		1						(Estrutura)
223	1981		Relatório não considerado											
224	1981	2	Casa	N		1		1						
225	1981	2	Casa	N		1		1						
226	1981	6	Ed. Res.	S		1		1						
227	1981	3	Ed. Res.	Misto		1		1						
228	1981		Relatório não considerado											(Estrutura)
229	1981		Relatório não considerado											(Incêndio)
230	1981		Relatório não considerado											(Estrutura)
231	1981	10	Pr. Públ.	S								3.2.2	3.4.1	
232	1981		Relatório não considerado											(Estrutura)
233	1981		Relatório não considerado											(Umidade)
234	1981	3	Ed. Res.	N		1								
235	1982		Relatório não considerado											(Umidade)
236	1980	3	Ed. Res.	N		1		1						
237	1980	6	Ed. Res.	S								3.2.1	3.2.2	3.2.8
238	1980	1	Casa	N		1		1						3.5.1
239	1980		Relatório não considerado											(Revestimento)
240	1980		Relatório não considerado											(Umidade)
241	1980		Relatório não considerado											(Umidade)
242	1980	5	Ed. Res.	S		1		1						
243	1980	1	Casa	N		1		1						
244	1981		Relatório não considerado											(Revestimento)
245	1980		Relatório não considerado											(Estrutura)
246	1980	4	Pr. Com.	N								3.5.1		Disseminadas

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método I - Incidência																pg. 8
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico		Fissuras em muros s/ diagnóstico		Fissuras com diagnóstico			Observações				
					Horiz.	Vert.	Incl.	Esquadr.	Interf.	Horiz.	Vert.		Incl.			
Grupo 2																
1	2000	-	Relatório não considerado													(Estrutura)
2	2000	2	Casa	N							3.3.5					(Arrimo)
3	2000	-	Relatório não considerado				1									
4	2000	2	Casa	N			1	1	1			3.4.1				
5	2000	-	-	-			1	1	1	1						
6	2000	-	-	-			1	1	1	1						
7	2000	-	Relatório não considerado													(Incêndio)
8	2000	-	Relatório não considerado													(Estrutura)
9	2000	-	Relatório não considerado													(Ensaio)
10	2000	-	Relatório não considerado													(Ensaio)
11	2000	-	Relatório não considerado													(Estrutura)
12	2000	-	Ed. Res.	S							3.4.1	3.4.5				
13	2000	-	-	-						1	1	1	1			
14	2000	-	Relatório não considerado													(Arrimo)
15	2000	2	-	N					1							
16	2000	-	Pr. Públ.	S			1	1			3.7.2	3.2.8	3.5.1	3.2.7		
17	2000	-	-	-			1	1	1	1	3.3.5					
18	1999	-	Relatório não considerado													(Ensaio)
19	1999	-	Relatório não considerado													(Estrutura)
20	1999	2	Ed. Res.	N			1	1	1							
21	1999	-	Ed. Res.	-							3.5.1					
22	1999	-	Ed. Res.	S			1				3.2.1	3.2.7	3.4.5			
23	1999	-	Ed. Res.	S							3.2.1	3.2.2				
24	1999	-	Relatório não considerado													(Estrutura)
25	1999	-	Ed. Res.	Misto							3.4.1					
26	1999	-	Ed. Res.	-												
27	1999	-	Ed. Res.	-					1	1						(Revestimento)
28	1999	-	Relatório não considerado													(Corrosão)
29	1999	-	Relatório não considerado													
30	1999	-	Núcleo Ed.	N												Disseminadas
31	1999	12	Ed. Res.	S							3.5.1	3.4.1	3.4.4			(Corrosão)
32	1999	-	Relatório não considerado													
33	1999	-	-	-						1						
34	1999	-	-	-												
35	1999	3	Ed. Res.	N			1	1	1	1	3.5.1					
36	1999	-	Relatório não considerado													(Revestimento)
37	1999	-	Ed. Res.	S							3.3.4	3.4.1				

