

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA – PRAC
COORDENAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DE LAUDOS EMITIDOS SOBRE “PRÉDIOS TIPO
CAIXÃO” DA REGIÃO METROPOLITANA DE RECIFE: CAUSAS
APONTADAS PARA OS DESABAMENTOS E INTERDIÇÕES**

MAURO JOSÉ ARAÚJO CAMPELO DE MELO

**RECIFE
2007**

UNIVERSIDADE
CATÓLICA
DE PERNAMBUCO



**PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DE LAUDOS EMITIDOS SOBRE “PRÉDIOS TIPO
CAIXÃO” DA REGIÃO METROPOLITANA DE RECIFE: CAUSAS
APONTADAS PARA OS DESABAMENTOS E INTERDIÇÕES**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL**

MAURO JOSÉ ARAÚJO CAMPELO DE MELO

Orientadora: Prof^ª Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira, Ph.D
Co-orientador: Prof. Dr. Arnaldo Cardim de Carvalho Filho

**Recife
2007**

M528a

Melo, Mauro José Araújo Campelo de

Análise de laudos emitidos sobre “prédios tipo caixão” da região metropolitana do Recife: causas apontadas para os desabamentos e interduções / Mauro José Araújo Campelo de Melo ; Orientadora Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira ; co-orientador Arnaldo Cardim de Carvalho Filho, 2007

166 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Pernambuco. Pró-reitoria Acadêmica. Curso de Mestrado em Engenharia Civil, 2007.

1. Falhas estruturais. 2. Desmoronamento de edifícios - Recife. 3. Construção civil – Acidentes. 4. Engenharia civil. I. Título.

CDU 69.059.2 (81)

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – PROESPE

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

MAURO JOSÉ ARAÚJO CAMPELO DE MELO

**ANÁLISE DOS LAUDOS EMITIDOS SOBRE OS “PRÉDIOS TIPO
CAIXÃO” DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE: CAUSAS
APONTADAS PARA OS DESABAMENTOS E INTERDIÇÕES**

Banca Examinadora:

Professor Dr. Paulo de Araújo Régis
Examinador Externo – UFPE

Professor Dr. Joaquim Teodoro Romão de Oliveira
Examinador Interno

Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira, PhD
Orientadora

Aprovada em 17 de outubro de 2007

AGRADECIMENTOS

A Deus, que está presente em todos os momentos de minha vida e me fez superar grandes adversidades e desafios. Obrigado pelos grandes benefícios que me tens concedido.

A meus pais (in memoriam), pelo amor e zelo com conduziram a minha educação e formação moral, para que eu pudesse aqui chegar, e conduzir minha vida com sabedoria e dignidade.

A minha esposa Maria Cristina da Silva; que deixou seus afazeres, trabalho e lazer, para me deixar estudar.

A meus filhos Bruno, Gabriela e Jamerson, pela compreensão de minha ausência nas nossas horas de lazer, reconhecendo a importância deste meu trabalho.

A Professora Maria da Graça de Vasconcelos Xavier Ferreira, pessoa maravilhosa, pela honra e felicidade de tê-la como minha orientadora. Agradeço por ter-me ensinado a quebrar resistências e procurar meus objetivos. Deus a ilumine por sua grande visão da vida e generosidade.

Ao professor Arnaldo Cardim de Carvalho Filho, que me incentivou a enfrentar o Mestrado, mostrando o caminho e a busca do conhecimento.

Ao professor Romilde Almeida de Oliveira, Coordenador do Mestrado, pelos conhecimentos transmitidos, disponibilidade e profissionalismo no desenvolvimento das ações do Mestrado.

Ao Professor Cláudio Soares Mota, pela atenção com que sempre me recebia no início de seu expediente quando solicitado e pela apresentação a várias pessoas que me ajudaram a realizar este trabalho.

Ao professor Sérgio Priori, pela contribuição dos conhecimentos transmitidos e pela sua disponibilidade e profissionalismo.

Ao professor José do Patrocínio de quem fui aluno da graduação; passados vinte anos, agradeço novamente pela sua colaboração na minha formação acadêmica.

Ao professor Joaquim Teodoro Romão, pela crítica e sugestões no desenvolvimento deste meu trabalho.

Ao professor Marcos Antônio Arruda Guerra de Holanda, pela inestimável ajuda na conclusão deste trabalho.

Ao professor Roberto Álvares de Andrade, pois mesmo distante o amigo foi o maior entusiasta dessa minha caminhada.

Ao Dr. Marcus Vasconcelos pela grandiosa ajuda e incentivo, meus respeitos e admiração.

Aos funcionários e demais professores do Mestrado em Engenharia Civil da CATÓLICA, pela participação e colaboração dadas nessa caminhada. Sem a presença de vocês nada disso seria possível.

Aos colegas professores e funcionários do CEFET-PE, pela colaboração, permitindo que eu pudesse dedicar mais tempo a este trabalho.

Às Prefeituras dos Municípios de Camaragibe, Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista e Recife, através de suas Diretorias de Planejamento e Defesa Civil, nas pessoas de seus diretores e funcionários, pelo apoio e viabilização das informações solicitadas.

Dedico este trabalho a meus queridos pais, Aduino Campelo de Melo (in memoriam) e Onadir Araújo Campelo de Melo (in memoriam). Sei que lá do céu vocês estão acompanhando esta minha trajetória com muito orgulho. A minha esposa Cristina, e meus filhos: Bruno, Gabi e Jamerson, pelo amor e união nesta minha caminhada.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO	18
1.1 Contextualização	18
1.2 Repercussão dos problemas dos “prédios tipo caixaõ”	20
1.3 Medidas dos Poderes Legislativo Estadual e Municipal e dos Ministérios Públicos Federal e Estadual	26
1.4 Justificativa	27
1.5 Objetivos	27
1.5.1 Objetivo Geral	27
1.5.2 Objetivos Específicos	27
1.6 Estrutura da Dissertação	28

CAPÍTULO 2

OS PRÉDIOS TIPO CAIXÃO	29
2.1 A evolução dos sistemas construtivos em alvenaria	29
2.1.1 As primeiras normas técnicas	31
2.1.2 Os pioneiros	32
2.2 Histórico da alvenaria	32
2.3 Evolução da alvenaria estrutural no Brasil e no Mundo	33
2.4.2 Os blocos cerâmicos	36
2.5 Os blocos de concreto	44
2.6 A alvenaria estrutural	48
2.7 O aparecimento dos “prédios tipo caixaõ”	52
2.8 Patologias	53
2.8.1 Introdução	53
2.8.2 Causas do aparecimento das fissuras, trincas e rachaduras	62
2.8.3 Principais tipos de trincas, fissuras e rachaduras que ocorrem nas alvenarias	63
2.8.4 Estudo das causas do surgimento dos rompimentos, através da análise de seus mecanismos	65
2.8.4.1 Devido à movimentação higroscópica	65

2.8.4.2 Devido à movimentação térmica	66
2.8.4.3 Devido à cargas concentradas	68
2.8.4.4 Devido à recalques de fundação	69
2.8.4.5 Devido à retração do cimento	70
2.8.5 Patologias dos “prédios tipo caixaõ”	71
2.8.5.1 Patologias decorrentes do projeto	71
2.8.5.2 Patologias decorrentes dos materiais	72
2.8.5.3 Patologias decorrentes do processo construtivo	73
2.8.5.4 Patologias decorrentes do pós-uso	75
2.8.5.5 Patologias decorrentes das interações com o ambiente	75
2.9 Conceitos sobre laudos e outros instrumentos legais	78

CAPÍTULO 3

MATERIAL E MÉTODO	82
3.1 Pesquisa do Material	82
3.2 Conceitos sobre os laudos obtidos na pesquisa/situação dos prédios tipo caixaõ	83
3.2.1 Município de Olinda	83
3.2.2 Município de Jaboatão dos Guararapes	85
3.2.3 Município de Paulista	86
3.2.4 Município de Recife	88
3.2.5 Município de Camaragibe	89
3.3 Método	90

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÕES	94
4.1 Introdução	94
4.2 Tipos de laudos utilizados	97
4.3 Os prédios tipo caixaõ	99
4.3.1 O modelo construtivo	99
4.3.2 Os elementos de um prédio tipo caixaõ	100
4.4 Edifícios interditados no município de Olinda	103
4.5 Edifícios interditados no município de Jaboatão dos Guararapes	111
4.6 Edifícios interditados no município de Paulista	119

4.7	Edifícios que desabaram na Região Metropolitana do Recife	127
4.8	Análise geral dos dados das interdições e desabamentos	134
4.9	O desconhecimento da ação dos agentes ambientais e normas técnicas	139
4.10	As falhas ou vícios de construção	140
4.11	Considerações sobre os laudos	141
4.12	As intervenções para reabilitação dos prédios tipo caixa	142

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS

FUTUROS	145	
5.1	Causas comuns entre os prédios que desabaram	145
5.2	Causas comuns entre os prédios que foram interditados	145
5.3	Causas comuns entre os prédios que foram desinterditados	145
5.4	Falta de um modelo de recuperação eficaz	145
5.5	Falta de modelo ou padronização dos laudos e informações confiáveis	146
5.6	Atuação dos órgãos de fiscalização	146
5.7	Sugestões para trabalhos futuros	147

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
CAPÍTULO 1	
Figura 1.1 Mapa da Região Metropolitana de Recife	18
CAPÍTULO 2	
Figura 2.1 Casarão nº 158 da rua Benfca	30
Figura 2.2 Rua do Bom Jesus	30
Figura 2.3 Rua da Aurora	31
Figura 2.4 Pirâmides de Guizé	34
Figura 2.5 Farol de Alexandria	34
Figura 2.6 Coliseu romano	35
Figura 2.7 Templo do Sol (Teothiuacan)	35
Figura 2.8 Catedral de Reims	36
Figura 2.9 Edifício Monadnock	36
Figura 2.10 Hotel Excalibur em Las Vegas	37
Figura 2.11 Condomínio Central Parque Lapa	38
Figura 2.12 Edifício Muriti	38
Figura 2.13 Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal	40
Figura 2.14 Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical	40
Figura 2.15 Bloco cerâmico estrutural de parede vazada	41
Figura 2.16 Bloco cerâmico estrutural de parede maciça (parede interna maciça)	41
Figura 2.17 Bloco cerâmico estrutural de parede maciça (parede interna vazada)	41
Figura 2.18 Bloco de 20 estrutural – 19x19x39	47
Figura 2.19 Bloco de 15 estrutural - 14x19x39	47
Figura 2.20 Meio bloco de 10 – 9x19x19	47
Figura 2.21 Meia canaleta de 20 – 19x19x19	47
Figura 2.22 Etapas de produção e uso de obras civis	55
Figura 2.23 Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso	56
Figura 2.24 Evolução dos custos de correções dos problemas patológicos no tempo	58

Figura 2.25 Lei de evolução de custos, lei de Sitter (1984)	58
Figura 2.26 Fissuras na argamassa de assentamento	63
Figura 2.27 Fissuras ocorridas na alvenaria atingindo os blocos, devido a diferentes causas	63
Figura 2.28 Fissura devido a recalques de fundação,	63
Figura 2.29 Apresenta a distribuição das cargas e as fissuras devido à tensões concentradas nos cantos de vãos livres	63
Figura 2.30 Apresenta a fissura na extremidade de um vão por ser mais frágil	65
Figura 2.31 Trincas provocadas por dilatação térmica da laje de cobertura	67
Figura 2.32 Trincas ocasionada pelo apoio inadequado do elemento de transmissão de cargas e a forma correta com um berço de apoio	68
Figura 2.33 Fissuras decorrentes a recalques de fundações	69
Figura 2.34 Fissuras decorrentes a recalques de fundações	69
Figura 2.35 Formação do ácido sulfúrico a partir da redução do gás sulfídrico produzido pelas bactérias anaeróbicas existentes no esgoto doméstico	77

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 Número de edifícios tipo caixão cadastrados na RMR	96
Figura 4.2 Edifícios tipo caixão interditados e desinterditados nos municípios de Olinda, Paulista e Jaboatão dos Guararapes	96
Figura 4.3 Causas das interdições apontadas nos laudos - Olinda	104
Figura 4.4 Falhas ou insuficiência de projeto - Olinda	104
Figura 4.5 Baixa qualidade ou inadequação dos materiais - Olinda	105
Figura 4.6 Falhas ou vícios de construção - Olinda	105
Figura 4.7 Uso inadequado ou falta de manutenção - Olinda	106
Figura 4.8 Causas ambientais - Olinda	106
Figura 4.9 Outras causas - Olinda	107
Figura 4.10 Distribuição percentual das causas das interdições em Olinda	108
Figura 4.11 Distribuição percentual de falhas ou inadequação de projeto - Olinda	108
Figura 4.12 Distribuição percentual de baixa qualidade ou inadequação de material - Olinda	109
Figura 4.13 Distribuição percentual do uso inadequado ou falta de manutenção – Olinda	109

Figura 4.14 Distribuição percentual de outras causas – Olinda	110
Figura 4.15 Causas das interdições apontadas nos laudos – Jaboatão dos Guararapes	112
Figura 4.16 Falhas ou insuficiência de projeto – Jaboatão dos Guararapes	112
Figura 4.17 Baixa qualidade ou inadequação dos materiais – Jaboatão dos Guararapes	113
Figura 4.18 Falhas ou vícios de construção – Jaboatão dos Guararapes	113
Figura 4.19 Uso inadequado ou falta de manutenção – Jaboatão dos Guararapes	114
Figura 4.20 Causas ambientais – Jaboatão dos Guararapes	114
Figura 4.21 Outras causas – Jaboatão dos Guararapes	115
Figura 4.22 Distribuição percentual das causas das interdições – Jaboatão dos Guararapes	116
Figura 4.23 Distribuição percentual das falhas ou inadequação de projeto – Jaboatão dos Guararapes	116
Figura 4.24 Distribuição percentual do uso inadequado ou falta de manutenção – Jaboatão dos Guararapes	117
Figura 4.25 Distribuição percentual de outras causas – Jaboatão dos Guararapes	117
Figura 4.26 Causas das interdições apontadas nos laudos - Paulista	120
Figura 4.27 Falhas ou insuficiência de projeto – Paulista	120
Figura 4.28 Baixa qualidade ou inadequação dos materiais – Paulista	121
Figura 4.29 Uso inadequado ou falta de manutenção – Paulista	121
Figura 4.30 Causas ambientais – Paulista	122
Figura 4.31 Outras causas – Paulista	122
Figura 4.32 Distribuição percentual das causas das interdições – Paulista	123
Figura 4.33 Distribuição percentual das falhas ou inadequação de projeto – Paulista	124
Figura 4.34 Distribuição percentual do uso inadequado ou falta de manutenção – Paulista	124
Figura 4.35 Distribuição percentual de causas ambientais – Paulista	125
Figura 4.36 Distribuição percentual de outras causas – Paulista	127
Figura 4.37 Causas dos desabamentos apontadas nos laudos	128
Figura 4.38 Falhas ou insuficiência de projeto nos desabamentos	128
Figura 4.39 Baixa qualidade ou inadequação dos materiais nos desabamentos	129

Figura 4.40 Falhas ou vícios de construção nos desabamentos	129
Figura 4.41 Causas ambientais nos desabamentos	130
Figura 4.42 Distribuição percentual das falhas ou inadequação de projeto nos desabamentos	131
Figura 4.43 Distribuição percentual de baixa qualidade ou inadequação de material nos desabamentos	131
Figura 4.44 Distribuição percentual das falhas ou vícios de construção nos desabamentos	132
Figura 4.45 Distribuição percentual de problemas ambientais nos desabamentos	132

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
CAPÍTULO 2	
Tabela 2.1 Classificação sintetizada sobre as unidades de alvenaria	42
Tabela 2.2 Resistência à compressão dos blocos cerâmicos (f_b)	42
Tabela 2.3 Dimensões reais dos blocos modulares de concreto	45
Tabela 2.4 Classificação das trincas, fissuras, fissuras e microfissuras segundo NBR 9575:2003	61
CAPÍTULO 3	
Tabela 3.1 Classificação dos prédios tipo caixaõ do município de Olinda	84
Tabela 3.2 Situação dos prédios tipo caixaõ no município de Olinda	84
Tabela 3.3 Situação dos prédios tipo caixaõ no município de Jaboatão dos Guararapes	85
Tabela 3.4 Situação dos prédios tipo caixaõ no município de Paulista	87
Tabela 3.5 Situação dos prédios tipo caixaõ no município de Recife	89
Tabela 3.6 Situação dos prédios tipo caixaõ no município de Camaragibe	89
CAPÍTULO 4	
Tabela 4.1 Tipo de laudo por município da RMR	94
Tabela 4.2 Ocorrências de desabamentos e interdições de prédios tipo caixaõ na RMR	95
Figura 4.3 Resumo sobre a situação dos prédios tipo caixaõ nos cinco municípios da RMR	95
Tabela 4.4 Total das causas das interdições - Olinda	107
Tabela 4.5 Total das causas das interdições – Jaboatão dos Guararapes	115
Tabela 4.6 Total das causas das interdições - Paulista	123
Tabela 4.7 Total das causas dos desabamentos	130
Tabela 4.8 Resumo das principais causas apontadas nos laudos para as interdições	

de prédios tipo caixaõ	136
Tabela 4.9 Resumo das principais causas apontadas nos laudos para o desabamento dos prédios tipo caixaõ	137
Tabela 4.10 Resumo das principais causas apontadas nos laudos para os desabamentos e interdições dos prédios tipo caixaõ	138
Tabela 4.11 As causas x idade do prédio x material do embasamento	140
Tabela 4.12 Comparativo das causas de interdições nos municípios Olinda, Jaboatão dos Guararapes e Paulista	142

RESUMO

MELO, M. J. A. C. (2007). *Análise de Laudos emitidos sobre “prédios tipo caixa” da Região Metropolitana de Recife: causas apontadas para os desabamentos e interdições.*

Nos últimos 20 anos, alguns municípios da Região Metropolitana do Recife - PE, têm sido afetados por problemas diversos em obras de Engenharia Civil, contabilizando, inclusive, óbitos. O mais grave desses problemas, dado ao número de edificações envolvidas, diz respeito aos “prédios tipo caixa”; alguns ruíram e vários foram e estão interditados e houve desinterdição. O objetivo geral da presente dissertação é analisar os laudos técnicos produzidos sobre os “prédios tipo caixa”, construídos nos Municípios de Olinda, Jaboatão dos Guararapes e Paulista - PE, tendo como meta estudar as causas apontadas para os desabamentos e interdições das referidas edificações. De um modo geral, pode-se apontar como causas dos desabamentos, as seguintes: falhas ou insuficiência de projeto (31,4%); baixa qualidade ou inadequação dos materiais (17,1%); falhas ou vícios de construção (34,4%); causas ambientais (17,1%). Já para as interdições: falhas ou insuficiência de projeto (21,4%); baixa qualidade ou inadequação dos materiais (3,5%); falhas ou vícios de construção (2,8%); uso inadequado ou falta de manutenção (26,0%); causas ambientais (4,3%); outras causas (42,0%). As desinterdições ocorreram quando foram atendidas as restrições feitas pela Defesa Civil de cada município, e que envolviam problemas estruturais e de habitabilidade. Constata-se também uma atuação inadequada dos órgãos de fiscalização e a ausência de padronização dos laudos e de um modelo técnico para a recuperação adequada dessas construções. Espera-se ter contribuído, através da análise e sistematização dos dados contidos nos laudos estudados, para trabalhos futuros, visando o desenvolvimento de tecnologia capaz de equacionar a situação dos referidos imóveis.

Palavras chave: *prédios tipo caixa, prédios de alvenaria autoportante, interdições e desabamentos de prédios.*

ABSTRACT

In the past 20 years, some cities of the Metropolitan Area of Recife - PE, have been affected by several problems in Civil Engineering constructions, some of which resulted in human deaths. The most serious of these problems, given the number of constructions involved, concerns the “specific building called box”; some of the buildings did fall and several others have been interdicted. Just a few of them were cleared and the majority of them continue to be interdicted. The general objective of the present dissertation is to analyze the awards produced on the “building type box”, built in the cities of Olinda, Jaboatão dos Guararapes and Paulista. Its goal is to study the causes pointed out as responsible for the collapse and interdictions of those constructions. In a general way, it can be pointed out as causes of the collapses, the following ones: imperfections or insufficiency of project (31.4%); low quality or inadequacies of the materials (17.1%); construction mistakes (34.4%); environmental causes (17.1%). For the interdictions: imperfections or insufficiencies of project (21.4%); low quality or inadequacies of the materials (3.5%); construction mistakes (2.8%); inadequate use or lack of maintenance (26.0%); environmental causes (4.3%); other causes (42.0%). The buildings were cleared when the conditions made by the Civil Defense of each city were met; they involved structural problems and habitability. It's also evident an inadequate performance of the inspection agencies and the lack of standardization of the awards, as well as the absence of a model for the adequate recovery of these constructions. One expects to have contributed, through the analysis and systematization of the data contained in the studied awards, for future works, aiming at the development of technology capable to equate the situation of the cited real estates.