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método I - Incidência														pg. 9
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico			Observações
					Horiz.	Vert.	Incl.	Esquadr.	Interf.	Horiz.	Vert.	Incl.		
38	1999	-	Ed. Res.	-	-	1								
39	1999	-	-	-	-		1							
40	1999	-	-	-	-									
41	1999	-	Relatório não considerado	-	-									
42	1999	-	Relatório não considerado	-	-									(Estrutura)
43	1999	-	Ed. Res.	-	-		1							(Estrutura)
44	1999	-	Relatório não considerado	-	-									(Concr. celular)
45	1999	-	Casa	N	-		1	1						
46	1999	-	Ed. Res.	-	-						3.2.1	3.3.5		
47	1999	-	-	-	-		1			1				
48	1999	-	-	-	-		1	1	1		3.4.5	3.2.8	3.3.6	
49	1999	-	Relatório não considerado	-	-									(Metálica)
50	1999	-	Relatório não considerado	-	-									(Ensaio)
51	2003	-	Relatório não considerado	-	-									(Arrimo)
52	2003	-	Relatório não considerado	-	-									(Corrosão)
53	2003	-	Relatório não considerado	-	-									(Controle)
54	2003	-	Relatório não considerado	-	-									(Controle)
55	2003	-	Relatório não considerado	-	-									(Ensaio)
56	2003	-	Relatório não considerado	-	-									(Controle)
57	2002	-	Relatório não considerado	-	-									(Controle)
58	2002	-	Relatório não considerado	-	-									(Ensaio)
59	2002	-	Relatório não considerado	-	-									(Controle)
60	2002	-	Relatório não considerado	-	-									(Controle)
61	2002	-	Relatório não considerado	-	-									(Ensaio)
62	2002	-	Relatório não considerado	-	-									(Ensaio)
63	2002	-	Pr. Públ.	S	-						3.4.1	3.2.6		(Estrutura)
64	2002	-	Relatório não considerado	-	-									(PVC)
65	2002	-	Pr. Públ.	-	-						3.5.1	3.7.1		
66	2002	-	Relatório não considerado	-	-									(Fundação)
67	2002	-	Relatório não considerado	-	-									(Estrutura)
68	2002	-	Escola	S	-						3.5.1			
69	2002	-	Relatório não considerado	-	-									(S/ informações)
70	2002	-	Relatório não considerado	-	-									(S/ informações)
71	2002	-	-	-	-		1							
72	2002	2	Casa	N	-		1			1				
73	2002	3	Ed. Res.	-	-			1	1					
74	2002	-	Ed. Res.	S	-		1		1				1	
75	2001	-	Relatório não considerado	-	-									(Umidade)
76	2001	-	Ed. Res.	-	-						3.5.1			
77	2001	-	Ed. Res.	-	-						3.5.1			

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico						Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico	pg. 10					
					Horiz.		Vert.		Incl.		Interf.		Horiz.			Vert.		Incl.		
78	2001	-	Ed. Res.	S	1	1	1	1	1	1	1	1				Observações (Revestimento)				
79	2001	-	Ed. Res.	S	1	1	1	1	1	1	1	1				Observações (Revestimento)				
80	2001	2	Relatório não considerado	N	1	1	1	1	1	1	1	1								
81	2001	2	Casa	N	1	1	1	1	1	1	1	1								
82	2001	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1								
83	2001	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1								
84	2001	-	Museu	-	1	1	1	1	1	1	1	1	3.6.1			C/ desagregação				
85	2001	2	Casa	N	1	1	1	1	1	1	1	1								
86	2001	-	Relatório não considerado	N	1	1	1	1	1	1	1	1				(Estrutura)				
87	2001	-	Relatório não considerado	N	1	1	1	1	1	1	1	1				(Cobertura)				
88	2001	-	Relatório não considerado	N	1	1	1	1	1	1	1	1				(Estrutura)				
89	2001	2	Casa	N	1	1	1	1	1	1	1	1	3.5.1			Leve				
90	2001	-	Ed. Res.	-	1	1	1	1	1	1	1	1	3.5.1			Escavação vizinha				
91	2001	1	Casa	N	1	1	1	1	1	1	1	1	3.5.1			Leve				
92	2001	2	Casa	N	1	1	1	1	1	1	1	1	3.7.2			12 X 1(B) do muro				
93	2002	2	Casa	N	1	1	1	1	1	1	1	1								
94	2001	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1								
95	2001	-	Relatório não considerado	N	1	1	1	1	1	1	1	1				(Estrutura)				
96	2001	2	Ed. Res.	N	1	1	1	1	1	1	1	1								
97	2001	3	Ed. Res.	-	1	1	1	1	1	1	1	1	3.2.1							
98	2001	2	Pavilhão	S	1	1	1	1	1	1	1	1	3.4.3							
99	2001	-	Pr. Públ.	Misto	1	1	1	1	1	1	1	1	3.5.1			Nítido 3.5.2 (Prova de carga)				
100	2001	-	Relatório não considerado	N	1	1	1	1	1	1	1	1								
101	2001	1	Escola	S	1	1	1	1	1	1	1	1	3.5.1							
102	2001	3	Escola	S	1	1	1	1	1	1	1	1	3.4.1	3.4.3		Obra				
103	2003	3	Pr. Públ.	S	1	1	1	1	1	1	1	1	3.5.1			Obra				
104	2001	2	Casa	N	1	1	1	1	1	1	1	1	3.5.1			(Arrimo)				
105	2001	1	Casa	N	1	1	1	1	1	1	1	1	3.7.2							
106	2000	3	Pr. Corn.	N	1	1	1	1	1	1	1	1	3.5.1							
107	2000	-	Ed. Res.	S	1	1	1	1	1	1	1	1	3.4.1							
108	2000	-	Relatório não considerado	N	1	1	1	1	1	1	1	1				(Piso)				
109	2000	1	Casa	N	1	1	1	1	1	1	1	1	3.3.5							
110	2000	2	Casa	N	1	1	1	1	1	1	1	1	3.3.5							
111	2000	-	Ed. Res.	-	1	1	1	1	1	1	1	1								
112	2000	2	Escola	S	1	1	1	1	1	1	1	1	3.5.1							
112	2000	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1								

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

APÊNDICE B – PLANILHA DE LEVANTAMENTO DE DADOS
MÉTODO II - INTENSIDADE

Planilha de Levantamento de Dados - Método II - Intensidade														pg. 1
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico	Observações		
					Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.				
Grupo 1														
					Horiz.	Vert.	Incl.	Esquadr.	Interf.	Horiz.	Vert.	Incl.		
1	1980	3	Pr. Com.	N				2	1(H)					
		2	Casa	N	1	1			1(H)					
2	1980	1	Casa	N		1	2	1						
3	1980	2	Casa	N	1		3	2			1(C)			
4	1980	2	Casa	N	1	2	1	1	2(H)		1(C)			
5	1980	8	Ed. Res.	S	2	2	1	1	3(H),1(V)					
6	1980	2	Casa	N		1	1	1	1(H)		3.2.8			
7	1981	2	Casa	N		1,2(D)	2		3(H),1(V)		3.5.1(4)		Disseminadas	
8	1981	2	Casa	N				1			3.7.2			
9	1981	2	Clube	N							3.7.2			
10	1980		Relatório não considerado										(Estrutura)	
11	1980	3	Ed. Res.	N		1(D)	1	1						
12	1980	4	Ed. Res.	Misto					1(V)					
		1	Casa	N	1	2	2							
13	1980	3	Pr. Com.	N	1	2,1(D)		3						
14	1980	4	Ed. Res.	N	1	1	1	2	2(H)		1(C)			
15	1981	2	Ed. Res.	N	2	2	1	2	3(H)		1(C)		3.4.5	
16	1981	2	Pr. Com.	N		2	2	1	1(H)					
		2	Casa	N		1	1	1	1(V)					
		3	Pr. Com.	N		1	1	1	1(H)					
17	1980	2	Casa	N		1(D)	1	1						
18	1980	4	Ed. Res.	N		1								
19	1980		Relatório não considerado											
20	1980	1	Casa	N	2	5	3	1	1(V)		1(C)			
21	1980	5	Ed. Res.	Misto		1(D)		2	2(H)		1(C)			
22	1979	2	Casa	N		1,1(D)								
23	1979		Relatório não considerado											
24	1979	4	Ed. Res.	-				1	1(H)		1(C)			
		4	Ed. Res.	-							1(B)			
		2	Casa	N			1	2	1(H)					
25	1979	2	Casa	N							3.5.1(8)		Disseminadas	
26	1979	2	Casa	N	1		1							
27	1979	5	Ed. Res.	-		1	1	1	2(H)		1(B)			
		4	Ed. Res.	-		1								
28	1979	2	Casa	N							3.2.2	3.5.1(5)	3.2.1(2)	
29	1979	2	Casa	N		2		1			3.7.2			
30	1979	7	Ed. Res.	S							3.5.1(2)	3.4.1		
31	1979		Relatório não considerado											
32	1979	1	Casa	N										
33	1979	2	Casa	N		2			2(H)		1(B)			
		2	Casa	N				1	2(H)					