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Região Metropolitana do Recife (FIGURA 1.1) é composta por 14 municípios, a saber: Abreu e Lima, Araçoiaba, Cabo, Camaragibe, Igarassu, Ipojuca, Itamaracá, Itapissuma, Jaboatão, Moreno, Olinda, Paulista, São Lourenço e Recife.



Figura 1.1 Região Metropolitana do Recife

Fonte: http://www.cbtu.gov.br/acbtu/acompanhia/sistemas/rec/veja/regmetroporec_cont.htm

acessado 18/04/2007

Nos últimos vinte anos, esta região tem sido testemunha de inúmeros problemas relacionados à construção civil e que vão desde acidentes a desabamentos e interdições.

A seguir, de forma sucinta, em ordem cronológica, serão relacionados alguns dos que obtiveram maior repercussão na imprensa escrita, radiofônica e televisada.

01 de junho de 1977 - Jaboatão dos Guararapes, Jaboatão Centro, às 13h15, o Edifício Giselle desabou, matando 22 pessoas e ferindo mais de vinte. O prédio de sete andares e 28 apartamentos, em estrutura de concreto, estava em fase de acabamento, mas no pavimento térreo já funcionava uma agência bancária. Na época do desabamento o edifício passava por serviço de reforço de uma das colunas.

31 de outubro de 1978 – No bairro do curado em Recife, às 11h, três blocos de um viaduto em construção, Viaduto do Curado, desabaram, soterrando 25 operários que trabalhavam no local.

Em 1994 – Desabamento parcial de um bloco do conjunto Residencial Bosques das Madeiras, em Recife, ainda em construção, sendo posteriormente demolido e reconstruído. Não houve vítimas.

22 de maio de 1997 - Jaboatão dos Guararapes, bairro de Piedade: o Edifício Aquarela “afundou”. Na verdade, houve o colapso de alguns pontos do embasamento; onde ele resistiu, rompeu a alvenaria do primeiro pavimento. O prédio, já desocupado, desabou parcialmente, como que afundado no terreno. No dia 10 de abril de 2000 foi completamente demolido pela Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes. Neste caso houve apenas danos materiais.

12 de novembro de 1999 – Olinda, bairro de Jardim Fragoso: na madrugada, o Edifício Érika veio abaixo, matando quatro pessoas e ferindo outras 11. O prédio tinha quatro andares e oito apartamentos e não se tinha registro de fissuras ou outras patologias que indicassem riscos de desabamento.

27 de dezembro de 1999 – Olinda, bairro Jardim Fragoso: à tarde, todo o bloco B do Conjunto Enseada de Serrambí, de quatro andares e oito apartamentos, desaba deixando sete mortos e 11 feridos. O episódio instalou pânico no bairro, uma vez que os dois edifícios que desabaram, no intervalo de 45 dias, ficavam a menos de 500 metros de distância um do outro, gerando suspeita de graves problemas no solo de toda aquela área.

6 de junho de 2001 – Jaboatão dos Guararapes, bairro de Piedade, logo no início da manhã, parte do edifício Ijuí desaba sem vítimas pois o corpo de bombeiros já havia evacuado o prédio. No dia anterior, os moradores escutaram vários estalos e acionaram a empresa responsável pela construção do prédio, porém, o problema foi evoluindo até o desmoronamento, sem que fosse feita qualquer intervenção.

14 de outubro de 2004 – Jaboatão dos Guararapes, Bairro Piedade: cerca das 20h, o Edifício Areia Branca, de concreto, com 12 andares, ruiu, deixando quatro mortos. A tragédia só não foi maior porque, como o edifício apresentava problemas em sua estrutura, os moradores deixaram seus apartamentos poucas horas antes do desabamento.

Dos exemplos citados, quatro dos prédios que ruíram, o Aquarela e o Ijuí em Jaboatão dos Guararapes e o Éricka e Enseada do Serrambi, em Olinda, eram de alvenaria autoportante, denominados “prédios tipo caixão”.

Os acontecimentos citados, envolvendo os chamados “prédios tipo caixão”, causaram perplexidade e estaremecimento na população do Estado levando o CREA - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, a divulgar, em 18 de dezembro de 2000, uma carta aberta ao governo do Estado e à população, afirmando:

“(…) Após o recebimento de documento assinado pelos engenheiros autores de laudos periciais sobre as causas daqueles desabamentos, no qual o sistema de alvenaria estrutural singela com blocos de 90 mm de espessura teve sua segurança questionada por diversos aspectos, o CREA e as demais entidades signatárias, ADEMI, SINDUSCON e AEOPP, sentem-se no dever de alertar o Governo do Estado quanto a necessidade premente de adoção de medidas que venham a resguardar a segurança da população, em especial dos moradores de prédios com as mesmas características construtivas dos que desabaram.”

1.2 REPERCUSSÕES DOS PROBLEMAS COM OS PRÉDIOS “TIPO CAIXÃO”

As tragédias e os problemas ligados à Construção Civil na Região Metropolitana do Recife, repercutiram na sociedade e tiveram eco na imprensa de Pernambuco e de outros Estados da Federação. A seguir, resumidamente, algumas dessas notícias.

06.01.2000 – JC On line - Juiz analisa hoje o pedido de vítimas do desabamento

A Associação de Defesa da Cidadania e do Consumidor (Adecon) deu entrada ontem, no Fórum de Olinda, na ação movida pelos moradores do Conjunto Residencial Enseada de Serrambi contra a Construtora Conipa. A ação foi recebida pelo juiz Sílvio Beltrão Filho, que deve se pronunciar hoje sobre os pedidos emergenciais de abrigo, alimentação e assistência médica para os condôminos e a solicitação de que os bens dos donos da construtora fiquem indisponíveis.

15.04.2000 - JORNAL DO COMMERCIO - Prefeitura demole Edifício Aquarela

O edifício Aquarela, em Piedade, que afundou em maio de 97 e teve parte da estrutura destruída na última segunda-feira (10), foi demolido ontem pela Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes. Curiosos e moradores das redondezas acompanharam o trabalho de derrubada e retirada dos escombros, que começou por volta das 8h30 e se estendeu durante todo o dia. Apenas as proprietárias de dois apartamentos estiveram no local para assistir à demolição.

07.11.2000 – FOLHA On Line - Cinco são indiciados por desabamento de prédio em Olinda

Cinco pessoas foram indiciadas hoje pelo Delegado Ademar Cândido de Oliveira, da Delegacia Central de Olinda, região metropolitana do Recife (PE), no inquérito que apura as causas do desabamento do Edifício Éricka, em 12 de novembro do ano passado, quando quatro pessoas morreram e seis ficaram feridas. O caso será agora encaminhado ao Ministério Público e em seguida, ao Poder Judiciário.

05.01.2001 – JC – Caixa d'água pode ter provocado a queda do edifício – Os moradores do conjunto Enseada do Serrambi acreditam que encontraram, ontem, um dos fatores que contribuíram para o desabamento do bloco B do conjunto, ocorrido semana passada. O projeto do Conjunto Enseada do Serrambi previa reservatório com capacidade de 6000 litros, mas foi colocado um com 20.000 litros.

24.03.2001 – JC – Decreto determinou a saída de moradores de 53 prédios

No dia 16 deste mês a prefeitura de Olinda determinou que 1.080 pessoas residentes em 540 apartamentos de 53 prédios dos bairros de Jardim Atlântico, Butrins, Jardim Brasil 1 e 2 e Jardim Frágoso desocupassem os imóveis. Todos estão ameaçados de desabamento.

07.06.2001 **JC – Edifício Desaba e famílias se salvam** – O Edifício Ijuí caiu ontem às 5h20, mas graças à ação preventiva dos bombeiros e da Defesa Civil de Jaboatão ninguém morreu – Caderno Cidades.

10.06.2001 – **DP - Prédio desaba e 42 se salvam** – Defesa Civil retira moradores do edifício Ijuí, em Jaboatão, depois de estalos e rachaduras na estrutura.

10.06.2001 – **JC – Moradores deixam prédio ameaçado de desabar em Olinda-Edifício Lugano faz parte da lista de imóveis condenados por falha na estrutura. Laudo da seguradora constatou risco de desabamento.**

Moradores do edifício Lugano em Jardim Fragoso (Olinda) desocuparam os apartamentos, ontem com receio de que o prédio desabasse. O imóvel faz parte de uma lista de edifícios da cidade condenados por falha na estrutura. No laudo da Prefeitura o edifício está classificado como risco 2 de desabamento. Ou seja, não havia risco iminente de cair. No entanto, a seguradora da caixa determinou a desocupação imediata.

10.06.2001 – **JC – Dois últimos apartamentos do Ijuí foram desocupados ontem**

Os dois últimos apartamentos do edifício Ijuí, em Piedade, que desabou parcialmente na quarta-feira passada, foram desocupados ontem pela manhã. Funcionários da construtora Nunes Lobo, responsável pela obra, entraram pela janela da frente e retiraram todos os pertences dos moradores dos apartamentos 401 e 402.

10.06.2001 – **DP – Tragédias mudam regras do Habite-se. Municípios de Olinda e Jaboatão preparam-se para tornar mais rigorosa a concessão do documento**

O desabamento dos edifícios Éricka, Aquarela, Serrambí e Ijuí, registrados nos últimos quatro anos, estão levando as prefeituras de Olinda e Jaboatão dos Guararapes a repensar os procedimentos para licenciar a ocupação dos imóveis habitacionais. Em Olinda onde 11 pessoas foram soterradas e 17 feridas, a permissão para a retirada do habite-se sofreu as primeiras mudanças, mas outras alterações estão por vir. A principal delas é acabar com o caráter permanente do documento.

14.10 2004 - JC On Line - Edifício de 12 andares desaba em Piedade

O edifício Areia Branca, em Piedade, Jaboatão dos Guararapes, desabou nesta quinta à noite, por volta das 20h30. O prédio, localizado na Avenida Bernardo Vieira de Melo, número 2852, tinha 12 andares e 24 apartamentos e foi construído há quase 28 anos.

15.10.2004 - J C On-line - Bombeiros localizam corpo de porteiro soterrado no desabamento em PE

Os bombeiros encontraram na manhã desta sexta-feira o corpo do porteiro Antônio Félix dos Santos, 38, uma das vítimas do desabamento do edifício Areia Branca, ocorrido na noite de ontem, em Jaboatão dos Guararapes, região metropolitana de Recife (PE). Três pessoas continuam desaparecidas - entre elas um soldado do Corpo de Bombeiros que trabalhava como segurança do prédio.

24.10.2004 - O NORTE (Natal-RN) – 14:52h. Medo nos prédios da Capital – Preocupados, moradores de JP revisam estruturas dos edifícios.

O desabamento do Edifício Areia Branca, ocorrido no dia 14 deste mês, na Praia de Piedade, em Jaboatão doas Guararapes, no Grande Recife, deixou temerosos os moradores e síndicos dos prédios em João Pessoa. (...) Mas para o vice-presidente do sindicato da indústria da construção Civil do estado da Paraíba, SINDUSCON, Irenaldo Quintanes, o pessoense não precisa ficar preocupado porque na Capital não há esse perigo. “O caso de Pernambuco é resultado de um somatório de vários fatores devido a atipicidade do solo e no caso do Edifício Canaã, é uma obra inacabada e inválida” (...). “O prédio, como toda edificação, exige manutenção periódica, que deve ser preventiva. Qualquer problema deve ser comunicado a construtora para que sejam tomadas as devidas providências e se evitar danos maiores”.

31.03.2005 - JORNAL DO COMMÉRCIO – Cidades - Rachaduras ameaçam edifícios em Olinda

Situação do conjunto Bajado, no bairro de Passarinho, foi denunciada durante sessão da CPI que investiga os desabamentos na Região Metropolitana. Prédios estão com escoras improvisadas.

O Conjunto Habitacional Bajado, no bairro de Passarinho, em Olinda, é mais um grupo de edifícios tipo caixão com graves problemas estruturais.

04.01.2006 - DIARIO DE PERNAMBUCO - Câmara do Recife libera prédios-caixão

Caso o prefeito João Paulo sancione a lei, a capital fica autorizada a conceder licenças de construção de acordo com normas da ABNT.

O Recife é o primeiro de cinco municípios da região metropolitana a votar o projeto de lei que estabelece novos parâmetros para a construção de prédios em alvenaria auto-portante, os chamados “prédios-caixão”. Depois de passar pela aprovação da Câmara de Vereadores, o documento segue para sanção do prefeito João Paulo. Com a sanção, a capital fica autorizada automaticamente a conceder licenças de construção para esse tipo de edificação de acordo com as exigências do documento. Atualmente, além da prefeitura do Recife, Olinda, Camaragibe, Paulista e Jaboatão dos Guararapes também estão proibidas de conceder licença de construção para prédios-caixão, até que aprovelem seus respectivos projetos..

01.02.06 – DIÁRIO DE PERNAMBUCO - Jaboatão tem projeto de lei para prédios-caixão. Proibição de licenças foi determinada em junho de 2005 pela Justiça Federal

Seguindo o exemplo do Recife, o projeto de lei de Jaboatão dos Guararapes que regula as construções autoportantes, mais conhecidas como prédio-caixão, será encaminhado hoje à Câmara de Vereadores do município. Jaboatão é o segundo dos cinco municípios da Região Metropolitana a votar o projeto de lei que estabelece parâmetros para as construções de acordo com as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Olinda, Paulista e Camaragibe ainda não elaboraram seus projetos. As cinco prefeituras ficaram proibidas de conceder as licenças para construção de prédios-caixão por decisão da Justiça Federal, em junho do ano passado, após uma ação movida pelo Ministério Público Federal e Estadual.

18.08.2006 JORNAL DO COMMERCIO - JC Negócios - O fim do prédio caixão

O prédio caixão (como se chama edificação em alvenaria autoportante) parece estar condenado a ser, definitivamente, proibido de voltar a ser construído na Região Metropolitana do Recife. Pelo menos até que se resolva uma disputa na Justiça Federal, que condiciona a liberação das novas licenças pelas prefeituras dos municípios de Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Paulista e Camaragibe, à realização de um levantamento seguido de um estudo sobre as condições das edificações já existentes, estimadas em 6 mil construções.

28.06.2006 **O GLOBO - Leticia Lins - Prédio desaba em Recife e mata três pessoas**

Pelo menos três pessoas morreram e sete ficaram feridas devido ao desabamento de um prédio antigo de três andares, localizado no bairro da Boa Vista, no Centro de Recife. O acidente ocorreu por volta das 18h de ontem. Até as 20h, o Corpo de Bombeiros permanecia no local, trabalhando no resgate de vítimas entre os escombros.

25.08.2006 **JORNAL DO COMMERCIO - JC Negócios**

Prédio caixaõ 1

O juiz da 12ª Vara Federal, Frederico Pinto de Azevedo, determinou que a Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes libere o habite-se de duas construções autoportantes (prédio caixaõ) feitas pelas empresas Lepi Empreendimentos Ltda. e Ciclo Construções e Incorporações Ltda.

Prédio caixaõ 2

O juiz considerou que os prédios já estavam sendo construídos quando da concessão da liminar em 2005, no início da ação que proibiu as prefeituras de autorizar construção desse tipo de prédio. Com isso, a prefeitura liberou o habite-se de todos os prédios que estavam sendo construídos antes da liminar.

24.09. 2006 JC OnLine - **Perícia em prédio evacuado em Olinda marcada para esta segunda-feira:**

O Edifício Santa Izabel, em Jardim Atlântico, Olinda, no Grande Recife, foi completamente desocupado neste domingo. Somente na manhã de hoje os últimos moradores deixaram o prédio - que havia sido desocupado às pressas na última quinta-feira, após serem ouvidos estalos na estrutura. .

29.09.2006 PCR-SEPLAN - **Prefeitura do Recife interdita edifício Luciano Costa**

A Prefeitura do Recife interditou totalmente, nesta quinta-feira (17), o edifício Luciano Costa, situado na rua Dona Maria César, 170, Bairro do Recife. A decisão foi tomada após nova vistoria, realizada por técnicos da Coordenadoria de Defesa Civil (CODECIR).

1.3 MEDIDAS DOS PODERES LEGISLATIVO ESTADUAL E MUNICIPAL E DOS MINISTÉRIOS PÚBLICO FEDERAL E ESTADUAL

Em 22 de março de 2005, a Assembléia Legislativa do Estado de Pernambuco instaurou uma Comissão Parlamentar de Inquérito denominada CPI do sistema Habitacional (www.alepe.pe.gov.br).

A justificativa, segundo o Deputado André Luiz de Farias, foi que desde 1977 se registraram 12 casos de desabamentos em Pernambuco e 50 prédios continuam interditados em Olinda. Lembrou ainda que: “Estimativas do Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP) afirmam que, pelo menos um, em cada dez mil edifícios do Estado, pode ruir. Um dado alarmante, se comparado à possibilidade de ocorrer acidentes de outra ordem.

(www.fisepe.pe.gov.br/cepe/_materias2005/mar/legi01230305.htm).

O Ministério Público Federal, e o Ministério Público Estadual, entraram com uma ação conjunta na Justiça Federal e conseguiram, em junho de 2005, que 05 Prefeituras da Região Metropolitana do Recife (Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Camaragibe e Paulista) ficassem impossibilitadas de conceder licença para a construção de prédios de alvenaria autoportante até que aprovassem projeto que adequasse a construção dos citados prédios à legislação e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).(www.jfpe.gov.br/noticias/paginasusuario/publi134.htm). Além disso, os citados municípios e a Caixa Econômica Federal teriam de fazer um levantamento dos prédios em situação de risco.

(http://www.mp.pe.gov.br/imprensa/imprensa_clipping/noticias/2006_fevereiro/01_jaboatao.htm)

O projeto enfatiza a obrigação do cumprimento do que prevê a ABNT para esse tipo de construção (http://www.ademi-pe.com.br/imprensa/dp_04jan06.html). Recife e Jaboatão dos Guararapes já estão com nova legislação e Olinda está mudando seu Código de Obras que data de 2000.

Em 15/06/2006 foi publicada no DOE a lei nº 13.032, de 14 de junho de 2006, que dispõe sobre a obrigatoriedade de vistorias, perícias e manutenções periódicas em edificações de apartamento ou salas comerciais, no âmbito do Estado de Pernambuco. A lei estabelece regras para a prevenção de danos aos consumidores adquirentes e usuários de imóveis, nos termos dos art.: 5º, XXXII – O estado promoverá, na forma da lei a defesa do consumidor e art.24º, VIII - Responsabilidade por dano ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos

de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, ambos da Constituição Federal, através de inspeções trienais, em todos os aspectos afetos a solidez e segurança da edificação.

1.4 JUSTIFICATIVA

A Engenharia Civil é, sem dúvida, responsável por importantes impactos positivos para a sociedade, na medida em que viabiliza espaços construídos imprescindíveis, direta ou indiretamente, para as diferentes necessidades e atividades humanas.

No entanto, nos últimos 20 anos, alguns municípios da Região Metropolitana do Recife, têm sido afetados por problemas diversos em obras de Engenharia Civil, contabilizando, inclusive, óbitos.

O mais grave desses problemas, dado ao número de edificações envolvidas, diz respeito aos “prédios tipo caixaão”; alguns ruíram e vários foram e estão interditados. A repercussão é enorme para os proprietários, mas é, sobretudo, para os profissionais da Engenharia Civil que precisam dar uma resposta à sociedade.

Essa pesquisa deseja contribuir com a solução desse problema, sistematizando os dados contidos nos laudos emitidos sobre os prédios que desabaram e os interditados, analisando as causas apontadas, tentando, inclusive, estabelecer parâmetros comuns entre as obras sinistradas. Quer, também, servir de suporte aos meios acadêmico e técnico, embasando trabalhos futuros, visando o desenvolvimento de tecnologias capazes de equacionar a situação dos referidos imóveis.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da presente dissertação é analisar laudos técnicos produzidos sobre “prédios tipo caixaão”, construídos nos municípios de Camaragibe, Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista e Recife, tendo como meta estudar as causas apontadas para desabamentos e interdições das referidas edificações.

1.5.2 Objetivos Específicos

1.5.2.1 Identificar os tipos de laudos realizados para os prédios em estudo

1.5.2.2 Identificar as causas apontadas como responsáveis pela interdição ou falência dos prédios em estudo.

1.5.2.3 Comparar os laudos na tentativa de identificar elementos comuns envolvidos na interdição ou falência dos prédios em estudo.

1.6 Estrutura da Dissertação

A dissertação está estruturada em 5 capítulos, descritos sucintamente a seguir.