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método II - Intensidade														pg. 2
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico			Observações
					Horiz.	Vert.	Incl.	Esquadr.	Interf.	Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	
34	1979	2	Casa	N	1	2(D)	1	2(H)						
35	1979	4	Ed. Res.	-	1(D)	1(D)	2	1(H)					3.7.2	
36	1979	1	Casa	N			1	1(H)						
37	1979	2	Casa	N	1	1	2	1(H)						
38	1980	4	Hospital	S										Disseminadas
39	1980	8	Hospital	S	1	1								
40	1980	10	Ed. Res.	S	3	3	2	3(H)						
41	1979	2	Casa	N	1	2, 1(D)	1	1(H)						
42	1979	1	Casa	N	1	1	1	1(A)						
43	1979	14	Ed. Res.	S	2, 1(D)	1	1	1(C)					3.7.1	3.7.2
44	1979	Relatório não considerado			1								3.4.5	
45	1979	5	Ed. Res.	-	1	1	2	1(H)						(S/ informações)
46	1979	1	Casa	N	2	4	2	1						
47	1979	2	Casa	N	1	2	1	1(H)						
48	1978	1	Casa	N	1	1	1							
49	1978	4	Ed. Res.	-			1	2(H)						(Estrutura)
50	1978	2	Casa	N									3.5.1(6)	Disseminadas
51	1979	2	Casa	N	7		1	1(H)						
52	1978	1	Casa	N	1	1	1							
53	1978	2	Casa	N										
54	1978	4	Ed. Res.	-	1	2	2	1	1(H)					Leve
55	1978	7	Ed. Res.	S	1	1	1	1(V)						
56	1978	2	Casa	N	3	3	1	2(H)						Leve
57	1978	1	Casa	N	1	1	1	1(H)						
58	1978	8	Ed. Res.	S			1	1(H)						
59	1978	1	Casa	N	1	1	1	1(H)						
60	1978	5	Ed. Res.	Misto	1	2	3	2	3(H)				3.7.2	
61	1978	6	Ed. Res.	Misto	2	1	2	1						
62	1978	1	Casa	N	3	3	1	1						
63	1978	2	Casa	N	1	1	2	1	1(H)					
64	1978	1	Casa	N	4								1(C)	
65	1978	2	Relatório não considerado											(Estrutura)
66	1978	1	Cinema	N	1	1	1							
67	1978	1	Casa	N	1, 1(D)	1								
68	1978	3	Relatório não considerado											
69	1978	2	Escola	N									1(C)	(Umidade)
70	1977	6	Casa	N	1	1	1							
			Ed. Res.	-	1	1	2	1(H)						

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método II - Intensidade														pg. 3
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico		Fissuras em muros s/ diagnóstico		Fissuras com diagnóstico			Observações		
					Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Incl.	Esquadr.	Interf.		Horiz.	Vert.
71	1977	1	Pavilhão	S							3.5.1			Leve
72	1977	2	Casa	N		1(D)					3.7.2			
73	1977	1	Casa	N										
74	1977	7	Pr. Com.	S										
75	1977	5	Ed. Res.	Misto		1	2	1	1	1(H)				
76	1977	1	Pavilhões	S										
77	1977	3	Ed. Res.	N										
78	1977	1	Casa	N		2	1	1		1(H)				
79	1977	2	Casa	N		1								
80	1977	23	Pr. Com.	S		2	3	4		1(H), 3(V)				
81	1977		Relatório não considerado											(Estrutura)
82	1977	3	Ed. Res.	Misto		3								
83	1978	2	Pr. Com.	S		1		1		1(V)				
84	1977	4	Ed. Res.	Misto		1	1	1	1	1(H)				
85	1978	1	Pr. Públ.	N										
86	1977	1	Casa	N										
87	1977		Relatório não considerado											(Umidade)
88	1977	1	Pr. Com.	N										Leve
89	1977	1	Casa	N				1						
90	1977	1	Casa	N										Leve
91	1986	1	Núcleo casas	N										
92	1986	1	Núcleo casas	N		1				2(H)				
		1	Núcleo casas	N										
		1	Núcleo casas	N										
93	1986	1	Núcleo casas	N				1						
		2	Núcleo Ed.	N										
94	1986	1	Núcleo casas	N		1		1						
		2	Núcleo casas	N		1		1						
		1	Núcleo casas	N				1		1(H)				
			Relatório não considerado											(Estrutura)
		1	Núcleo casas	N										
		1	Núcleo casas	N										
95	1986	1	Núcleo casas	N				1						
96	1986	1	Escola	N										
97	1986	1	Núcleo casas	N										Leve
		1	Núcleo casas	N				1						
		2	Núcleo Ed.	N										
98	1987	4	Núcleo Ed.	N										
99	1985	5	Ed. Res.	S										
100	1985		Relatório não considerado											
101	1985	1	Casa	N		1		1						(Umidade)
102	1985		Relatório não considerado											(Umidade)

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método II - Intensidade														pg. 4	
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico			Observações	
					Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.		
103	1985	1	Pavilhão	S			1								
104	1986	1	Relatório não considerado												(Junta)
105	1986	1	Casa	N			2								
		1	Casa	N			1, 1(C)								(Arrimo)
		1	Relatório não considerado												
106	1986	1	Casa	N			2								(Estrutura)
107	1986	1	Relatório não considerado												
108	1986	1	Casa	N			1								
109	1986	2	Casa	N											
110	1987	3	Ed. Res.	-											
111	1987	6	Ed. Res.	S			1								
112	1987	1	Relatório não considerado												
113	1987	3	Pr. Públ.	Misto											(Estrutura)
114	1987	1	Casa	N			1								Disseminadas
		1	Casa	N			1								
		1	Casa	N			1								
115	1987	8	Pr. Com.	S											
116	1986	1	Relatório não considerado												
117	1987	1	Hospital	N											
118	1986	1	Casa	N			1								
		2	Casa	N											
119	1986	1	Casa	N			2								
120	1986	3	Casa	N			1								
		4	Ed. Res.	Misto			1								
121	1986	1	Relatório não considerado												
122	1986	1	Relatório não considerado												
123	1986	3	Pr. Públ.	N			1								
124	1987	2	Pr. Públ.	N											
125	1986	2	Casa	N			1								
		2	Casa	N											
126	1986	1	Casa	N											
		1	Casa	N			1								
127	1986	2	Pr. Públ.	N			2								
128	1986	8	Ed. Res.	S											
129	1986	1	Casa	N											
130	1986	5	Ed. Res.	Misto			1								
131	1986	1	Relatório não considerado												
132	1986	3	Casa	N			2								
		2	Casa	N			1								

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método II - Intensidade															pg. 6
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico			Observações	
					Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.		
			Ed. Res.	N	Esquadr.	Interf.	Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.
166	1984	3	Ed. Res.	N											
167	1984	2	Casa	N		2(H)									
168	1984	1	Pr. Públ.	S											
169	1983	1	Relatório não considerado												
170	1983	1	Casa	N											
171	1983	2	Casa	N											
172	1984	1	Casa	N		1(H)									
173	1983	2	Relatório não considerado												
174	1984	2	Ed. Res.	N		1(H)									
175	1984	5	Ed. Res.	S		1(H), 1(V)									
176	1984	1	Casa	N											
177	1984	3	Pr. Públ.	N											
178	1983	2	Pr. Com.	N											
179	1983	2	Relatório não considerado												
180	1983	2	Casa	N											
181	1983	5	Ed. Res.	Misto											
182	1983	3	Pr. Públ.	N											
183	1983	4	Ed. Res.	Misto											
184	1983	4	Relatório não considerado												
185	1983	3	Ed. Res.	Misto											
186	1983	3	Relatório não considerado												
187	1983	3	Relatório não considerado												
188	1983	3	Hospital	Misto											
189	1983	2	Relatório não considerado												
190	1983	2	Casa	N											
191	1982	2	Relatório não considerado												
192	1983	1	Relatório não considerado												
193	1983	1	Relatório não considerado												
194	1983	1	Casa	N											
195	1982	1	Relatório não considerado												
196	1982	1	Relatório não considerado												
197	1982	1	Escola	N											
198	1982	2	Casa	N											
199	1982	1	Casa	N											
200	1982	1	Casa	N											
201	1982	2	Casa	N											
202	1982	2	Casa	N											
203	1987	2	Relatório não considerado												
204	1987	3	Pr. Com.	N											
205	1982	3	Relatório não considerado												