Capítulo 1. Introdução: este capítulo introduz o problema em análise, ou seja: desabamentos e interdições de prédios “tipo caixaão” em alguns municípios da Região Metropolitana de Recife; justifica a relevância do tema para o meio acadêmico, técnico e para a sociedade em geral; traça os objetivos geral e específicos e apresenta a estruturação da presente dissertação.

Capítulo 2. “Prédios tipo caixaão”: é a construção de um arcabouço teórico sobre os prédios em análise e laudos. Consta da caracterização dessa obra específica (“prédio tipo caixaão”), das patologias possíveis de acometê-la e dos tipos de laudos. Não foram contemplados os estudos específicos realizados sobre essas edificações na Região Metropolitana do Recife, em razão do objeto de estudo da presente análise ser o laudo e não a edificação em si.

Capítulo 3. Material e Método: define os laudos como o material de estudo e a análise documental como método para a consecução dos objetivos propostos.

Capítulo 4. Resultados e Discussão: esta etapa da dissertação ao mesmo tempo em que apresenta os resultados alcançados, analisa-os e discute-os.

Capítulo 5. Considerações Finais: apresenta as conclusões alcançadas com a pesquisa e sugere possíveis desdobramentos futuros para a mesma, almejando, inclusive, soluções para esse grave, urgente e abrangente problema.

CAPÍTULO 2 OS PRÉDIOS TIPO CAIXÃO

2.1 A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA

Segundo o Aurélio (1980), “alvenaria é obra composta de pedras naturais ou artificiais, de forma irregular, ligadas ou não por argamassas”¹.

A alvenaria estrutural evoluiu morosamente, segundo Oliveira (1990), “de acordo com o crescimento social urbano desde a fase das construções de taipa, passando do pau-a-pique à cantaria, chegando à alvenaria de tijolos e posteriormente à alvenaria estrutural de blocos industrializados”²

Ainda, de acordo com Oliveira (1990) as construções de taipa apareceram no período colonial, e eram executadas com uma terra simplesmente umedecida e socada para adquirir rigidez. As paredes eram muito espessas, e o taipal tinha uma forma retangular com dimensões de 30 a 120 cm de espessura, por 100 a 150 cm de altura, por 200 a 400 cm comprimento, em detrimento dos espaços que seriam ocupados.

Devido aos aspectos negativos como: “fragilidade” e “ocupação de grandes espaços”, a taipa evoluiu para uma estrutura chamada de “pau-a-pique”, possibilitando a redução das dimensões na espessura da parede, utilizando-se uma estrutura de madeira, a partir de colunas verticais (estroncas) fixadas ao solo, com costelas horizontais, em cipós ou rachas, presas às colunas por amarrações, ou fixadas com pregos. Figura ainda hoje como sistema construtivo na área rural em todo o Brasil, pelo baixo custo e abundância de matéria-prima; a estronca roliça, o cipó e o barro.

Os limites estruturais e questões como fragilidade e durabilidade buscaram na cantaria, que é um sistema construtivo constituído à base de alvenaria de pedra, a alternativa às deficiências dos dois primeiros. Exemplos de construções de pau-a-pique e cantaria, são muitos e espalhados em todas as capitais do país.

“A cidade do Recife conserva ainda algumas casas do século XIX, de estilo neoclássico, guardando consigo, elementos originais de cantaria, como o casarão nº 158 da rua Benfca”³ (Figura 2.1), segundo Barreto (2002),

¹ FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Mélio Dicionário Aurélio*. ed. Nova Fronteira, 1980. p. 1781.

² OLIVEIRA, Nildo Carlos de - *Manual Técnico em alvenaria*. 1ª edição, ed. ABCI. São Paulo, 1999. p. 275

³ BARRETO, Adriano Siebra Paes. *Disertação de Mestrado UFPE: Análise numérica de painéis de alvenaria estrutural utilizando técnica de homogeneização*. Recife. 2002. p. 132.



Figura 2.1 – Casarão nº 158 da rua Benfica

Em 1875 foi criado o Código de Posturas que proibia a construção dos chamados ranchos de palha. Naturalmente, o crescimento urbano exigiu alternativas de novas técnicas e materiais para atender a melhoria de qualidade das construções. A partir dessa necessidade teve início o desenvolvimento do bloco de argila para alvenarias.

Registros de alvenaria de tijolo cerâmico, tecnologia trazida pelos portugueses, são encontrados no Recife antigo e Rua da Aurora; sobrados de vários pavimentos tombados pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) (Figuras 2.2 e 2.3).



Figura 2.2 – Rua do Bom Jesus



Figura 2.3 – Rua da Aurora

O aprimoramento do sistema construtivo em alvenaria deu-se na mesma proporção em que os blocos cerâmicos melhoraram sua qualidade e culminou com o aparecimento do bloco de concreto. Lembra Oliveira (1990), citado por Azevedo (1992):

“De que o tijolo foi concebido na dimensão exata da capacidade de trabalho de um pedreiro, de forma que, ele poderia segurar os tijolos em uma das mãos e a colher de pedreiro com a outra [...] a relação ideal entre o comprimento do tijolo, deveria ser duas vezes a dimensão da largura, a fim de que não ficasse com sobras nas amarrações e permitisse o alinhamento previsto”⁴.

2.1.1 As primeiras normas técnicas

Apenas em 1940, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) aprovou normas fixando as dimensões do tijolo de barro cozido, em 5,5cm x 11,0cm x 22,0cm, para espessura, largura e comprimento, respectivamente. Todavia, fatores técnicos e econômicos como tempo de assentamento, alinhamento e amarração, etc., provocaram mudanças nas formas e dimensões do tijolo. Com as novas dimensões, 20,0cm x 20,0cm x 10,0cm, o assentamento ganhou velocidade e o projeto, espaço construído. Depois houve a evolução para os blocos de concreto de 20,0cm x 40,0cm x 10,0cm, respectivamente altura, comprimento e espessura.

⁴ OLIVEIRA, apud. AZEVEDO, Hélio Alves. **O Edifício até sua estrutura**. Editora Edgar Blucher.1992.p.185

Em 1977 foi formada a primeira comissão de estudos para o desenvolvimento de normas nacionais para Alvenaria Estrutural, com bloco de concreto. Dela participaram o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT); Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

As normas para o setor cerâmico só começaram a ser discutidas na década de 1980, através de uma convenção composta por empresas do setor, mais a Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

2.1.2 Os pioneiros

Um dos precursores da alvenaria estrutural de blocos de concreto no Brasil foi o arquiteto Carlos Alberto Tauil, formado pela Universidade de São Paulo (USP) em 1967. Iniciou sua vida profissional projetando habitações populares para a Companhia de Habitação do Estado de São Paulo (COHAB-SP). Em 1971 vai estudar na Alemanha e conhece o professor N. J. Nabraken, da Universidade de Eindhoven, que utilizava a coordenação modular. Voltando ao Brasil foi convidado a construir pequenos prédios utilizando blocos de concreto e o conceito de modulação, difundindo seu trabalho através de artigos técnicos para a revista Construir da editora PINI.

No entanto, quem produziu os primeiros edifícios altos em alvenaria estrutural foi o arquiteto Fuad Jorge Cury, que lançou o Conjunto Parque Lapa, com 12 pavimentos, em 1972, com blocos de concreto sem revestimento. O calculista foi o engenheiro civil José Luiz Pereira e a verificação dos ventos foi do engenheiro americano Greer Fever que fazia palestras no Brasil sobre o assunto, de acordo com Oliveira (1999)⁵.

2.2 HISTÓRICO DA ALVENARIA

A alvenaria surgiu, como sistema construtivo empírico, há milhares de anos, e foi concebida de forma primitiva através do empilhamento de fragmentos de rochas, evoluindo depois para elevações de pedra cantaria, tijolos de argila prensados e blocos de concreto.

Com a evolução das civilizações, as alvenarias passaram de estruturas pesadas, rígidas e espessas para os atuais painéis esbeltos dos dias atuais, com componentes desenvolvidos

⁵ OLIVEIRA, 1999. P.277.

tecnologicamente, de características leves, resistentes, duráveis e de baixo custo, através dos blocos vazados e de materiais de menor peso.

Segundo Ramalho e Correa (2003):

“Ao longo do tempo foram desenvolvidas unidades de cerâmica cozida e de outros materiais de alta resistência; no entanto, a aplicação de métodos empíricos de projetos e construção se manteve até o século 20. Apenas recentemente a alvenaria começou a ser tratada como um verdadeiro material de engenharia, passando o projeto dessas estruturas a ser baseado em princípios científicos”⁶.

Considera-se a transmissão das cargas através de tensões de compressão como fundamento básico, e que em determinadas situações, podem existir tensões de tração localizadas. E no entanto, se estas apresentarem valores elevados podem tornar a estrutura, economicamente inviável.

A alvenaria estrutural também se desenvolveu empiricamente, através do empilhamento de seus elementos, tijolos ou pedras, rejuntados ou não, de forma a cumprir suas funções estrutural e arquitetônica.

Como elemento de fechamento atendia de maneira eficaz as suas funções, mas tinha problemas em atender à abertura (as vigas), de vãos de passagem (portas) e para ventilação (janelas). Usando a pedra, a dificuldade era cortar e transportar os elementos, e usando a madeira, o problema era a durabilidade da peça.

A solução foi a execução dos arcos, obtidos através da arrumação conveniente dos elementos, de forma que o sistema continuasse a trabalhar através da transmissão de tensões de compressão; esse artifício foi utilizado para a obtenção de grandes espaços e servia de suporte para os telhados. Em casos específicos, onde as estruturas necessitavam, eram construídos contraventamentos com peças adicionais, evitando-se os efeitos negativos das tensões de tração.

2.3 EVOLUÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL NO MUNDO E NO BRASIL

Sendo um dos mais antigos e tradicionais sistemas construtivos, a alvenaria estrutural foi utilizada, desde o início da atividade humana na engenharia, em casas, templos, jazigos, entre outras. Eram executadas em blocos de argila, pedras e outros materiais, tendo algumas dessas obras atravessado milênios e sobrevivido até os dias atuais.

⁶ RAMALHO, Márcio A. CORREIA, Márcio R.S. – Projeto de edifícios de alvenaria estrutural, PINI, São Paulo, 2003. p.

A história das civilizações mostra a evolução dos sistemas construtivos em alvenarias; é possível destacar grandes obras, como as citadas em seguida.

Conjunto das três pirâmides dos faraós Queops, Quefren e Miquerinos (Pirâmides de Gizé) (Figura 2.4), construídas há aproximadamente 2600 anos a.C. com suas estruturas em blocos de pedra, tendo a maior delas, a de Queóps, 147 metros de altura. Sua base tem seção quadrada de 230 metros de lado e foi executada com aproximadamente 2,3 milhões de blocos de pedra, com peso médio de 25 kN sobrepostos, uns sobre os outros.

Tais construções majestosas e imponentes, as pirâmides, se encontram em várias partes do alto e baixo rio Nilo, com dimensões gigantescas, e estatuária extravagante. Na maioria delas, como no caso das pirâmides da planície de Gizé. Impressionam qualquer visitante pela beleza e longevidade. As três têm seus ápices perfeitamente alinhados com as três estrelas do Cinturão de Órion e as Três Marias. Para os egípcios antigos, Órion era a representação nos Céus de Osíres, o Deus que julgava os mortos.

O Farol de Alexandria (Figura 2.5) foi construído a mando de Ptolomeu no ano 280 a.C. pelo arquiteto e engenheiro grego Sótrato, de Cnido. Era uma torre toda executada em mármore branco, situada na ilha de Faros com 134 metros de altura, equivalente a um edifício de 45 pavimentos, próxima ao porto de Alexandria, Egito. Na torre ardia uma chama que, através de espelhos, iluminava à distância (tal foi a origem do termo farol). A luz refletida chegava a 50 km de distância. Dada a imponência e conseqüente fama daquele farol, fizeram-no entrar na lista das sete maravilhas do mundo antigo. Foi destruído por um terremoto no século XIV e suas ruínas foram encontradas em 1994 por mergulhadores, o que depois foi confirmado por imagens de satélite (Sete Maravilhas do Mundo Antigo – Wikipédia).



Figura 2.4 Pirâmides de Gizé

Fonte: Pirâmides de Gizé - Wikipédia



Figura 2.5 Farol de Alexandria

Fonte: Google imagens

O Coliseu Romano (Figura 2.6) foi um grande anfiteatro, construído em aproximadamente 70 anos d.C. com capacidade para 50.000 pessoas. Merece a referência pois foi uma obra projetada diferentemente das soluções da época, que usavam a topografia acidentada de determinado local de forma a beneficiar sua estrutura. Grande exemplo da arquitetura romana, foi erguido em alvenaria de pedra, com mais de 500m de diâmetro e 50m de altura; possuía 80 portas e tinha sua estrutura de pórticos formados por pilares e arcos.



Figura 2.6 Coliseu Romano
Fonte : Wikipédia



Figura 2.7 Templo do Sol - Teotihuacan
Fonte: site - O Templo Cósmico Teotihuacan

Teotihuacan ou Teotihuacán (cidade dos Deuses) (Figura 2.7), é um sítio arqueológico localizado a 40km da Cidade do México, e foi a maior cidade conhecida da época Pré-Colombiana na América. Foi construído há aproximadamente 500 anos d.C. em blocos de argila (adobe), revestidos de pedra; tem aproximadamente 65m de altura e no vértice superior existiu um templo. A pirâmide é alinhada com a linha entre o nascente e o poente no solstício do verão (Ramalho e Correa- 1999)⁷.

A Catedral de Reims (figura 2.8), construída perto dos 1300 anos d.C. é uma catedral gótica e fica localizada na praça de Parvis, na pequena ilha Ile de La Ceté, em Paris. Tem sua forma e esplendor, ligadas à idéia de verticalidade, e demonstra aprimorada técnica; sendo executada em blocos de pedra, consegue grandes vãos utilizando-se apenas estruturas comprimidas, com arcos que apóiam o teto e são apoiados em pilares esbeltos, contraventados com arcos externos.

⁷ RAMALHO, M.A. & CORREIA, M.R.S. Alvenaria Estrutural, Notas de Aulas, São Carlos, 1999, USP.p.2.

O Edifício Monadnock (Figura 2.9), tem 65 metros de altura em seus 16 pavimentos. Foi construído em Chicago – EUA entre 1889 e 1891 e considerado, em sua época, uma obra ousada. Suas paredes de base têm 1,80 metros de espessura, devido aos métodos empíricos de dimensionamento (CARVALHO E ROMAN, 2001)⁸.



Figura 2.8 La Catedral de Reims
Fonte: Google imagens



Figura 2.9 Edifício Monadnock
Fonte: CARVALHO ROMAN, 2001

Outro marco histórico importante para a alvenaria aconteceu em 1950, na cidade de Basileia, na Suíça, a construção de um edifício em alvenaria estrutural não armada, com 42 metros de altura e 13 pavimentos; tem suas paredes externas com espessuras de 37,5 cm e 15 cm para as paredes internas. Observa-se que os critérios adotados para o dimensionamento das paredes internas, que são as que recebem as maiores parcelas das cargas, são muito parecidos com os das diversas normas atuais, enquanto que os critérios usados para o dimensionamento das paredes externas levaram em consideração, provavelmente a aspectos de conforto térmico.

⁸ CARVALHO, J.D.N. & ROMAN, H.R. Análise do Comportamento Mecânico dos Prismas de Alvenaria de Blocos de Concreto por MEF. In; Anais da XXVII Jornadas Sulamericanas de Engenharia Estrutural. Vol 1, São Carlos, 2001

O Hotel Excalibur (Figura 2.10), foi construído no final dos anos 80 em Las Vegas, USA, inspirado em Camelot do Rei Arthur e os Cavaleiros da Távola Redonda, com temas medievais. É ainda hoje, considerado um referencial da alvenaria estrutural no mundo. Foi executado em alvenaria armada, em blocos de concreto, sendo um complexo formado por quatro torres de 28 pavimentos e 1008 apartamentos cada.



Figura 2.10 Hotel Excalibur em Las Vegas

Fonte: http://high.tur.br/las_vegas.htm

As informações sobre o aparecimento da alvenaria, como sistema construtivo, no Brasil, datam do início do século XVI, com a chegada dos portugueses e apesar disso muito tempo se passou até se falar em alvenaria com blocos estruturais.

Acredita-se que os primeiros edifícios construídos com blocos de concreto no Brasil tenham surgido apenas em 1966 em São Paulo. Foram executados com blocos industrializados e tinham apenas quatro pavimentos. Edifícios mais elevados foram construídos também em São Paulo em 1972 como o condomínio Central Parque Lapa (Figura 2.11) tem quatro blocos com 12 pavimentos em alvenaria armada de blocos de concreto.

Outro grande edifício construído no Brasil que representa marco histórico é o edifício Muriti, em São José dos Campos (Figura 2.12), com 16 pavimentos, todo executado em alvenaria armada de blocos de concreto.



Figura 2.11 Central Parque Lapa (1972)
Fonte: ORIGINAL BLOCOS –
HISTÓRICO: ALVENARIA



Figura 2.12 Edifício Muriti

Já no caso da alvenaria não armada, o primeiro edifício com altura considerável, é citado por Camacho (2001)⁹, foi construído em São Paulo, em 1977, com 9 pavimentos usando blocos de silício-calcário com 24 cm de espessura.

Passados os anos, é possível perceber que, apesar da forte presença do concreto armado, o sistema construtivo em alvenaria estrutural ganhou força devido à estabilização econômica que gerou o crescimento e o desenvolvimento da construção civil, trazendo competitividade, pesquisa e redução de custos.

Concluindo, Oliveira (1990) diz:

“Dentro do sistema construtivo de alvenaria, a alvenaria não armada de blocos vazados parece ser um dos mais promissores tanto pela economia como pelo número de fornecedores existentes”, e ainda, “sua utilização é mais indicada em edificações residenciais de padrão médio e baixo com até 12 pavimentos. Nestes casos, utilizam-se paredes com espessuras de 14 cm e a resistência de blocos normalmente necessária é de 1 MPa vezes o número de pavimentos acima do nível considerado”¹⁰

O uso crescente da alvenaria estrutural, com bloco de concreto como sistema construtivo racionalizado, despertou o setor ceramista que até então fabricava apenas tijolos vazados para pequenas construções a começar a produzir blocos cerâmicos vazados, para

⁹ CAMACHO, Jefferson Sidney. Projeto de edifícios de Alvenaria estrutural, Notas de Aulas, UNESP, Ilha Solteira, SP, 2001.p. 9.

¹⁰ OLIVEIRA.1999. p. 275

alvenaria estrutural, destinados a edificações de poucos pavimentos. À época não se tinha normas técnicas específicas, que só apareceram em 2005, com a NBR 15270-2 (Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – terminologia e requisitos); nela se estabelece que a resistência à compressão característica do bloco deve ser considerada a partir de 3,0 MPa.

2.4 OS BLOCOS CERÂMICOS

O aparecimento do tijolo cerâmico remonta de 4500 A.C., sendo um dos principais componentes de uma edificação.

Em sua evolução os tijolos foram produzidos a partir da argila, geralmente em forma de paralelepípedo, possuindo cor avermelhada e apresentam ou não canais ou furos ao longo de seu comprimento.

Inicialmente eram confeccionados a partir de solo argiloso, moldados em formas e secados ao ar. Para diminuir os efeitos da retração e evitar fissuras usava-se palha ou fibras vegetais.

Evoluindo, passou a ser queimado em fornos para adquirir maiores resistência e durabilidade, e dentro de um processo de industrialização mais elaborado, passou a ter furos e dimensões mais adequadas ao trabalho do operário da construção. As normas técnicas brasileiras para tijolo cerâmico foram por ordem cronológica

- ABNT s/n (1940) – dimensões do tijolo cerâmico cozido;
- NBR 6461:1983 – Blocos cerâmicos para alvenaria - Verificação da resistência à compressão;
- NBR 7171:1992 – Blocos cerâmicos para alvenaria – Especificação.

Em agosto de 2005, foi editada a NBR 15270 – Componentes cerâmicos, dividida em três partes:

- NBR 15270-1: Blocos Cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Como objetivo: esta parte da ABNT NBR 15270 define os termos e fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento de blocos cerâmicos de vedação a serem utilizados em obras de alvenaria de vedação, com ou sem revestimento.
- NBR 15270-2: Blocos Cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. Como objetivo: esta parte da ABNT NBR 15270 define os termos e

fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento de blocos cerâmicos estruturais a serem utilizados em obras de alvenaria estrutural, com ou sem revestimento.

- NBR 15270-3: Blocos Cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio. Como objetivo: esta parte da ABNT NBR 15270-1 estabelece os métodos para a execução dos ensaios dos blocos cerâmicos estruturais e de vedação.

As Figuras 2.13 e 2.14 mostram exemplos de blocos vazados para alvenaria de vedação e estrutural de acordo com a NBR 15270.

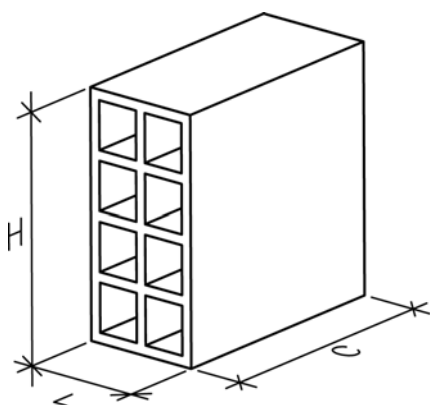


Figura 2.13 - Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal NBR 15270 – 1

Fonte: Adaptado da NBR 15270-1

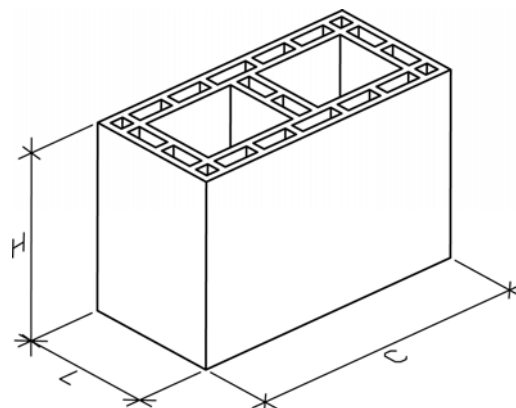


Figura 2.14 - Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical NBR 15270 – 1

Fonte: Adaptado da NBR 15270-1

Já o bloco cerâmico para alvenaria estrutural pode ter paredes vazadas ou maciças, de acordo com a NBR 15270 – 2, conforme as figuras 2.15, 2.16 e 2.17.

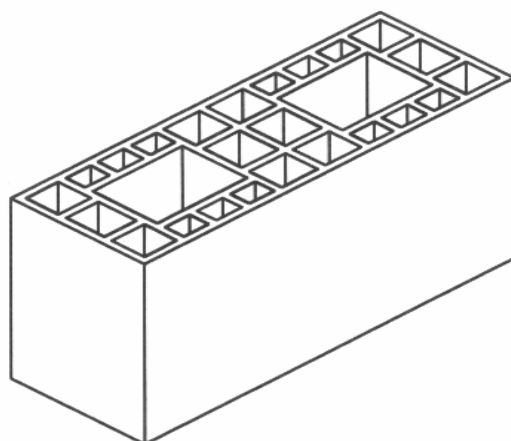


Figura 2.15 – Bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas NBR 15270-2
 Fonte: Adaptado da NBR 15270-2

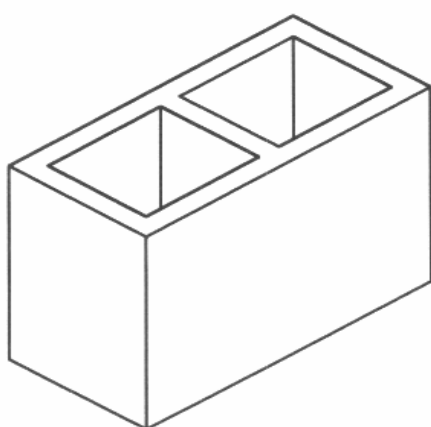


Figura 2.16 - Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (com paredes internas maciças) NBR 15270 – 2

Fonte: Adaptado da NBR 15270-2

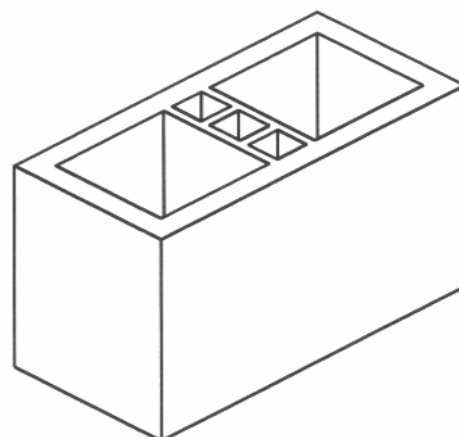


Figura 2.17 - Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (com paredes internas vazadas) NBR 15270 – 2

Fonte: Adaptado da NBR 15270-2

Para efeito de distinção, os tijolos são unidades com dimensões máximas de 250x120x55mm, e segundo a NBR 7171, bloco é a unidade que possui furos prismáticos ou cilíndricos, perpendiculares às faces nas quais se apóiam.

Os blocos são considerados vazados quando a área de vazios ultrapassa 25% do total, definindo-se: área bruta da secção, como sendo a área total da mesma; enquanto que, se define por área líquida, a diferença entre a área bruta menos a área de vazios.

Uma classificação sintética das unidades de alvenaria segundo, Barreto (2002)¹¹, é dada na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Classificação sintética das unidades de alvenaria (BARRETO, 2002).

Unidades de alvenaria	Blocos	Cerâmico Concreto Sílico-calcário	
	Tijolos	Maciços	Cerâmico Concreto Sílico-calcário
		Furados	Cerâmicos

Para efeito de definição, as unidades das alvenarias diferenciam-se, ainda, quanto às funções.

Chamam-se blocos de vedação, àqueles destinados a execução de paredes de fechamento e que devem suportar o peso próprio e algumas cargas de ocupação como pias, lavatórios, etc, e geralmente, têm furos horizontais. Já os blocos estruturais ou portantes, são aqueles que além de exercerem a função de vedação, têm uma função estrutural, onde as paredes constituirão a estrutura resistente da obra, e são utilizados com a furação sempre na vertical.

A resistência à compressão dos blocos cerâmicos de vedação, calculada na área bruta, deve atender aos valores mínimos indicados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Resistência à compressão dos blocos cerâmicos de vedação (f_b)
(NBR 15270 – 1:2005)

POSIÇÃO DOS FUROS	f_b (MPa)
Para blocos usados com furos na horizontal (Figura 2.13)	$\geq 1,5$
Para blocos usados com furos na vertical (Figura 2.14)	$\geq 3,0$

As dimensões de fabricação e variações dimensionais dos blocos cerâmicos de vedação estão indicadas na NBR 1527-1:2005, e para os blocos estruturais na NBR 15270-2:2005.

¹¹ BARRETO. 2002.p. 3.

No caso dos blocos cerâmicos, a norma anterior, NBR 7171:1983 - Bloco Cerâmico para Alvenaria, menciona que para os blocos portantes cerâmicos, a resistência à compressão mínima deve ser de 4,0 MPa. Já a NBR 15270-2:2005 – Blocos Cerâmicos para Alvenaria Estrutural – Terminologia e requisitos, em seu item 5.5.1, especifica que a resistência característica à compressão dos blocos cerâmicos estruturais deve ser considerada a partir de 3,0 MPa, referida à área bruta.

A baixa qualidade dos blocos cerâmicos disponíveis no mercado brasileiro é preocupante, uma vez que esses elementos têm grande importância nas obras de construção de edifícios, respondendo a funções estruturais e de fechamento.

Vários trabalhos técnicos e acadêmicos enfocam a má qualidade dos blocos cerâmicos fabricados em todo o país. Os problemas vão desde o empirismo do processo de produção, que geralmente foi passado de geração para geração, à falta de cuidado com a qualidade da matéria prima, à composição e mistura da massa, ao prensamento e queima do bloco, e aos cuidados com a secagem e resfriamento. Essa negligência da produção é a responsável pela baixa qualidade do produto, ocasionando inúmeros defeitos, tais como: falhas geométricas e dimensionais, pequenas espessuras dos septos, trincas, baixas resistências mecânica e a intempéries, resultando em menor durabilidade.

A confirmação desse problema foi feita pelo INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial que, desde 1996, desenvolve o Programa de Análise de Produtos, visando formar consumidores conscientes e capacitados para tomarem acertadas decisões de compras, tornando-os indutores do processo de melhoria contínua da qualidade, contribuindo para o aumento da competitividade da indústria nacional. Os estudos foram realizados em janeiro de 2001, com os blocos cerâmicos para alvenaria e os resultados podem ser encontrados no site do Inmetro.

<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp>

Entre as justificativas para a realização da pesquisa, estão os dados da Secretaria Executiva do Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação, de julho de 1998, que divulgou ser o percentual médio de não conformidade, dos materiais e componentes da construção civil habitacional, em torno de 40%.

Os resultados das análises comprovaram a baixa qualidade e falta de conformidade dos blocos cerâmicos, deixando de atender aos requisitos das normas brasileiras vigentes na

época, NBR 6461:1983 e NBR 7171:1992, como também à portaria do Inmetro para verificação de conformidade metrológica.

2.5 OS BLOCOS DE CONCRETO

Embora os primeiros blocos de concreto para alvenaria de vedação, tenham sido fabricados na Inglaterra por volta de 1850, a sua produção em escala industrial só aconteceu em 1904, com o aparecimento das máquinas vibro-prensas automáticas no estado da Virgínia (EUA).

No Brasil, a utilização dos blocos de concreto aconteceu na década de 1940, mas a primeira fábrica de blocos surgiu apenas em 1968, e a normatização desses blocos só veio acontecer em 1982 com a NBR 7173 - Bloco vazado de concreto simples para alvenaria sem função estrutural. (Site: Press Kit Blocos Brasil)

A utilização, em grande escala, veio acontecer no setor da construção civil de São Paulo, dando margem ao aparecimento das outras normas.

- NBR 12117:1991 – Blocos vazados de concreto para alvenaria – retração por secagem.
- NBR 12118:1991 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – determinação da absorção da água, do teor de umidade e da área líquida.
- NBR 7184:1992 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – determinação da resistência à compressão.
- NBR 6163:1994 - Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural

Os blocos de concreto para alvenaria de vedação apresentam algumas vantagens significativas sobre os blocos fabricados com outros materiais, podendo gerar economia de até 15%(Site: Press Kit Blocos Brasil), sendo algumas delas:

- Medidas mais uniformes, por causa do processo de fabricação, quando comparados aos blocos de outros materiais.
- Economia de material. Devido ao bom acabamento das faces, pode-se dispensar o revestimento, ou este ser aplicado dispensando o chapisco.
- Economia de mão-de-obra, devido a não aplicação do chapisco.
- Melhor produtividade. Com blocos maiores, assentam-se menos blocos por m².

A facilidade e a racionalização do processo de produção em alvenaria de blocos vazados de concreto, na Europa, fizeram com que fosse substituída a pedra, por estruturas apenas de blocos, sem estrutura de concreto.

Apesar do crescimento do uso da alvenaria de blocos de concreto, apenas na década de 50 é que começaram a ser criados códigos de obras e normas técnicas para alvenaria estrutural.

Mesmo com esse avanço, a primeira comissão para estudos e desenvolvimento de normas brasileiras, só veio a ser criada em 1977, e a primeira norma, no ano de 1982.

- NBR 5712:1982 – Bloco vazado modular de concreto.
- NBR 7173:1982 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural.
- NBR 8215:1983 – Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural – preparo do ensaio à compressão.
- NBR 8798:1985 – Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto – procedimento.
- NBR 8949:1986 – Paredes de alvenaria estrutural ensaio à compressão simples – método de ensaios.
- NBR 10837:1989 – Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto – procedimento.
- NBR 7184:1992 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão.
- NBR 12117:1992 – Blocos vazados de concreto para alvenaria – Retração por secagem.
- NBR 12 118:1992 – Blocos vazados de concreto para alvenaria – Determinação da absorção de água, do teor de umidade e da área líquida.
- NBR 6136:1994 – Blocos vazados de concreto para alvenaria estrutural – (em processo de revisão) .

As normas internacionais mais indicadas no meio técnico brasileiro são:

- ASTM C 55/97 – Standard specification for concrete brick (American Society for Testing and Materials- EUA).
- BS 6073:81 – Part 1 – Precast concrete masonry units – Specification for precast for concrete masonry units (British Standards Institution – UK).

As últimas alterações de normas sobre os blocos de concreto, se deram em novembro de 2006 com a publicação das novas normas:

- NBR 6136:2006 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos, em substituição da NBR 5712:1982 - Bloco vazado modular de concreto e da NBR 7173:1982 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural
- NBR 12118:2006 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Ensaio, em substituição da NBR 7184:1991 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão.

Por não utilizar pilares ou vigas, o sistema construtivo em alvenaria estrutural, pode produzir economia de até 30% no valor da obra, para o construtor, em comparação com as estruturas de concreto armado, com vantagens como:

- Elimina gastos com formas para concreto.
- Gastos menores de concreto com o grauteamento.
- Elimina retrabalho com cortes e enchimentos para passagem de tubulações.
- Elimina parte dos desperdícios por ser um sistema altamente racionalizado.

Mesmo se comparando a um sistema de alvenaria convencional, a alvenaria estrutural não armada, leva a uma economia de 30% do custo total (Manual de Tecnologia – Bricka Alvenaria Estrutural)¹²

A norma brasileira faz ainda uma designação dos blocos, tomando por base a largura; por exemplo: M-10, M-15, M-20, referem-se às larguras 9, 14 e 19 cm, conforme a tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Dimensões reais dos blocos modulares de concreto NBR 6136/1994

Designação	Dimensões em (mm)				
	largura	altura	comprimento	Parede transversal	Parede longitudinal
M-20	190	190	390	25	32
	190	190	190	-	-
M-15	140	190	390	25	25
	140	190	190	-	-
M-10	90	190	390	15	15
Vedação	90	190	190	-	-

¹² Bricka Alvenaria Estrutural. Manual de Tecnologia – site: www.bricka.com.br

Os blocos de concreto para alvenaria de fechamento ou vedação, têm largura de 9 cm, enquanto que os blocos destinados à alvenaria estrutural têm larguras de 14 e 19 cm, como exemplificado nas figuras 2.18 e 2.19.

A figura 2.20 representa um meio-bloco de 10 usado para solucionar problemas de modulação, e a figura 2.21 representa um bloco canaleta, preparado para colocação de armaduras horizontais e usado para a execução de cintas, vergas e contra-vergas.

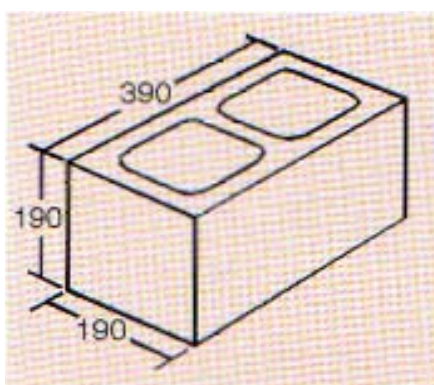


Figura 2.18 Bloco de 20 estrutural
19x19x39

Fonte: www.geocities.com

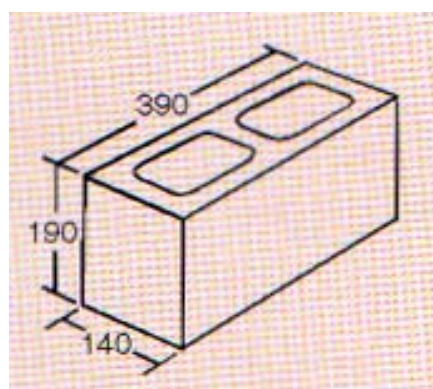


Figura 2.19 Bloco de 15 estrutural
14x19x39

Fonte: www.geocities.com

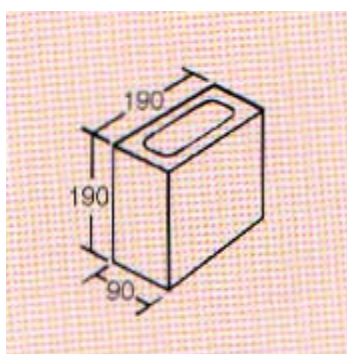


Figura 2.20 Meio bloco de 10
9x19x19

Fonte: www.geocities.com

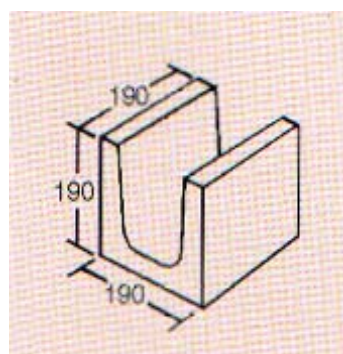


Figura 2.21 Meia canaleta de 20
19x19x19

Fonte: www.geocities.com

2.6 - A ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria de uma forma geral é entendida como as construções formadas de pedras naturais ou artificiais, ligadas entre si de modo estável pela combinação de juntas e interposição de argamassa, capazes de resistir unicamente a esforços de compressão e dispostos de maneira tal que as superfícies das juntas sejam normais aos esforços principais.

O conceito de alvenaria estrutural é segundo Franco (2005); “o processo construtivo que se caracteriza pelo uso de paredes como principal estrutura suporte do edifício, dimensionada através de cálculo estrutural”¹³.

Para Ramalho e Correia (2003), é possível conceituar alvenaria estrutural como:

“construções formadas de blocos industrializados de diversos materiais, suscetíveis de serem projetados para resistirem a esforços de compressão única, ou ainda uma combinação de esforços, ligados entre si pela interposição de argamassas e podendo ainda conter armadura envolta de concreto ou argamassa no plano vertical e/ou horizontal”¹⁴.

Para um melhor entendimento do conceito de alvenaria estrutural, faz-se necessário conhecer alguns elementos existentes na NBR 10837:1989 – Cálculo de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto e da NBR 8798:1985 – Execução e Controle de Obras de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto.

Entende-se por um **componente** da alvenaria, uma unidade básica, ou seja, uma das partes que integrarão a estrutura, sendo as principais os **blocos ou unidades**, a **argamassa**, o **graute** e a **armadura**.

Por **elemento**, uma parte suficientemente elaborada da estrutura, sendo formado por pelo menos dois componentes anteriormente citados. Como exemplo: **paredes** (blocos e argamassa), **pilares**, **cintas**, **vergas** (armadura e concreto)...

Unidades ou blocos - são os componentes básicos de uma alvenaria estrutural, sendo desta forma os principais responsáveis pela resistência da estrutura. As unidades ou blocos para as alvenarias estruturais diferem pela natureza de seus materiais, pela forma e dimensões; daí ser necessário esclarecer as classificações mais comuns.

¹³ FRANCO, Sérgio Luiz; Alvenaria Estrutural. Notas de Aulas PCC 2515. Escola Politécnica da USP. 2005

¹⁴ RAMALHO, M. A. & CORREIA, M.R.S, 2003. p.

Uma classificação importante para os blocos de alvenaria estrutural é quando se diferencia os blocos de acordo com a **natureza de seus materiais**, que podem ser: de **concreto**; **cerâmicos**, de **silício-calcário** e também de **concreto celular autoclavado**.

Como nos blocos cerâmicos é possível ainda, diferenciar a unidade pela sua **estrutura**, como **maciça** ou **vazada**.

Quanto à **função**, da mesma forma que os blocos cerâmicos, a unidade ou bloco pode ser estrutural ou de vedação. É de **vedação** quando destinado à execução de paredes que suportarão seu próprio peso e pequenas cargas de ocupação como armários pias, lavatórios, etc.; **estrutural** ou **portante**, quando, além de exercer a função de vedação, também é destinado à execução de paredes que constituirão a estrutura resistente da edificação.

Devem atender aos **requisitos de resistência** da NBR 6136:1980 – Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenarias Estruturais – que determina a resistência característica do bloco à compressão, medida em relação à área bruta, dentro dos seguintes limites:

$F_{bk} \geq 6,0$ MPa : para blocos em paredes externas sem revestimento

$F_{bk} \geq 4,5$ MPa : para blocos em paredes internas ou externas com revestimento

Argamassas - A argamassa de assentamento é o componente que tem como função básica a ligação entre os blocos, garantindo a distribuição uniforme das tensões e absorvendo pequenas deformações.

No entanto, sua resistência à compressão não é tão significativa para a resistência à compressão das alvenarias. Porém, é de interesse do projetista o conhecimento de sua resistência média, uma vez que a NBR 10837:1989 especifica a partir dela, as tensões admissíveis à tração e ao cisalhamento.

Graute - O graute é um micro-concreto de alta plasticidade utilizado para preencher os vazios dos blocos de forma a aumentar a área da seção transversal e promover a solidarização do bloco com a armadura, ampliando assim a capacidade da alvenaria resistir aos esforços de compressão e combater os esforços de tração.

Na utilização do graute deve ser observado o que dispõem as normas técnicas, a seguir especificadas:

- NBR 8798:1985 – Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, armada, parcialmente e não armada -, estabelece as quantidades-limite de cimento, cal e agregado para a dosagem não experimental.
- NBR 10837:1989 – Fixa condições exigíveis no projeto e execução de obras em alvenaria estrutural, armada, parcialmente e não armada -, prescreve que o graute deve

ter sua resistência característica maior ou igual a duas vezes a resistência característica do bloco, pois o bloco tem normalmente 50% de área líquida.