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método II - Intensidade														pg. 7
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico		Fissuras com diagnóstico		Observações		
					Horiz.	Vert.	Incl.	Esquadr.	Interf.	Horiz.	Vert.		Incl.	
206	1982	2	Casa	N										
207	1982		Relatório não considerado											
208	1982	4	Pr. Públ.	N									(Estrutura)	
209	1982	3	Pr. Corn.	N									Disseminadas	
210	1982	1	Pavilhão	S										
211	1981		Relatório não considerado										(Estrutura)	
212	1982	-	Pr. Corn.	S									(Revestimento)	
213	1981		Relatório não considerado											
214	1982	14	Ed. Res.	S										
215	1981	2	Casa	N										
216	1981	14	Ed. Res.	S										
217	1981	2	Casa	N										
218	1981	2	Pr. Corn.	S										
219	1981	4	Ed. Res.	S										
220	1981	2	Casa	N										
221	1981	2	Casa	N										
222	1981	8	Ed. Res.	S										
223	1981		Relatório não considerado											
224	1981	2	Casa	N										
225	1981	1	Casa	N										
226	1981	6	Ed. Res.	S										
227	1981	3	Ed. Res.	Misto										
228	1981		Relatório não considerado											
229	1981		Relatório não considerado											
230	1981		Relatório não considerado											
231	1981	10	Pr. Públ.	S										
232	1981		Relatório não considerado											
233	1981		Relatório não considerado											
234	1981	3	Ed. Res.	N										
235	1982		Relatório não considerado											
236	1980	3	Ed. Res.	N										
237	1980	6	Ed. Res.	S										
238	1980	1	Casa	N										
239	1980		Relatório não considerado											
240	1980		Relatório não considerado											
241	1980		Relatório não considerado											
242	1980	5	Ed. Res.	S										
243	1980	1	Casa	N										
244	1981		Relatório não considerado											
245	1980		Relatório não considerado											
246	1980	4	Pr. Corn.	N										

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método II - Intensidade														pg. 8
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prévio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico	Observações		
					Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.				
Grupo 2														
1	2000	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	2000	2	Casa	N	-	-	1	-	-	-	3.3.5	-	(Estrutura)	
3	2000	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Arrimo)	
4	2000	2	Casa	N	1	1	1	1(H)	-	-	3.2.1(2)	3.4.1(3)	-	
5	2000	-	-	-	-	3	1(H)	-	-	-	-	-	-	
6	2000	-	-	-	3	1	1	1(H)	1(C)	-	-	-	(Incêndio)	
7	2000	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Estrutura)	
8	2000	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Ensaio)	
9	2000	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Ensaio)	
10	2000	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Estrutura)	
11	2000	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	2000	-	Ed. Res.	S	-	-	-	-	-	-	3.4.1	3.4.5	-	
13	2000	-	-	-	-	-	-	-	2(B)	1(C)	-	-	-	
14	2000	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Arrimo)	
15	2000	2	-	N	-	-	-	1(H)	1(C)	-	-	-	-	
16	2000	-	Pr. Públ.	S	1	1	-	-	-	-	3.7.2(2)	3.2.8	3.5.1	
17	2000	-	-	-	4	-	-	1(H)	2(B)	4(B), 2(C)	3.3.5(2)	-	3.2.7	
18	1999	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	1999	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Ensaio)	
20	1999	2	Ed. Res.	N	2(E)	2(D)	1	2(H)	1(C)	-	-	-	(Estrutura)	
21	1999	-	Ed. Res.	-	-	-	-	-	-	-	3.5.1	-	-	
22	1999	-	Ed. Res.	S	-	2	-	-	-	-	3.2.1(2)	3.2.7(2)	3.4.5	
23	1999	-	Ed. Res.	S	-	-	-	-	-	-	3.2.1	3.2.2(2)	-	
24	1999	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Estrutura)	
25	1999	-	Ed. Res.	Misto	-	-	-	-	-	-	3.4.1	-	-	
26	1999	-	Ed. Res.	-	-	-	-	2(H)	1(B)	2(C)	-	-	-	
27	1999	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Revestimento)	
28	1999	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Corrosão)	
29	1999	-	-	-	-	1	-	2(H)	1(A)	-	-	-	Disseminadas	
30	1999	-	Núcleo Ed.	N	-	-	-	-	-	-	3.5.1	-	-	
31	1999	12	Ed. Res.	S	-	-	-	-	-	-	3.4.1	3.4.4	-	
32	1999	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Corrosão)	
33	1999	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
34	1999	-	-	-	-	1(D)	-	3(H)	2(B)	2(A), 1(B), 2(C)	3.5.1	-	-	
35	1999	3	Ed. Res.	N	2	-	-	-	2(B)	-	-	-	-	
36	1999	-	Relatório não considerado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(Revestimento)	
37	1999	-	Ed. Res.	S	-	-	-	-	-	-	3.3.4(2)	3.4.1	-	