Armaduras - As armaduras são usadas verticalmente nos pontos estabelecidos no projeto estrutural e horizontalmente nas canaletas, vergas e contra-vergas, sendo que o detalhamento de cada ferro, em cada parede, deve estar indicado na elevação das paredes, fornecido pelo projetista estrutural.

De modo geral, para as construções convencionais de edifícios residenciais, a alvenaria estrutural se mostra mais econômica, pois além de encurtar os prazos de execução, pela própria concepção do modelo construtivo, elimina algumas etapas do processo, diminui consideravelmente os desperdícios, além de ter um custo direto menor.

Segundo Ramalho e Correa (2003)¹⁵, para um estudo comparativo referente aos aspectos técnicos e econômicos, faz-se necessário se ter sistemas construtivos que sejam largamente utilizados, de forma que se possa discutir os itens mais consideráveis nos projetos, mostrando suas vantagens e desvantagens.

Porém para os prédios usuais (o tradicional H), devem-se observar alguns limites médios para utilização do sistema construtivo em alvenaria estrutural:

Alvenaria não armada sem amarração entre paredes	4 a 5 pavimentos
Alvenaria não armada com paredes amarradas	8 pavimentos
Alvenaria estrutural com Fbk de 8 MPa	10 pavimentos
Alvenaria estrutural com Fbk de 12 MPa	13 pavimentos
Alvenaria estrutural com Fbk de 15 MPa	18 pavimentos
Limite do aparecimento de tensões de tração	11 a 12 pavimentos
Limite com paredes de blocos com 14 cm	17 a 20 pavimentos

Principais vantagens do uso da alvenaria estrutural sobre o sistema construtivo de concreto armado:

- Economia de formas – praticamente só existiriam formas de lajes, e com grande reaproveitamento;

¹⁵ RAMALHO e CORREIA. 2003. p.

- Redução de revestimentos – os revestimentos internos são feitos usualmente de gesso em finas camadas, visto que o sistema racionalizado pressupõe uma boa qualidade da alvenaria;
- Redução de mão-de-obra – deixam de ser necessários carpinteiros, ferreiros, etc;
- Redução do tempo de construção da obra – não será necessário espera para a cura do concreto.

Principais desvantagens:

- Dificuldades de mudanças posteriores na arquitetura – as paredes têm responsabilidades estruturais;
- Interferências entre projetos – impossibilidade de se quebrarem paredes; os projetos de instalações têm de estar bem adequados ao projeto arquitetônico;
- Necessidade de mão-de-obra qualificada – o trabalhador precisa estar treinado e capacitado para executar as técnicas e usar as ferramentas adequadas aos serviços

Normas Técnicas

A alvenaria estrutural como sistema construtivo racional, é dimensionada através de cálculo estrutural, e regida por Normas Técnicas. No Brasil a norma só foi criada em 1989 através da NBR 10837. Atualmente as Normas Técnicas que norteiam as construções de alvenaria estrutural no Brasil e no mundo são:

Norma técnica brasileira - ABNT

- NBR 10837:1989 – Cálculo de Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto;

Normas técnicas internacionais segundo o NEPAE - Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural (<http://www.nepae.feis.unesp.br>)

Normas Americanas

- Recommended Practice for Engineered Brick Masonry: Publicado pela Brick Institute of America (BIA) em 1966. Trata-se do projeto e execução de alvenaria de tijolos, armada ou não.
- Specification for the Design and Construction of Load-bearing Concrete Masonry Design: publicado pelo Nacional Concrete Association (NCMA) em 1970. Trata, especificamente, do projeto e execução de alvenaria em bloco de concreto.
- Uniform Building Code (UBC) cap.24. Trata de alvenaria de um modo geral.

Norma Alemã

- DIN 1053: editada pela última vez em 1974. Trata de uma série de recomendações construtivas.

Norma Inglesa

- BS 5628: publicada pela British Standards Institution (BSI) em 1978. Trata da alvenaria de um modo geral. É, atualmente, a mais avançada norma sobre o assunto.

2.7 O SURGIMENTO DOS “PRÉDIOS TIPO CAIXÃO”

Na década de 70 a facilidade na obtenção de empréstimos junto a organismos internacionais, facilitou os projetos de desenvolvimento do país na época e teve a construção civil como um dos setores prioritários, uma vez que é um dos setores que ocupa mais mão-de-obra sem qualificação e traz resultados imediatos no que diz respeito a emprego e renda.

O problema com os “prédios tipo caixaão” surgiu porque o setor da construção civil sem a capacidade de absorver todo esse investimento, devido ao pequeno número de construtoras existentes no país naquela época, deu espaço para o aparecimento de “construtores leigos”, como comerciantes, profissionais liberais e outros, interessados apenas no rápido retorno desse tipo de investimento

De acordo com o professor Cláudio Mota¹⁶, a entrada desses “novos construtores” destoou a forma de construir, principalmente quantos aos sistemas construtivos estruturais, executando-se obras de alvenaria portantes sem ensaios, e estruturas sem amarrações de vigas e pilares. Essas modificações reduziram os coeficientes de segurança das estruturas de nossas obras empiricamente, de forma que se construía como se estivessem testando a estrutura. Com o passar do tempo, e sem a observância dos agentes financiadores, foram se criando novos modelos, até se chegar aos prédios tipo caixaão disseminados nas décadas de 80 e 90 e que apresentavam como estrutura apenas uma sapata corrida; um embasamento com alvenaria de 1 vez, de caixaão cheio ou vazio, paredes de alvenaria autoportante de ½ vez sem amarrações e uma laje pré-moldada.

Segundo o professor José do Patrocínio¹⁷, a evolução desse tipo de construção prosperou, pois nessa época, anos 70, o êxodo rural trouxe às capitais grandes massas de trabalhadores do campo, que sem ter moradia se concentraram nas periferias dos centros urbanos. Para atender a essa parcela mais pobre da população o setor da construção civil que já havia adotado esse modelo construtivo, precisava baixar ainda mais o custo dessas construções, tendo alguns construtores e calculistas eliminados certos elementos como: cintas de amarração ao fim da alvenaria de cada pavimento; uso de alvenaria singela nos

¹⁶ MOTA, Cláudio Soares, Aparecimento dos “prédios tipo caixaão”, 13.03.2007, (entrevista)

¹⁷ FIGUEIROA, José do Patrocínio. O aparecimento dos prédios tipo caixaão, 05.06.2007. (entrevista)

embasamentos, falta de revestimento dos embasamentos, e deixando de aterrar os caixões das fundações.

2.8 PATOLOGIAS

2.8.1 Introdução

A ousadia sempre crescente das obras de engenharia, incluindo tempo de construção, assim como as suas relações com o ambiente, com os usuários e o seu envelhecimento natural, fizeram com que surgissem, nessas construções, com intensidade e frequência variadas, problemas diversos.

As patologias são, portanto, defeitos que se instalam nas edificações e que a tornam doentia. Na sua evolução, pode ocorrer uma deterioração das partes afetadas, comprometendo a estabilidade da edificação, levando, até mesmo, à ruptura. Em outras palavras, às vezes, uma simples trinca pode ser o sinal de que algo grave está acontecendo com a obra.

Os estudos e pesquisas que se fazem necessários para resolver, mitigar, prevenir e remediar os citados problemas, originaram uma nova ciência, designada de Patologia das Construções.

Segundo Ripper & Souza (1999),

“Patologia das Construções é a ciência que procura de forma metodizada, estudar os efeitos dos materiais, dos componentes, dos elementos ou da edificação como um todo, diagnosticando suas causas e estabelecendo seus mecanismos de evolução, formas de manifestação, medidas de prevenção e recuperação”¹⁸.

Estudando os problemas de patologias e suas diversas causas, Ripper e Souza (1999) procuram mostrar que a queda de qualidade das construções brasileiras está relacionada aos seguintes fatores:

- a) Evolução tecnológica dos materiais, técnicas de execução e projetos, tornando as construções mais esbeltas e menos contraventadas.
- b) Conjuntura sócio-econômica: passou a exigir que as obras fossem conduzidas a grandes velocidades, implicando em pouco rigor no controle de materiais e serviços.
- c) Baixa qualificação da mão-de-obra: os trabalhadores mais qualificados foram incorporados a outras indústrias.

¹⁸ RÍPPER, Thomaz. SOUZA, Vicente Custódio Moreira. Patologia, recuperação e reforço de estrutura de concreto. São Paulo. PINI. P.16.

- d) Formação deficiente de engenheiros e arquitetos, políticas habitacionais inconsistentes e aplicação financeira em atividades especulativas.

.Como se vê, os problemas das patologias das construções passam pelo desconhecimento das propriedades dos materiais, falhas de projeto, execução e manutenção, agravados pelo baixo interesse das construtoras em pesquisa. Esses motivos, por si, explicam a morosidade do avanço da ciência sobre o assunto.

A partir do conhecimento desses problemas e procurando avaliar as causas dessas manifestações é que é possível propor formas eficientes de prevenção e recuperação. Por essa razão, e por ser uma área do conhecimento em franca expansão, é fundamental que os conceitos sejam bem estabelecidos. Serão, portanto, adotados os apresentados por Helene¹⁹ (1998), e transcritos na íntegra a seguir:

Patologia: pode ser entendida como a parte da engenharia que estuda os sintomas, o mecanismo, as causas e a origem dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema.

À **terapia** cabe estudar a correção e a solução desses problemas patológicos. Para obter êxito nas medidas terapêuticas, é necessário que o estudo precedente, o diagnóstico da questão, tenha sido bem conduzido.

O **diagnóstico** adequado e completo é aquele que esclarece todos os aspectos do problema, a saber: sintoma; mecanismo; origem; causa; consequência.

Sintomas: os problemas patológicos, salvo raras exceções, apresentam manifestação externa característica, a partir da qual se pode deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, assim como se pode estimar suas prováveis consequências.

Esses sintomas, também denominados de lesões, defeitos ou manifestações patológicas, podem ser descritos e classificados, orientando um primeiro diagnóstico, a partir de minuciosas e experientes observações visuais.

¹⁹ HELENE, Paulo R.L.- Manual Prático para reparo e reforço de estruturas de concreto. São Paulo. PINI. 1988. p. 15..

Mecanismo: processo a partir do qual se origina e se desenvolve um problema patológico. Assim a corrosão da armadura no concreto armado, tem como mecanismo um fenômeno de natureza eletroquímica, que necessita de ar (oxigênio) e umidade (água) para se manifestar.

Origem: o processo de construção e uso, pode ser dividido em cinco grandes etapas: planejamento, projeto, fabricação de materiais e componentes fora do canteiro, execução propriamente dita e uso, a etapa mais longa, que envolve a operação e manutenção das obras civis” (vide Figura 2.22).

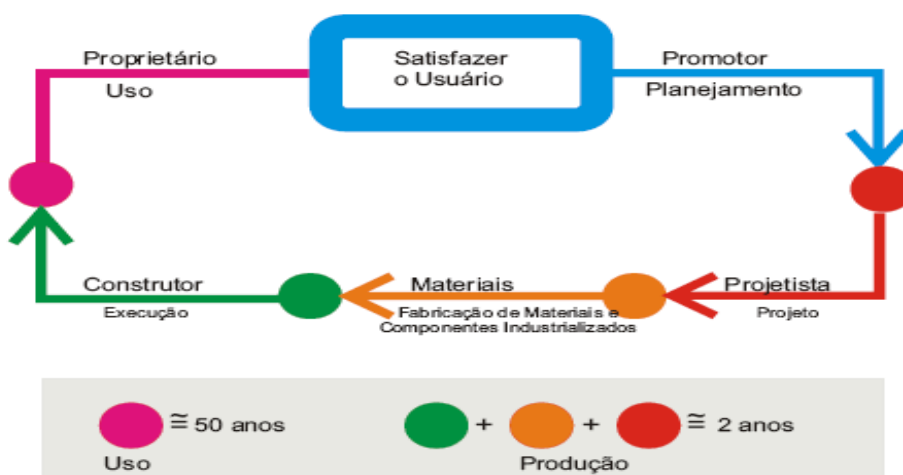


Figura 2.22: Etapas de produção e uso de obras civis

Fonte: Adaptado de Helene (1998)

A análise do gráfico permite prognosticar em que altura do processo de produção aconteceu um problema, o que lhe deu causa e de quem seria a responsabilidade. Os problemas patológicos se manifestam após o início da execução e normalmente ocorrem com maior incidência na etapa de uso, e muitos deles, só aparecem com intensidade após vários anos.

Assim, se o problema teve origem na fase de projeto, é possível afirmar que o projetista falhou; quando a origem está na qualidade do material, foi o fabricante; se na etapa de execução, trata-se de falha de mão-de-obra ou fiscalização ou o construtor foi omissivo; se na etapa de uso, a falha é de operação e manutenção, e a responsabilidade é do usuário.

Uma elevada percentagem das manifestações patológicas tem origem nas etapas de planejamento e projeto, conforme mostra a Figura 2.23 (representativa das estruturas de

concreto armado, mas apresentada para se ter uma idéia do problema nas construções de alvenaria).

As falhas de planejamento ou de projeto são, em geral, mais graves do que as falhas de qualidade dos materiais ou de má execução. É sempre preferível investir mais tempo no detalhamento e estudo da estrutura que, por falta de previsão, tomar decisões apressadas ou adaptadas durante a execução.

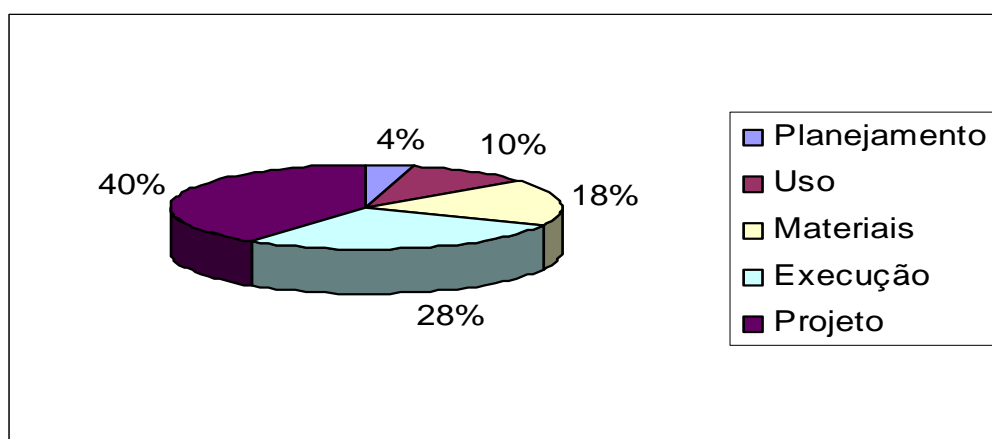


Figura 2.23: Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das construções

Fonte: (GRUNAU, 1981)

Ainda segundo Helene (1998), têm-se como definições:

Causas: os agentes causadores dos problemas patológicos podem ser diversos, tais como: cargas, variação de umidade, variações térmicas intrínsecas e extrínsecas do concreto, agentes biológicos, incompatibilidade de materiais, agentes atmosféricos e outros.

Como exemplo cita-se o caso de uma fissura em viga por ação de momento fletor, sendo a carga o agente causador. Se não houver carga, não haverá fissura.

Conseqüências: um bom diagnóstico se completa com algumas considerações sobre as conseqüências do problema no comportamento geral da estrutura, ou seja, um prognóstico. De forma geral, costuma-se separar as conseqüências em dois tipos: as que afetam as condições da estrutura (associadas a segurança) e as que comprometem as condições de

higiene, ou seja, as denominadas condições de serviço e funcionamento da construção (associadas a habitabilidade).

Terapia: as medidas terapêuticas de correção dos problemas tanto podem incluir pequenos reparos localizados, quanto a intervenções de restauração ou recuperação estrutural. É sempre recomendável que, após qualquer uma das intervenções citadas, sejam tomadas medidas de proteção da estrutura, com implantação de um programa de manutenção periódica. Este programa deve levar em conta a importância da obra, a vida útil prevista, as agressividades das condições ambientes de exposição e a natureza dos materiais e medidas protetoras tomadas.

Procedimento: a escolha dos materiais e da técnica de correção a ser empregada depende do diagnóstico do problema, das características da região a ser corrigida e das exigências de funcionamento do elemento que vai ser objeto da correção. Por exemplo, nos casos de elementos estruturais que necessitam ser colocados em carga após horas de execução da correção, pode ser necessário e conveniente utilizar sistemas de base epóxi ou poliéster. No caso de prazos mais dilatados (dias), pode ser conveniente utilizar argamassas e grautes de base mineral. Nas condições normais de solicitação (após vinte e oito dias) os materiais podem ser argamassas e concretos adequadamente dosados.

Escolha dos materiais: tendo em vista as condições específicas em cada caso, a escolha dos materiais e também da técnica de correção, depende do diagnóstico do problema. É fundamental uma orientação, para a escolha racional dos materiais a serem utilizados para a correção de problemas patológicos.

Em geral, os problemas patológicos são evolutivos e tendem a se agravar com o passar do tempo, além de acarretarem outros problemas associados ao inicial. Por exemplo: uma dobradiça defeituosa tende a fazer com que uma porta arraste, estragando os planos da mesma, e provoque arranhões no piso. Ao mesmo tempo começa a danificar a fechadura que começa a travar por não está alinhada com a fenda da lingüeta. Pode ainda trazer problemas para o portal que fica sofrendo as pancadas da porta que está se movimentando fora de seu alinhamento normal.

A partir destas afirmações pode-se concluir que as correções serão mais duráveis, mais fáceis e muito mais baratas quando mais cedo forem executadas, como demonstra a Figura 2.24.

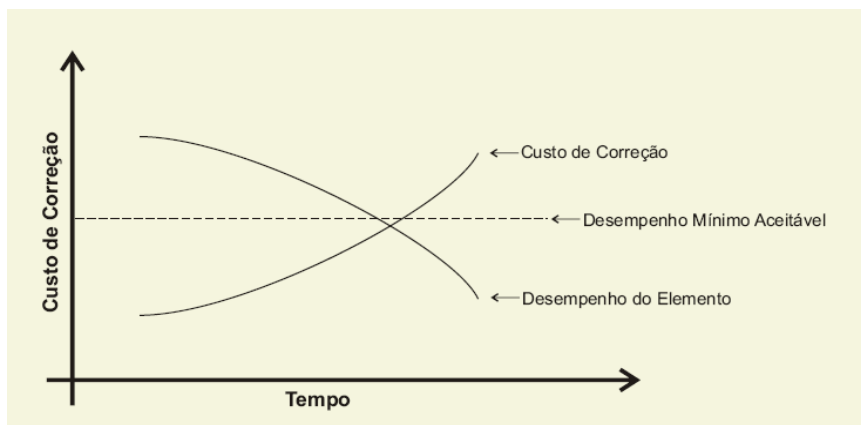


Figura 2.24: Evolução dos custos de correções dos problemas patológicos no tempo

Fonte: Helene (1988.p18.)

A demonstração mais expressiva dessa afirmação é a chamada lei de Sitter que mostra os custos crescendo em progressão geométrica.

De acordo com Sitter (1984), dividindo-se as etapas construtivas e de uso, em quatro períodos, correspondentes ao projeto, à execução, à manutenção preventiva, efetuada antes dos cinco primeiros anos, e à manutenção corretiva efetuada após o surgimento do problema, a cada uma corresponderá um custo que segue uma progressão geométrica de razão cinco, conforme indicado na Figura 2.25.

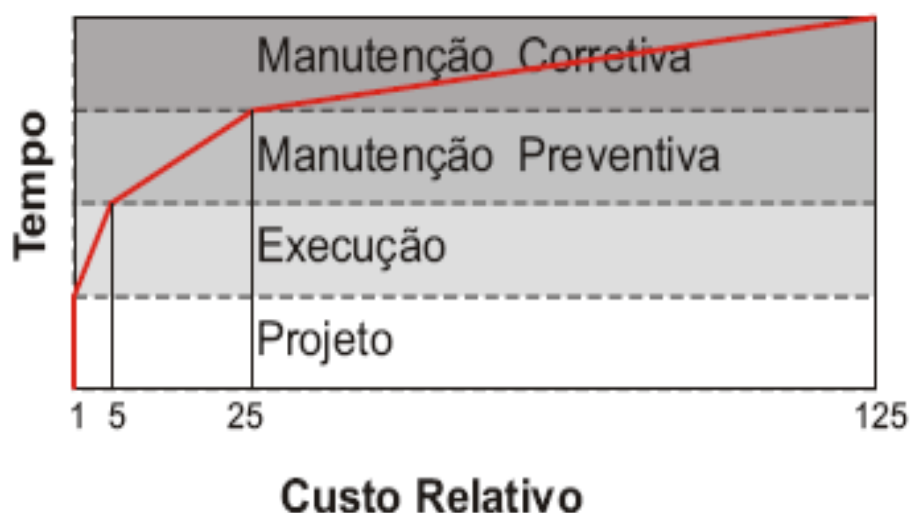


Figura 2.25 : Lei de evolução de custos; lei de Sitter (1984)

Fonte: VII ENAENCO / CEB - RILEM Recife. 2005

Uma interpretação adequada de cada um desses períodos ou etapas é dada no Manual de Reparo, Proteção e Reforço das Estruturas de Concreto (Degussa, 2003)²⁰, como mostrado a seguir:

- **Projeto:** toda medida tomada na fase de projeto que tenha o objetivo de aumentar a proteção e a durabilidade da estrutura, como por exemplo: aumentar o cobrimento da armadura, ou reduzir a relação água/cimento do concreto e outras; implica a um custo que pode ser associado ao número 1 (um) do eixo custo, relativo ao gráfico da Figura 3.4.
- **Execução:** toda medida, tomada durante a execução da construção, incluindo nesse período a obra recém-construída, implica a um custo 5 (cinco) vezes superior ao custo da medida se esta tivesse sido tomada ainda em projeto (1), para obter-se o mesmo grau de proteção e durabilidade da estrutura.
- **Manutenção preventiva:** toda medida tomada com a antecedência prevista, durante o período de uso e manutenção da estrutura, pode ser associada a um custo cinco vezes menor que aquele necessário para a correção dos procedimentos gerados a partir de uma intervenção não prevista, tomada diante de uma manifestação explícita e irreversível de uma patologia qualquer. Ao mesmo tempo estará associada, a um custo 25 (vinte e cinco) vezes superior àquele que teria acarretado uma decisão de projeto (1), para obtenção do mesmo grau de proteção e durabilidade da estrutura.
- **Manutenção corretiva:** corresponde aos trabalhos de diagnóstico, reparo e proteção das estruturas que já apresentam manifestações patológicas, ou seja, a correção de problemas evidentes. A estas atividades pode-se associar um custo 125 (cento e vinte e cinco) vezes superior ao custo das medidas que poderiam ser tomadas no projeto (1) e que implicariam em um mesmo grau de proteção e durabilidade que se estime da obra a partir da correção.

Resumidamente, significa aumentar os custos diretos, em progressão geométrica de razão 5 (cinco).

Pode-se dizer sem medo de errar que só o perfeito entendimento das causas e mecanismos das patologias nas edificações, poderia se evitar que tantos transtornos e prejuízos acontecessem. A falta dessas informações pode estar relacionada a deficiências na formação dos nossos profissionais, devido a currículos que talvez precisem ser reavaliados.

²⁰ DEGUSSA. Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto. Read Rehabilitar Editores. São Paulo.2003.p. 27.

Para Ércio (2004):

“A falta de dados e registros de ocorrência de problemas patológicos, como fonte de informação aos profissionais da área, é um fator que faz retardar o desenvolvimento da técnica de construção e cerceia aos profissionais mais novos o conhecimento da problemática, de forma a se evitar que tais erros”²¹.

Dados de uma pesquisa realizada pelo Centre Scientifique et Technique de la Construction, na Bélgica, em 1979, analisando 1800 patologias, quanto à origem do problema, chegou à seguinte conclusão (ÉRCIO, 2004):

46% - falhas de projeto

22% - falhas de execução

15% - qualidade inadequada dos materiais de construção

17% - outras origens.

Esses resultados servem para mostrar, que na origem dos problemas patológicos, 68% das falhas acontecem nas etapas de projeto e execução. Isso mostra a responsabilidade do profissional de engenharia no processo. Podem estar acontecendo duas coisas: formação técnica deficiente do profissional ou negligência.

Em 2005 no VII – Encontro Nacional das Empresas de arquitetura e Engenharia Consultiva, VII - ENAENCO, Oliveira (2005) diz: “A experiência obtida com os desabamentos nos últimos 15 anos permite definir os seguintes fatores de riscos das construções”²²:

- A insuficiente resistência da construção original;
- A adoção de materiais inadequados;
- O uso de técnicas de construção incorretas;
- As alterações das construções;
- As agressões ao meio ambiente;
- A falta de manutenção.

Ele ainda faz uma referência para as obras com estrutura em concreto armado, que na aplicação das normas e regulamentos, deve-se considerar a evolução das normas, exemplificando a NB-1, com versões de 1960, 1978 e 2003. E conclui: “Para as obras em alvenaria, as normas nacionais e internacionais pertinentes”.

²¹ ÉRCIO, Thomaz. **Trincas em edifícios, causas prevenção e recuperação**. São Paulo. PINI..2004. p. 17.

²² OLIVEIRA, Romilde Almeida, A NBR 6118/2003 e a necessidade de vistorias e manutenções das estruturas de concreto. VII ENAENCO – Encontro Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia consultiva. Recife. 2005.

A alvenaria autoportante está sujeita às patologias que comumente acometem a alvenaria estrutural, uma vez que está submetida a condições de carregamento e ações do meio ambiente, da mesma forma que a segunda.

Ocorre, entretanto, que os edifícios, em qualquer sistema construtivo, podem reproduzir outros sintomas doentios específicos, tais como: falta de qualidade e inadequação dos materiais; insuficiência às solicitações por falta de projeto; falhas de execução; alteração na estrutura devido a reformas; falta de manutenção e ação deletéria do meio ambiente.

Para o melhor entendimento dos problemas nas estruturas das alvenarias, é preciso ter em mente que as mesmas têm um comportamento complexo, por vezes não muito previsível, pois são formadas de dois materiais diferentes, de desempenho também distintos, como resistência mecânica, elasticidade, etc.

A gravidade da patologia, ou das patologias, é variável; todavia, pode levar a edificação à inviabilidade de uso e até ao colapso. Entre os sintomas das referidas patologias, o mais comum é o aparecimento de fissuras.

As fissuras e trincas originam-se devido a insuficiência nas propriedades e características que os materiais possuem para resistirem às tensões a que estão expostos. Além do desconforto psicológico ao usuário, podem provocar perda de estanqueidade e degradação da parede com o tempo.

A NBR 9575 (2003) - Impermeabilização: seleção e projeto. Classifica as trincas, fissuras e microfissuras as aberturas, conforme a Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Classificação das microfissuras, fissuras e trincas – NBR 9575 : 2003

	Microfissura	Fissura	Trinca
Abertura (mm)	≤ 0,05 mm	≤ 0,5 mm	0,5 mm < e < 1,0 mm

Segundo Ebanataw²³, “as trincas, em geral, são ocorrências muito comuns nas casas e prédios. Surgem em função de muitas causas diferentes e costumam ser chamadas também de fissuras ou rachaduras como se fossem a mesma coisa. Entretanto, existe uma diferença conceitual entre Fissura, Trinca e Rachadura”.

- **Fissura:** ocorrência em que um objeto apresenta aberturas finas e alongadas na sua superfície. Em geral são superficiais e não implicam, necessariamente, em diminuição da segurança de componentes estruturais.

²³ EBANATAW. Roberto Massaru.2000 (<http://www.ebanataw.com.br/roberto/trincas/index.php>).

- Trinca: ocorrência em que um objeto se apresenta, partido, separado em partes. Por representar a ruptura dos elementos, pode diminuir a segurança de componentes estruturais de um edifício. Mesmo que seja quase imperceptível, deve ter suas causas bem investigadas.
- Rachadura: ocorrência em que um objeto apresenta uma abertura considerável de modo a ocasionar interferências indesejáveis. Por proporcionar a manifestação de diversos tipos de interferências, deve ser analisada e tratada antes do seu fechamento.

2.8.2 Causas do aparecimento das fissuras, trincas e rachaduras

As causas que podem provocar o aparecimento de rompimentos (fissuras, trincas e rachaduras) nas edificações são muitas. A seguir, resumidamente, as mais comuns.

a) - **Retração** - a argamassa e outros materiais que são misturados com água ou aplicados úmidos, contraem ao secar. As argamassas e os blocos de alvenaria, que são higroscópicos e absorvem umidade do ar durante a noite e sofrem expansão. No decorrer do dia, a temperatura aumenta secando-os. Caso tenham movimentações muito diferentes, podem romper.

b) – **Aderência** - os revestimentos têm como principal requisito a aderência à parede.

As argamassas perdendo água de amassamento para os blocos da alvenaria terão problemas de aderência e possivelmente aparecerão rompimentos.

c) – **Dilatação** – ocorre quando os materiais aumentam e diminuem de tamanho com a variação da temperatura do meio ambiente; materiais podem apresentar contração/dilatação diferentes, ocasionando as rupturas.

d) – **Teor de cimento** - as argamassas de revestimento, quando têm elevado teor de cimento sofrem uma retração que pode ser maior que as forças de coesão, provocando as rupturas.

e) – **Movimentação da estrutura** – devido a causas diversas como, recalques de fundação, flexão de elementos estruturais e variação dimensional. Uma vez que, os fechamentos são em geral executados em alvenaria, e estas não resistem à esforços de tração, aparecem os rompimentos.

f) – **Falha de projeto ou execução** - por erro de cálculo ou por deficiência de especificações, ou ainda por falha de execução, a estrutura pode não atender aos requisitos de resistência ou adequação, provocando rompimentos. Isso pode acontecer com uso de blocos de vedação em uma alvenaria estrutural, por exemplo.

g) - **Trepidação** – O uso de equipamento que transmita vibrações pode provocar o descolamento de alguns elementos do edifício, como por exemplo, parede com o pilar.

2.8.3 Principais tipos de trincas, fissuras e rachaduras que ocorrem nas alvenarias.

O rompimento pode ocorrer, dependendo das características mecânicas dos materiais, apenas na argamassa, ou nos blocos.

a) – **Na argamassa**; sabe-se que a argamassa é a válvula de segurança do sistema, e normalmente rompe primeiro que o bloco. Detalhe na figura 2.26.

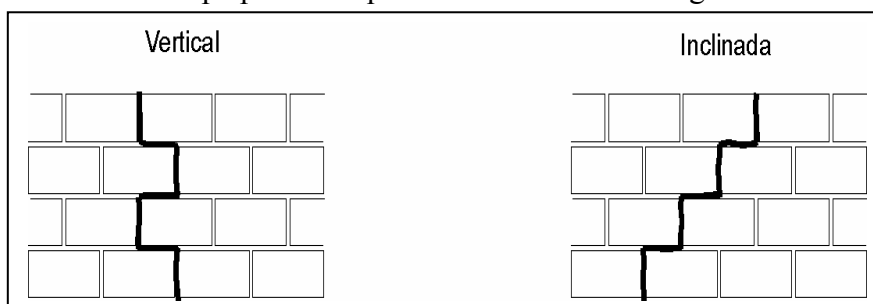


Figura 2.26 rompimento na argamassa de assentamento

Fonte: ABCP - Relatório 8 Patologias das alvenarias²⁴

b) - **Nos blocos da alvenaria**; ocorrem quando a argamassa apresenta maior resistência que o bloco e a aderência, das juntas horizontais, é adequada. Detalhe na figura 2.27.

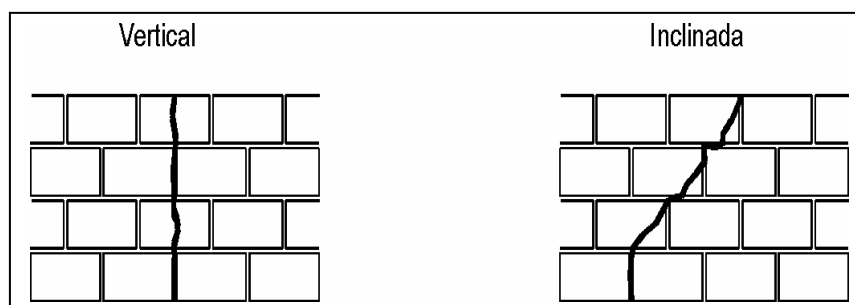


Figura 2.27 – Rompimento na alvenaria atingindo os blocos, devido a diferentes causas.

Fonte: ABCP - Relatório 8 Patologias das alvenarias

As causas dos rompimentos das alvenarias, e que provocam as fissuras, trincas ou rachaduras são diversas, sendo as mais comuns:

²⁴ ABCP. Relatório 8 sobre Alvenaria Estrutural, Curso de Alvenaria Estrutural com Blocos Vazados de Concreto, 2001

Recalques diferenciais: o rompimento resulta da ação de recalques diferenciais, e como a alvenaria se apresenta como um elemento rígido, não acompanha os efeitos das deformações. Detalhe na Figura 2.28.

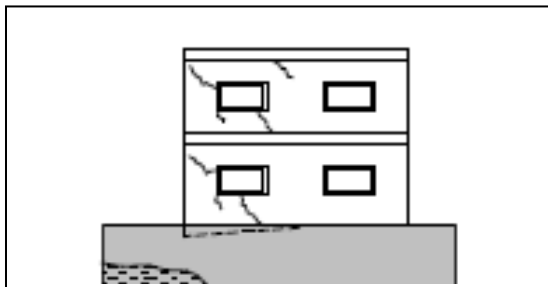


Figura 2.28 – Rompimento devido a recalques de fundação, ou por carreamento do solo, sob a sapata

Fonte: OLIVEIRA, 2003 – adaptada de THOMAZ, 1990.

Sobrecargas nos bordos de vãos livres: é devido às parcelas das cargas que se desviam das aberturas e se concentram nas laterais. Para se combater esses efeitos, devem ser usadas vergas e contravergas, com o apoio em ambos os lados. Detalhe na Figura 2.29.

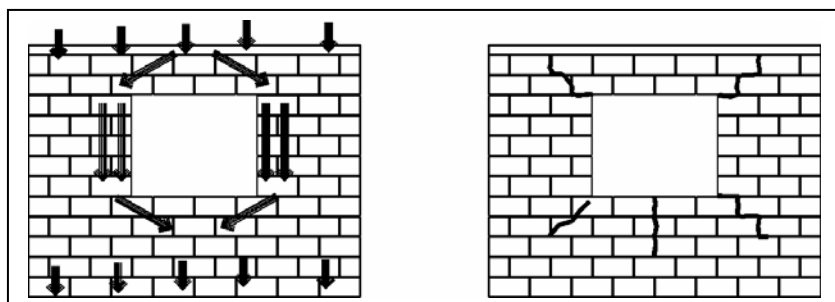


Figura 2.29 – Apresenta a distribuição das cargas e os rompimentos em vãos livres

Fonte: ABCP - Relatório 8 Patologias das alvenarias

Resultante da movimentação higroscópica: variações de umidade ocasionam variações dimensionais nas alvenarias, provocando o aparecimento de tensões que tendem a fissurar as regiões mais frágeis como encontro de vãos livres e em meio de grandes vãos de parede, como está representado na Figura 2.30.

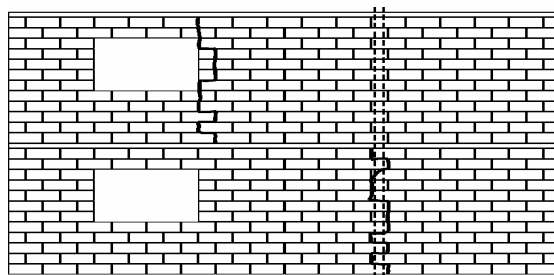


Figura 2.30 – Apresenta o rompimento na extremidade de um vão livre ou em meio de um grande vão de alvenaria, por serem pontos mais frágeis.

Fonte: ABCP - Relatório 8 Patologias das alvenarias

2.8.4 Estudo das causas do surgimento dos rompimentos, através da análise de seus mecanismos

2.8.4.1 Devido à movimentação higroscópica:

Em geral, as construções têm variação higroscópica desde a execução, até seu posterior uso. Essa variação de umidade propicia variações dimensionais, mais presenciadas nos materiais porosos. Assim, o aumento da umidade leva a uma expansão do material, da mesma forma em que a sua diminuição leva a uma contração. Como no caso das movimentações térmicas, essa movimentação higroscópica tem restrições impostas pela estrutura, desenvolvendo o aparecimento de tensões que levam ao rompimento.

Segundo Thomas (2004), “a umidade pode ser proveniente de acessos diversos”²⁵

- **Umidade**, proveniente da produção dos componentes, como no caso dos materiais fabricados a base de ligantes hidráulicos, onde parte da água usada na fabricação, evapora posteriormente, provocando uma contração;
- **Umidade**, proveniente da execução da obra, como no caso do umedecimento dos tijolos para a execução de uma alvenaria. Isso é feito para não se perder a água da argamassa e prejudicar a aderência. Esse umedecimento pode, entretanto, provocar uma expansão do material, acompanhada de uma contração, com a evaporação.

²⁵ ÉRCIO, 2004. p. 33.

- **Umidade**, proveniente do ar provocada por águas das chuvas que umedecem os materiais, depositados nos canteiro de obras; a água infiltrada na face externa das construções; e ainda a umidade absorvida do ar;
- **Umidade**, proveniente da percolação da água do solo, que ascende por capilaridade e que atinge o piso e as paredes da edificação, o que pode favorecer o aparecimento de algumas patologias.

É conveniente lembrar que o processo de movimentação higroscópica de um material depende de sua porosidade e de sua capilaridade, que é responsável pelo aparecimento de forças de sucção que conduzem a água até a face externa da peça, onde será evaporada.

A literatura técnica mostra que as forças de sucção são inversamente proporcionais a abertura dos capilares e na prática é difícil se estabelecer o sentido da percolação da água, na interface de dois materiais, uma vez que os materiais têm poros de diversos tamanhos e diferentes teores de umidade.

As variações no teor de umidade provocam movimentações de dois tipos: primeiro as irreversíveis, que se originam logo após o processo de fabricação, por perda ou ganho de umidade, até que o material atinja a umidade de equilíbrio; diferentemente, as movimentações reversíveis, ocorrem pela variação da umidade do material, dentro de um intervalo, e são as responsáveis pelas possíveis fissuras do material.

No caso do concreto, ocorre uma contração inicial, que não deve ser confundida com a retração proveniente da hidratação dos compostos do cimento, e depois ele estará sujeito a uma movimentação dentro de uma faixa delimitada.

No caso dos materiais cerâmicos, inicialmente apresentam pequenas movimentações reversíveis de umidade, mas sofrem aos efeitos da Expansão por Umidade – EPU, que começa já na etapa de resfriamento do material e depende da composição da matéria prima, da temperatura e do tempo de queima, sendo absorvida sem grandes problemas pelas estruturas, se ocorrer na ordem de 3 mm/m.

2.8.4.2 Devido à movimentação térmica

Normalmente considerada apenas nas estruturas já em uso, nas lajes de cobertura, elas podem ocorrer já nas primeiras idades do concreto, devido ao calor liberado na hidratação dos compostos do cimento. A diferença de temperatura entre o ambiente interno e externo, gera um gradiente que pode causar tensões, podendo provocar rupturas.

No caso das estruturas em serviço, ocorre nas lajes de cobertura quando submetidas a distribuições não uniformes decorrentes de variações climáticas. Essa situação pode provocar tensões que não absorvidas pelos materiais, geram trincas, fissuras e rachaduras.

As movimentações térmicas de um material estão relacionadas às propriedades físicas do mesmo e a intensidade de variação de temperatura; já a magnitude das tensões é função da movimentação térmica, da restrição à movimentação imposta pela estrutura e das propriedades elásticas dos materiais, sendo as principais causas:

- **Utilização de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica**, como no caso da movimentação térmica da argamassa e dos elementos de uma alvenaria;
- **Exposição de partes distintas da edificação a diferentes solicitações térmicas**, como no caso da cobertura e as paredes;
- **Exposição de diferente gradiente de temperatura a um mesmo elemento da edificação**, como no caso de uma laje que tem parte exposta ao sol e parte coberta.

Nos edifícios tipo caixão é comum o aparecimento de trincas devido a movimentações térmicas, acontecendo principalmente nos contornos das lajes de cobertas com as paredes do último pavimento. Esta patologia é agravada pela ausência das cintas de amarração que teria ainda a função de distribuir as cargas da laje e dar mais rigidez á estrutura. A Figura 2.31 ilustra um caso típico de fissuras provocadas por movimentação térmica.