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

Planilha de Levantamento de Dados - Método II - Intensidade															pg. 9
Relatório	Ano do laudo	Nº de pavimentos	Tipo de imóvel	Prédio estruturado	Fissuras sem diagnóstico			Fissuras em muros s/ diagnóstico			Fissuras com diagnóstico			Observações	
					Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.	Horiz.	Vert.	Incl.		
38	1999	-	Ed. Res.	-	2										
39	1999	-	-	-		1			1(D)						
40	1999	-	-	-					1(A),1(B),3(C)						
41	1999	-	Relatório não considerado	-					4(B)					(Estrutura)	
42	1999	-	Relatório não considerado	-										(Estrutura)	
43	1999	-	Ed. Res.	-		1									
44	1999	-	Relatório não considerado	-										(Concr. celular)	
45	1999	-	Casa	N		2			1(B), 1(C)						
46	1999	-	Ed. Res.	-							3.2.1	3.3.5			
47	1999	-	-	-		2									
48	1999	-	-	-		1	3	1	4	1(B)	3.4.5	3.2.8	3.3.6		
49	1999	-	Relatório não considerado	-										(Metálica)	
50	1999	-	Relatório não considerado	-										(Ensaio)	
51	2003	-	Relatório não considerado	-										(Arrimo)	
52	2003	-	Relatório não considerado	-										(Corrosão)	
53	2003	-	Relatório não considerado	-										(Controle)	
54	2003	-	Relatório não considerado	-										(Controle)	
55	2003	-	Relatório não considerado	-										(Ensaio)	
56	2003	-	Relatório não considerado	-										(Controle)	
57	2002	-	Relatório não considerado	-										(Ensaio)	
58	2002	-	Relatório não considerado	-										(Controle)	
59	2002	-	Relatório não considerado	-										(Controle)	
60	2002	-	Relatório não considerado	-										(Ensaio)	
61	2002	-	Relatório não considerado	-										(Ensaio)	
62	2002	-	Relatório não considerado	-										(Estrutura)	
63	2002	-	Pr. Públ.	S							3.4.1	2.2.6			
64	2002	-	Relatório não considerado	-										(PVC)	
65	2002	-	Pr. Públ.	-							3.5.1(18)	3.7.1			
66	2002	-	Relatório não considerado	-										(Fundação)	
67	2002	-	Relatório não considerado	-										(Estrutura)	
68	2002	-	Escola	S							3.5.1(4)				
69	2002	-	Relatório não considerado	-										(S/ informações)	
70	2002	-	Relatório não considerado	-										(S/ informações)	
71	2002	-	-	-		1									
72	2002	2	Casa	N		1	2(B)			1		1(C)			
73	2002	3	Ed. Res.	-				3	1	2(H)					
74	2002	-	Ed. Res.	S						1(H)			1(A)		
75	2001	-	Relatório não considerado	-						3.1(A)					
76	2001	-	Ed. Res.	-							3.5.1(4)			(Umidade)	
77	2001	-	Ed. Res.	-							3.5.1(4)				

Obs.: configurações dos tipos 3.5.1 e 3.5.2 todas lançadas em 3.5.1