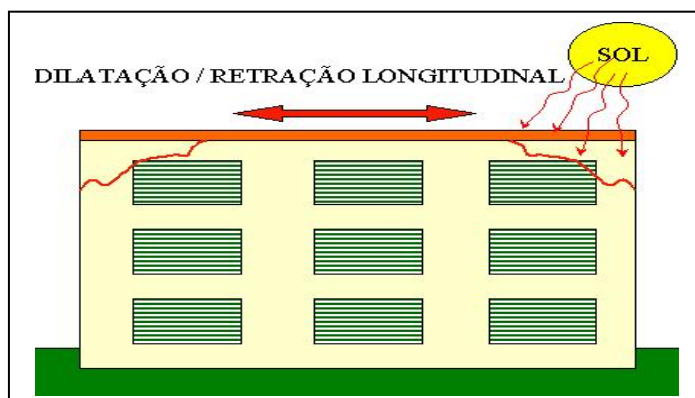


Figura 2.31: Rompimento provocado por dilatação térmica da laje de cobertura

Fonte: EBANATAW ,2000

Pode ainda ocorrer trinca devido à movimentação térmica: no corpo da estrutura, nos muros, nas platimbandas, em argamassas de revestimento e nos pisos externos.

2.8.4.3 Devido a cargas concentradas

Os rompimentos, fissuras, trincas e rachaduras, causadas pela atuação de sobrecargas, têm diversas configurações e são provocadas por mecanismos específicos que podem aparecer, nas lajes, vigas, pilares e alvenarias.

As sobrecargas que atuam nas estruturas podem ou não ser previstas, e mesmo sendo previstas, podem ter sido concebidas como falha de projeto (mal dimensionadas) ou por falha de execução (mal executadas). Podem ainda ser fruto da deformação da estrutura ou por uso inadequado. Todas elas, evidentemente, podem gerar movimentações na estrutura e levar à fissuração de partes.

Podem acontecer nas alvenarias:

- **Rompimentos** verticais devido à deformação transversal da argamassa sob ação de tensões de compressão e tração;
- **Rompimentos** horizontais provenientes de ruptura por compressão ou solicitações de flexo-compressão da parede;
- **Rompimentos** devido a atuação de cargas localizadas sem elementos de distribuição.

Nos painéis onde existam aberturas, sem elementos de distribuição de cargas, acontecem geralmente quando elementos responsáveis por distribuir as cargas são apoiados diretamente na alvenaria. Para se evitar essas situações, recomenda-se fazer um berço de apoio a depender da carga a ser descarregada, como mostra a Figura 2.32.

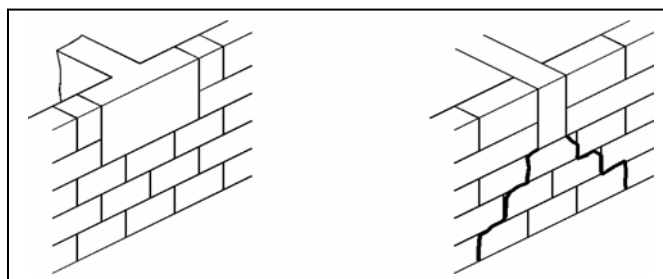


Figura 2.32: Rompimento ocasionado pelo apoio inadequado do elemento de transmissão de cargas e a forma correta com um berço de apoio

Fonte: ABCP - Relatório 8 Patologias das alvenarias

Já as rupturas nas interfaces das transmissões, acontecem devido à excessiva deformação das vigas de apoio da alvenaria, retratadas na Figura 2.33. Para se evitar estas situações, recomenda-se adotar vigas com inércia adequada.

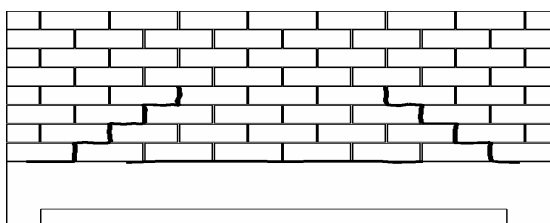


Figura 2.33: Ruptura ocasionada pela excessiva deformação da viga
Fonte: THOMAZ²⁶ (1999)

2.8.4.4 Causadas por recalques de fundação

Segundo Vargas (1997), “todos os solos têm origem imediata ou remota na decomposição das rochas e são constituídos, basicamente, de partículas sólidas (mineral e matéria orgânica), água e ar, podendo se deformar em maior ou menor grau sob efeito de cargas externas”²⁷. Assim, acontecendo deformações diferenciadas ao longo da fundação, poderão aparecer tensões na estrutura da edificação, causando rupturas, conforme Figura 2.34.

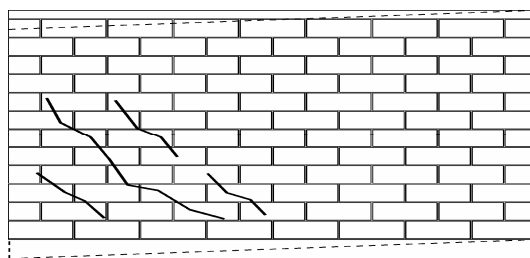


Figura 2.34 – Rupturas decorrentes de recalques de fundações
Fonte:: ABCP - Relatório 8 Patologias das alvenarias

Alguns exemplos de configurações de rupturas por recalques:

²⁶ THOMAZ, apud OLIVEIRA, Fabiana Lopes de. Reabilitação de Paredes de alvenaria pela aplicação de revestimentos de argamassa armada. Tese de Doutorado. São Carlos. 2001.

²⁷ VARGAS, Milton, Introdução à mecânica dos solos, São Paulo, MCgraw-Hill do Brasil, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1997, 509 fls

- **Rupturas de cisalhamento**, ocasionadas pelo desbalanceamento do carregamento no painel, em fundações contínuas;
- **Trincas de flexão**, ocasionadas por carregamento desbalanceado sob aberturas, em fundações contínuas;
- **Rupturas por recalque diferenciado** ocasionadas por consolidações distintas do aterro carregado;
- **Rupturas de cisalhamento** nas alvenarias devido a fundações assentadas sobre secções de corte e aterro,
- **Recalques diferenciados**, diversos.

2.8.4.5 Causada pela retração do cimento

O mecanismo da retração em produtos a base de cimento decorre da hidratação dos compostos do mesmo, na produção das argamassas e concretos. Quando a quantidade de água colocada no processo é maior que a necessária para atender a trabalhabilidade da massa, acentua-se a retração. Assim é possível se diferenciar três tipos de retração que ocorrem durante a hidratação do cimento:

- **A primeira é a retração química**, que se dá pela reação química entre o cimento e a água, apresentando redução de volume através de forças de coesão, onde a água combinada sofre uma redução em torno de 25% de seu volume inicial;
- **A segunda é a retração por secagem**, chamadas de fissuras por ação da retração hidráulica, onde a água excedente empregada no processo de fabricação, evapora, gerando forças capilares equivalentes a uma compressão isotrópica da massa, provocando uma redução de volume;
- **A terceira é a retração devido a carbonatação**, onde a cal hidratada liberada na hidratação do cimento reage com o gás carbônico presente no ar formando o carbonato de cálcio, em uma reação com redução de volume.

Existe um quarto tipo de retração que ocorre na massa ainda no estado plástico e que provém da evaporação da água, durante o período da "pega", ou da "percolação da água". Ocorre de regiões mais pressionadas, para regiões menos pressionadas, explicando, assim, o adensamento das juntas de argamassas de uma alvenaria recém-construída e a exsudação de água num concreto recém-vibrado.

Os principais fatores que interferem no processo de retração do cimento são:

- **A quantidade de água na mistura:** quanto mais água, maior a retração de secagem;
- **Composição e finura do cimento:** a retração aumenta com a finura do cimento e presença de cloretos e álcalis;
- **A quantidade de cimento presente na massa:** quanto maior a quantidade, maior a retração;
- **A natureza do agregado:** quanto menor o módulo de deformação, maior a retração;
- **O poder de absorção dos agregados:** quanto maior o poder de absorção, maior a retração (basalto e agregados leves);
- **A granulometria dos agregados:** quanto menor a granulometria, maior a quantidade de pasta e maior será a retração;
- **Condições de cura:** a evaporação da água começa antes do término da pega, provocando uma maior a retração.

2.8.5 PATOLOGIAS DOS “PRÉDIOS TIPO CAIXÃO”

2.8.5.1 Patologias decorrentes do Projeto

As rupturas podem começar a surgir de forma congênita, tendo causas logo no projeto de arquitetura. Exemplificando; as falhas de projeto podem levar a concentração de tensões sobre algumas partes da obra. E caso estas tensões sejam maiores que as tensões suportadas pelos materiais, essas falhas vão induzir o aparecimento de rompimentos. São algumas causas:

- **Incompatibilidade entre os projetos;** de arquitetura, fundações, estrutura e instalações, pois levam à formação de tensões maiores que a resistência dos materiais nas seções mais fracas;
- **Projetos de vedação e sistemas de pisos sem considerar a ocorrências;** de recalques e acomodação da estrutura;
- **Carência de especificações;** normalmente eficaz com os materiais componentes, e pouco, com os elementos de ligação;
- **A opção pela funcionalidade, estética e custo,** cultura antiga, não se leva em conta os custos de manutenção e durabilidade das construções.

2.8.5.2 Patologias decorrentes dos Materiais

Essas patologias resultam da falta de adequação e rigor na escolha dos materiais. A falta de controle tecnológico na fabricação dos blocos pode comprometer o desempenho dos mesmos, quer sejam de cerâmica ou de concreto, sendo as causas mais comuns:

Comprometimento da qualidade e resistência do bloco cerâmico devido a vários fatores:

- **Baixa temperatura de cozimento:** fornos a lenha podem não atingir a temperatura e o tempo requeridos para o cozimento adequado do bloco;
- **Falta de qualidade da massa de fabricação:** a análise da composição mineralógica e textural do material, se conhecida previamente, pode indicar a necessidade de correção da mistura;
- **Fenômeno da retração por secagem:** que ocorre quando não se tem uma secagem lenta do bloco cru. Esta secagem pode variar de acordo com as condições de estocagem e do tempo, podendo ser de dias, no verão, e chegar a meses, em épocas de muita chuva;
- **Capacidade de absorção de água:** pois quando elevada, provoca a redução do atrito interno entre os grãos, comprometendo a resistência;
- **Menores espessuras de suas paredes:** espessura e forma das paredes interferem na resistência do mesmo. Assim, blocos vazados, com seções circulares e octogonais, têm melhor desempenho do que os blocos de seção quadrada, por terem paredes menos delgadas.

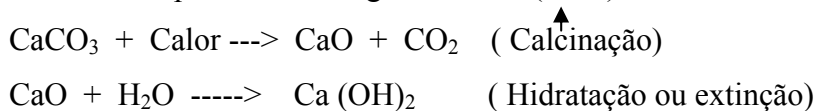
Comprometimento da qualidade e resistência do bloco de concreto devido a vários fatores:

- **Falta de controle tecnológico de fabricação:** em relação a traço, fator água-cimento, cura e tipo de cimento utilizado: são itens determinantes da resistência do bloco;
- **Textura mais porosa da face externa:** que facilita maiores teores de absorção de água, diminuindo o atrito interno dos grãos;
- **Capacidade de absorção de água:** quando elevada, provoca a redução do atrito interno entre os grãos, comprometendo a resistência;

- **Fenômeno da retração por secagem:** pois a diminuição de volume provoca fissura no bloco;
- **Menores espessuras das paredes dos blocos:** paredes mais esbeltas, significa menor resistência ao carregamento.

Hidratação retardada das cales:

A cal, normalmente utilizada nas obras de construção civil, é a hidratada. É obtida a partir da calcinação do calcário (carbonato de cálcio e magnésio), produzindo a cal virgem ou cal livre, que em seguida é extinta produzindo o hidróxido de cálcio e magnésio, cujas reações resumidas são representadas segundo Ércio (2004):



A cal hidratada, comercializada de uma forma geral, apresenta grandes teores de óxidos de cálcio e magnésio não hidratados, que utilizada na fabricação de qualquer elemento da construção, e em qualquer momento umidificada, poderá permitir a hidratação desses óxidos livres, ocasionando uma expansão volumétrica de até 100%.

O efeito dessa expansão poderá trazer sérios problemas e muitos prejuízos, com o aparecimento de fissuras e outras avarias. Seu efeito nocivo pode acontecer nas argamassas de assentamento e nas argamassas de revestimento; nas primeiras, pode provocar rupturas horizontais no revestimento, acompanhando as juntas do assentamento das alvenarias, geralmente na parte superior onde os esforços de compressão são menores e não conseguem inibi-las.

No caso dos revestimentos em argamassa, o efeito de hidratação retardada pode provocar vários tipos de danos à parede, tais como: rupturas, descolamento, desagregação e pulverulências.

Podem acontecer casos específicos da hidratação retardada de grãos isolados, provocando expansão e posterior desagregação, deixando “buracos” na parede.

2.8.5.3 - Patologias decorrentes do processo construtivo

As patologias decorrentes a falhas de construção são diversas, sendo mais comuns as trincas, infiltrações, umidade e são originadas por diversos fatores, que vão desde a aplicação de materiais e técnicas inadequadas a erros de execução propriamente ditos. As causas de patologias de execução as vezes se confundem com as causas de projeto, sendo necessário investigar a origem das mesmas. Tomando como exemplo alguns casos de interdição de “prédios tipo caixão” se deu pelo uso de embasamento singelo, quando o projeto previa que o mesmo fosse executado em alvenaria dobrada com 20 cm de espessura. As principais causas das patologias decorrentes da execução observadas nos “Prédios Tipo Caixão” da RMR:

Paredes de alvenaria autoportantes: executadas com tijolos cerâmicos de 90 mm, vazados e assentados com furos na horizontal, sem critérios e técnicas que lhe garanta a resistência desejada como elemento estrutural; quando mal executadas são responsáveis por trincas, fissuras ou rachaduras. Essa prática tem contra si ainda o fato de não atender aos requisitos de segurança pelos seguintes motivos:

- A Norma NBR 6136:1994, determina que o bloco de alvenaria estrutural tenha uma resistência à compressão mínima de 4,5 MPa; no entanto, o bloco cerâmico de 90 mm apresenta resistência à compressão média fbk de 2,0 Mpa, com grande variabilidade.
- Possibilita o fissuramento do bloco devido ao Efeito de Poisson, provocado pela distribuição de cargas transversais através dos septos horizontais, favorecendo, sob tensão vertical, o rompimento brusco do bloco.
- Em construções com o pé-direito alto, o uso do tijolo de 90 mm deixa a parede muito esbelta não conferindo à edificação a rigidez necessária, tendo como resultado o aparecimento de rupturas, a NBR 10387 recomenda o bloco com 14 cm de espessura.

Não utilização de elementos de combate aos esforços de tração: tais como; radier, cintas, vergas, contra-vergas, coxins, fragilizando a estrutura.

A ausência dos supracitados elementos estruturais, bem como as características dos blocos cerâmicos, pode provocar trincas, fissuras ou rachaduras devido à concentração de cargas em determinados pontos da alvenaria, especialmente nas partes fragilizadas por detalhes construtivos.

Embasamentos: encarregados de receber e distribuir as cargas das paredes para as fundações, têm conhecidos os seguintes problemas que podem acarretar o surgimento de trincas, fissuras ou rachaduras:

- Uso de caixão com alvenaria singela, de tijolo cerâmico de 90 mm ou de concreto com menos de 140 mm, fragilizando a fundação;
- Uso do caixão vazio, fragilizando a fundação devido à pressão do aterro externo, agravado quando o embasamento é de alvenaria singela;
- Uso de caixão vazio, permitindo o acúmulo de água do solo, ou oriunda de esgoto do próprio edifício, podendo atacar quimicamente os elementos do embasamento;
- Falta de revestimento protetor e impermeabilizador, fragilizando o embasamento.

2.8.5.4 Patologias decorrentes do Pós-uso

São patologias provocadas pela ação indevida dos moradores, que, desejando melhorar e/ou adequar seu espaço interno, danificam, involuntariamente, a estrutura do prédio. As mais comuns observadas nos “Prédios Tipo Caixão” da RMR foram:

- Trincas, fissuras e rachaduras devido a reformas com a abertura de vãos e a retirada de paredes. Procedimento impróprio em um sistema que tem como concepção paredes formando a estrutura do prédio (Alvenaria estrutural).
- Trincas, fissuras e rachaduras devido a reformas com substituição de pisos e revestimento de paredes que interfiram na estrutura do edifício.
- Trincas, fissuras e rachaduras devido a recorte de paredes para conserto ou modificação de instalações elétricas ou hidrossanitárias, uma vez que após o fechamento não há garantia de que a argamassa aplicada para fechar o recorte recupere a rigidez da estrutura.
- Trincas, fissuras e rachaduras devido a ação de sobrecargas não previstas, em razão de reformas (construção de nova parede) ou mudança de utilização da moradia (apartamento usado como depósito).

2.8.5.5 Patologias resultantes das interações com o ambiente

São o reflexo da ação do ambiente físico-químico sobre os elementos do edifício. Os mais correntes na área em estudo são:

Expansão por umidade (EPU): Segundo Lizandra, 2002:

“A Expansão por Umidade, é um fenômeno expansivo que acontece com os materiais cerâmicos ao absorver umidade, tendo como efeito o aumento das dimensões da peça. Essa expansão pode ter início desde o resfriamento da peça ao sair do forno e ocorre lentamente. Apesar de ser relativamente pequena, a EPU pode atingir dimensões que comprometam as estruturas, uma vez que essa expansão pode gerar tensões entre os elementos da estrutura, como no caso dos ladrilhos cerâmicos e blocos de alvenaria”²⁸.

A fragilização do embasamento, quando executado em blocos cerâmicos, pode então, levar ao desabamento brusco.

No caso dos “prédios tipo caixão” com embasamento executado em blocos cerâmicos a EPU pode acontecer pois eles estão, normalmente desprotegidos, sem revestimento. Em muitos casos são construídos em áreas alagadas, a mercê da ascensão do lençol freático, de serem atingidos por águas servidas que se represam nos caixões vazios, além de estarem sujeitos a umidade do ar.

Assim, os materiais cerâmicos, particularmente os blocos cerâmicos de alvenarias de embasamentos, estão sujeitos ao fenômeno da EPU por estarem em constante contato com a umidade. Em alguns casos, a variação dessa umidade é mais ainda perigosa devido à variação do estado de tensão.

Os valores toleráveis para EPU de ladrilhos cerâmicos são da ordem de 6 mm/m, segundo a NBR 13.818:1997, mas a norma não define um valor limite para a EPU nos blocos cerâmicos. Segundo a bibliografia técnica (LIZANDRA, 2002) a EPU tolerável no caso dos blocos cerâmicos está na ordem de 3 mm/m. Resalte-se que as NBR 15270-1, 15270-2 e 15270-3, de 2005, que definem os requisitos para blocos cerâmicos de vedação, blocos cerâmicos estruturais e métodos de ensaios de ambos, também não definem valores limites para o fenômeno.

Ataque de águas sulfatadas: os sulfatos são sais encontrados a partir de diversas fontes tais como: o solo, produtos cerâmicos constituídos de argilas contendo altos teores de sais solúveis, e, em maior incidência, nas águas contaminadas, servidas, de esgotos residenciais. Atuando em solução, os sulfatos podem reagir com o aluminato tri-cálcio, presente no cimento portland, produzindo um composto expansivo denominado sulfoaluminato tricálcio, ou etringita. Este fenômeno acontece com certa constância nos

²⁸ LIZANDRA, Fernanda de Araújo Campos, Dissertação de Mestrado “Estudo da expansão por Umidade em Blocos Cerâmicos do Estado da Paraíba”. UFPB. 2002. p .

embasamentos de construções de alvenarias compostas com bloco de cimento, podendo também representar perigo às fundações de concreto. Segundo Ércio (2004) “para que esse fenômeno ocorra é necessária a presença de cimento, de água e de sulfatos solúveis, por esse motivo a utilização conjunta de cimento e gesso é particularmente perigosa”²⁹. No concreto, o efeito expansivo pode provocar fendilhamentos progressivos e fissuras, despreendendo fragmentos da massa, enquanto que nas alvenarias, provoca rompimentos, que têm configuração dispersa nas linhas das argamassas de assentamento. Acontece geralmente em áreas urbanas não saneadas.

Registro da ação dos sulfatos sobre o cimento já faz parte da literatura técnica há décadas. Pera³⁰ (1977), em artigo sobre corrosão por atividade bacteriana, descreve o fenômeno nas tubulações de esgotos domésticos, em regiões de clima quente. Nas águas de esgoto, ricas em sulfatos, retidas na tubulação por longo tempo, em condições anaeróbicas, os sulfatos são reduzidos a gás sulfídrico que é liberado para a parte superior do conduto e é dissolvido pelas gotículas de água, condensadas nas abóbadas ou lajes de cobertura.

A ventilação sempre existente permite a entrada de oxigênio que também é dissolvido pelas gotículas pendentes. Tem lugar, então, uma ação regressiva de oxidação do gás sulfídrico pelas bactérias anaeróbicas ou facultativas presentes e forma-se ácido sulfúrico o qual coroe as superfícies de concreto ou outro material sensível, com conseqüente desagregação da pasta do cimento. Figura 2.35.

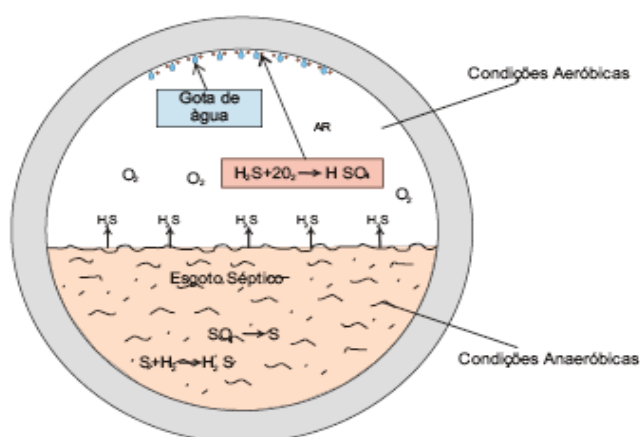


Figura 2.35 Esquema de formação do ácido sulfúrico, a partir do gás sulfídrico produzido pelas bactérias anaeróbicas existentes no esgoto doméstico.

Fonte: Adaptado de Pêra (1977)

³³ ÉRCIO, 2004.

³⁰ PERA, Armando Fonzari. Sistemas de esgotos sanitários. São Paulo. SETESB. 1977. p. 20 e 21.

Nos “prédios tipo caixão” construídos com embasamento executados com blocos de concreto e caixão perdido, as condições para o ataque de sulfatos são facilitadas. Segundo Oliveira, 2000:

“A taxa de ataque a uma estrutura de concreto é mais intensa quando uma das faces permite a evaporação do que no caso ambas as faces estão impedidas de causar evaporação. Portanto porões, galerias, muros de arrimo e lajes no solo são vulneráveis a esse tipo de ataque”³¹.

Carbonatação - A carbonatação é consequência da reação química entre o CO₂ do ar com o hidróxido de cálcio, Ca(OH)₂, e outros, como o óxido de sódio e potássio, também presentes na pasta do cimento. O resultado desta reação é a formação do carbonato de cálcio, ou calcita, CaCO₃, material sem poder aglomerante, granular, que tende a ser lixiviado com o movimento da água nos poros, deixando uma coloração esbranquiçada na face do concreto. Esse fenômeno ocorre mais lentamente nos concretos, quanto maior sua qualidade, do que nas argamassas por apresentarem maior porosidade.

O efeito mais importante da carbonatação é a retração, responsável pela dissolução dos cristais do hidróxido de cálcio [Ca(OH)₂], formando a calcita [CaCO₃], que depositada em espaços não sujeitos a tensão, aumenta temporariamente a compressibilidade da pasta hidratada. O fenômeno da retração por carbonatação atinge maiores proporções, quando o concreto sofre a ação de ciclos umedecimento e secagem, segundo Oliveira (2000)³²; sendo os fatores que mais interferem na intensidade do ataque:

- Quantidade e natureza do agente agressivo;
- Nível de água e variação sazonal;
- Forma da construção
- Qualidade do concreto.

2.9 CONCEITOS SOBRE LAUDOS E OUTROS INSTRUMENTOS LEGAIS

O entendimento das diferentes peças documentais a respeito da situação de uma edificação passa pelo conhecimento de conceitos específicos, que aqui são apresentados.

³¹ OLIVEIRA, Romilde Almeida de, LAUDO TÉCNICO: CAUSAS DO DESABAMENTO DO EDIFÍCIO ÉRICKA, JARDIM FRAGOSO, OLINDA-PE. 2000.

³² OLIVEIRA, Romilde Almeida de, LAUDO TÉCNICO: CAUSAS DO DESABAMENTO DO BLOCO “B” DO CONJUNTO RESIDENCIAL ENSEADA DO SERRAMBÍ, Jardim Fragoso, Olinda-PE. 2000.

Segundo a Lei nº 5.194, de 14 de dezembro de 1966, ainda em vigor, e que regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro Agrônomo, em seu Art. 1º - Para os efeitos desta Resolução define-se :

- **Vistoria** é a constatação de um fato, mediante exame circunstanciado e descrição minuciosa dos elementos que o constituem, sem a indagação das causas que o motivaram.
- **Arbitramento** é a atividade que envolve a determinação técnica do valor qualitativo ou monetário de um bem, de um direito ou de um empreendimento.
- **Avaliação** é a atividade que envolve a determinação técnica do valor qualitativo ou monetário de um bem, de um direito ou de um empreendimento.
- **Perícia** é a atividade que envolve a apuração das causas que motivaram determinado evento ou da asserção de direitos.
- **Laudo** é a peça na qual o perito, profissional habilitado, relata o que observou e dá as suas conclusões ou avalia o valor de coisas ou direitos fundamentadamente.

No Art. 2º - Compreende-se como atribuição privativa dos Engenheiros, dos Arquitetos, dos Engenheiros Agrônomos, dos Geólogos, dos Geógrafos e dos Meteorologistas, em suas diversas especialidades; as vistorias, perícias, avaliações e arbitramentos, relativos a bens móveis e imóveis, suas partes integrantes e pertences, máquinas e instalações industriais, obras e serviços de utilidade pública, recursos naturais e bens e direitos que de qualquer forma, para a sua existência ou utilização, sejam atribuições destas profissões.

Segundo Mendonça (1998)³³, são conceitos importantes:

- **Defeitos:** são anomalias que podem causar danos efetivos ou representar ameaça potencial de afetar a saúde, ou segurança do dono, ou do consumidor, decorrente a; falhas do projeto, de execução de um produto (ou serviço), ou ainda, de informação incorreta (ou inadequada) para sua utilização ou manutenção.
- **Engenharia legal:** ramo da especialização da engenharia, dos profissionais registrados nos CREA's que atuam na interface direito-engenharia, colaborando com Juízes,

³³MENDONÇA Marcelo Correa de e outros, Fundamento de Avaliações Patrimoniais e Perícias de engenharia, PINI, 1998

advogados e as partes, para esclarecer aspectos técnico-legais envolvidos em demandas.

- **Exame:** inspeção por meio de perito, sobre pessoa, coisas, móveis e semoventes, para a verificação de fatos ou circunstâncias que interessem à causa.
- **Laudo:** peça na qual o perito, profissional habilitado, revela o que observou e dá suas conclusões ou valia, fundamentalmente, o valor de coisas ou direitos.
- **Medida cautelar:** procedimento para prevenir os direitos.
- **Parecer técnico:** opinião, conselho ou esclarecimento técnico emitido por um profissional legalmente habilitado sobre assunto de sua especialidade.
- **Perícia:** atividade que envolve apuração das causas que motivaram determinado evento ou da asserção de direitos.
- **Perito:** profissional legalmente habilitado pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, com atribuições de proceder à perícia.
- **Assistente Técnico:** profissional legalmente habilitado pelos Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, indicado pela parte para orientar, assistir o perito em todas as fases da perícia e emitir seu parecer técnico.
- **Vícios:** anomalias que afetam o desempenho de produtos e serviços, ou os tornam inadequados aos fins que se destinam, causando transtornos ou prejuízos materiais ao consumidor.
- **Vícios redibitórios:** são vícios ocultos que diminuem o valor da coisa ou a tornam imprópria ao uso a que se destina, e que sendo do conhecimento do adquirente ensejaria pedido de abatimento no preço.
- **Vistoria:** constatação de um fato, mediante exame circunstanciado e descrição minuciosa dos elementos que o constituem.
- **Alvará** – é o documento passado por autoridade a favor de alguém, autorizando certos atos e direitos, embasados em documentação que justifique o mérito.

Em relação aos laudos, existem diferenças conceituais, a saber:

- **Laudo Pericial** – é o relatório técnico, subscrito por perito e/ou Assistente Técnico, indicados pelo juiz, que representa elementos esclarecedores e conclusões sobre o objetivo do mesmo. Podendo ser instruído por ensaios tecnológicos, investigações, plantas, desenhos, fotografias, e quaisquer outros “documentos” elucidativos.

- **Laudo Técnico** – é o relatório técnico, subscrito por profissional legalmente habilitado, que tem caráter essencialmente técnico e seu objetivo é de apresentar as causas que motivaram o evento investigado. Devendo ser instruído por investigações, ensaios tecnológicos, plantas, fotografias e outros documentos que sejam elucidativos do evento.
- **Laudo de Avaliação** – peça pela qual o Perito Avaliador procura estimar o valor de mercado de um imóvel em um determinado momento, devido à necessidade como: financiamento, indenização, taxação de imposto, aplicação securitária, etc.
- **Laudo de Arbitramento** – É aquele que se destina à tomada de decisão entre duas ou mais alternativas tecnicamente controvertidas, decorrentes de aspectos subjetivos.
- **Laudo de vistoria** – é aquele produzido através de uma inspeção técnica, in loco, com intuito de descrever a situação encontrada. Devendo ser complementado com informações consideradas necessárias.

Conceitos específicos:

- **Termo de Interdição Administrativa**³⁴ – é a denominação específica, dada a um Alvará de Interdição de um imóvel.
- **Termo de Recomendação Técnica**³⁵ – é a denominação específica, dada ao documento que recomenda intervenção de recuperação e/ou manutenção predial, sob pena de punição com interdição.

³⁴ PMJG – Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes

³⁵ PMJG – Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes

CAPÍTULO 3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 PESQUISA DO MATERIAL

O título do presente trabalho reflete o material objeto desse estudo: os laudos técnicos emitidos em razão de desmoronamentos e interdições de “prédios tipo caixão” localizados na Região Metropolitana do Recife.

A intenção inicial era estudar as edificações dos 05 municípios citados pela Justiça Federal (12ª Vara) no dia 05.07.2005, em razão dessas ocorrências, a pedido dos Ministérios Públicos, Federal e Estadual:

“As Prefeituras do Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Paulista e Camaragibe realizem um levantamento de todos os edifícios-caixão existentes em seu território em um prazo de 120 dias. Os municípios têm um ano e meio para vistoriar todos esses prédios. Enquanto durar os estudos técnicos, ficam suspensas licenças de construção para novas edificações desse tipo”³⁶.

Buscou-se, então, um levantamento dos “prédios tipo caixão” desses municípios. Era preciso o quantitativo dos prédios existentes, o número dos prédios que desabaram, dos prédios que foram interditados e dos desinterditados, para se ter uma idéia da dimensão do problema.

Em princípio, tinha-se como fonte dos laudos, para o presente estudo, o CREA, o Corpo de Bombeiros, as Prefeituras dos Municípios e as Seguradoras.

Alguns desses órgãos não puderam atender à solicitação, o CREA e o Corpo de Bombeiros, porque não dispunham dos laudos, apenas de informações sobre as ocorrências. Os outros, como algumas Prefeituras, inicialmente, e as Seguradoras, por considerarem que os laudos eram sigilosos por serem parte de Ações Judiciais de Indenizações, ainda em tramitação nas diversas varas da Justiça do Estado de Pernambuco.

Somente os Laudos Técnicos dos edifícios que desmoronaram, se tornaram públicos devido à repercussão na imprensa. A maioria deles foi objeto de análise no meio técnico, inclusive através de seminários e palestras.

³⁶ MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL EM PERNAMBUCO. Assessoria de Comunicação Social, 05.07.2005.

Todavia, a pesquisa inicial mostrou outras fontes de dados, como o próprio Poder Judiciário e as Secretarias de Planejamento de alguns municípios que já estavam, atendendo à determinação da Justiça Federal, fazendo levantamento da situação dos prédios através de laudos de vistoria e investigação; era o caso de Olinda e Jaboatão dos Guararapes.

Os contatos com professores e profissionais da área que estavam prestando consultoria como assessores e peritos, também se mostraram ótimas fontes de informações.

No entanto, ressaltam-se duas grandes dificuldades: a relutância em liberar os documentos, mesmo após a promessa de fazê-lo, por não ter claro se tratavam ou não de documentos restritos e, no poder público, além da citada dúvida, a falta de sistematização das informações, esparsas em vários setores.

Como nas Prefeituras Municipais, os órgãos responsáveis pelas vistorias das edificações, com problemas estruturais ou de condições de habitabilidade, definindo-se pelas interdições ou desinterdições, são as Comissões de Defesa Civil. Através de ofícios endereçados a estes órgãos, foram finalmente obtidas todas as informações desejadas:

- As relações dos prédios existentes em cada município;
- O número de "prédio tipo caixa" interditados;
- O número de "prédios tipo caixa" desinterdições;
- Os laudos de vistorias que deram origem aos Alvarás de interdição e desinterdição.

No entanto, dois dos municípios não puderam ser incluídos no estudo: foram Recife e Camaragibe, por só terem fornecido uma relação dos "prédios tipo caixa", com nome, endereço e número de pavimentos. Alegaram a não disponibilidade de pessoal para a realização dos trabalhos, falta de estrutura e aguardavam verbas para o cumprimento da determinação da Justiça Federal.

3.2 SOBRE OS LAUDOS OBTIDOS PARA A PESQUISA E SITUAÇÃO DOS "PRÉDIOS TIPO CAIXÃO"

3.2.3 Município de Olinda

No município de Olinda a prefeitura faz um acompanhamento da situação dos "prédios tipo caixa" desde o ano de 1999, através da Diretoria de Controle Urbano e Ambiental.

Entre 1999 e 2000, um relatório de vistoria dos “prédios tipo caixaão” do município, foi realizado pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da UFPE – FADE, para a classificação dos mesmos, quanto à segurança.

De um total de 511 “prédios tipo caixaão” existentes no município, 28 (5%) deles não foram vistoriados por não autorização dos proprietários. Os restantes foram classificados em 03 grupos, como mostra a Tabela 3.1. Os 52 prédios, que correspondem a 10% do total, classificados no GRUPO 1, aqueles em que “Foram constatados sérios problemas que comprometem a segurança do edifício”, foram, posteriormente, interditados pela prefeitura.

Tabela 3.1 – Classificação dos “prédios tipo caixaão” do município de Olinda em 15.12.2000.

Classificação quanto a segurança	Quantidade	Percentual(*)
GRUPO 1 – Foram constatados sérios problemas que comprometem a segurança do edifício...	52	10,2%
GRUPO 2 – Grau intermediário de riscos, contudo serão indicados itens a serem melhor avaliados...	272	53,2%
GRUPO 3 - A nível desta primeira avaliação, não foram constatados problemas....	159	31,1%

(*) Os 5% restantes foi o percentual dos prédios não vistoriados

No documento intitulado “Relação dos Edifícios Interditados” de 08.12.2006, a Diretoria de Controle Urbano e Ambiental de Olinda indica o nome do edifício, sua localização, número de apartamentos, nº do Alvará de Interdição, data da interdição, motivos da interdição e situação na data. Nesta relação foi observada a existência de um edifício com estrutura em concreto, o edifício CUTTY SARK.

A Tabela 3.2 traz a situação dos “prédios tipo caixaão”, em Olinda, em dezembro de 2006.

Tabela 3.2 – Situação dos prédios tipo caixaão no município de Olinda em 08.12.2006

Total dos “prédios tipo caixaão” relacionados pela prefeitura	511
“Prédios tipo caixaão” interditados	75
“Prédios tipo caixaão” desinterditados	21

Em Olinda houve o desabamento de 02 “prédios tipo caixaão”: o edifício Éricka em 12.11.99 e o bloco B do Enseada do Serrambí em 27.12.99.

Desta forma, o material obtido das várias fontes no município de Olinda está relacionado abaixo:

Laudo do Edifício Éricka	01
Laudo do Bloco B do Enseada do Serrambi	02
Laudos Periciais (Justiça de Olinda)	02
Pareceres Técnicos (Justiça de Olinda)	05
Alvarás de Interdição (PMO)	01
Relatórios Técnicos de Vistoria (PMO)	483
Laudos Técnicos de Peritos Particulares	15

3.2.1 Município de Jaboatão dos Guararapes

Em Jaboatão dos Guararapes, foi realizado pela Secretaria de Planejamento e Turismo, com equipe própria, o levantamento quantitativo de 972 prédios em alvenaria autoportante ou “prédios tipo caixão”, com a indicação do nome do edifício, endereço, inscrição municipal, número de blocos e número de apartamentos. A partir deste levantamento, está em andamento a execução dos laudos técnicos que verificam as condições da estrutura e habitabilidade dos edifícios, como determinado pela Justiça Federal, tendo sido concluídos até o mês de março de 2007:

Conjunto Muribeca	70
Conjunto Marcos Freire	115
Conjunto Curado IV	95
Total até 13 de março de 2007	280

Segundo a Diretoria de Defesa Civil do município, em Jaboatão dos Guararapes, de 1997 a 2005 (dados do Relatório de 2005 em anexo), foram interditados um total de 14 edifícios em conjuntos residenciais distintos (segundo relatório EDIFICAÇÕES INTERDITADAS E DESINTERDITADAS), existindo atualmente 09 prédios interditados no município, contando com a o Edifício Solar da Piedade (em concreto), localizado na avenida Bernardo Vieira de Melo, 2828, vizinho ao Areia Branca, que ruiu em 14.10.2004.

Quanto aos edifícios interditados, o Relatório da Defesa Civil do município com dados atualizados, datado de agosto de 2006 (em anexo), informa que, de 1997 a agosto de 2006,

foram interditadas 35 edificações (considerando-se os 4 prédios desabados), sendo que, deste total, 16 são residências térreas (casas), 05 são prédios pilotis (estrutura de concreto armado) e apenas 10 são “prédios tipo caixaão”. O mesmo relatório mostra que das 08 edificações desinterditadas, 03 foram casas, 03 foram prédios pilotis e apenas 02 são “prédios tipo caixaão”. De forma que a situação dos prédios tipo caixaão em Jabotão dos Guararapes está representada na tabela 3.3.

Tabela 3.3 – situação dos prédios tipo caixaão no município de Jabotão dos Guararapes até agosto de 2006

Total de “prédios tipo caixaão” existentes no município	972
“Prédio tipo caixaão” interditados	10
“Prédios tipo caixaão” desinterditados	02

O município de Jabotão teve ainda o desabamento de 04 (quatro) edifícios, sendo 02 prédios de concreto armado (Gisele, 01.06.77 e Areia Branca, 14.10.04) e 02 “prédios tipo caixaão” (Aquarela, 22.05.97 e Ijuí, 06.06.01).

Outros laudos que serão objeto de estudo:

Laudo técnico sobre o desabamento do Edifício Aquarela	01
Laudo técnico sobre o desabamento do Edifício Ijuí	01
Laudos técnicos particulares	03

Termo de Interdição Administrativa:

Ano de 2004	02
Ano de 2005	03

Termo de Recomendação Técnica:

Ano de 2004	01
-------------	----

3.2.2 Município de Paulista

De acordo com dados da Secretaria de Planejamento e Urbanismo, através do ofício 331/2003 – SEPLAN, de 31 de agosto de 2003, encaminhado à 20ª Promotoria de Justiça de Defesa da Cidadania, Habitação e Urbanismo, a prefeitura realizou juntamente com a Defesa Civil do município o levantamento dos “prédios tipo caixaão”, com informações sobre: o nome

do edifício, endereço, número de pavimentos, número de apartamentos, idade, registro de reclamação e situação (se habitado ou não); foi verificada a existência de 608 “prédios tipo caixaão”.

Já o Relatório da defesa Civil, sobre os EDIFÍCIOS INTERDITADOS, datado de agosto de 2007, informa que de 1997 a 2007, foram interditados 14 edifícios no município, entre prédios com estrutura de concreto, estrutura mista e prédios tipo caixaão, dos quais, apenas 02 tiveram suspensão de Alvará de Interdição: o bloco A-01 do Conjunto Residencial Praia Janga (“prédio tipo caixaão”) e o Cine-teatro Paulo Freire (prédio com estrutura mista), por terem passado pelas reformas exigidas pela Defesa Civil do Município. Desta forma um resumo da situação dos prédios tipo caixaão no município está representado na Tabela 3.4

Tabela 3.4 – situação dos prédios tipo caixaão no município do Paulista até agosto de 2007

Total de “prédios tipo caixaão” existentes no município	608
Total de “prédios tipo caixaão” interditados	10
Total de “prédios tipo caixaão” desinterditados	01

Em Paulista não houve desabamento de “prédio tipo caixaão”.

Desta forma o material disponível para se trabalhar, nesta pesquisa, no município do Paulista é:

Relatório de vistoria da Defesa Civil

Ano de 2006	05
Ano de 2007	02

Alvará de Interdição

Ano de 2006	05
Ano de 2007	03

3.2.4 Município do Recife

Este é certamente o município da Região Metropolitana onde existem mais “prédios tipo caixaão”.

Na terça-feira 06.04.2007, o Boletim Diário da Secretaria de Comunicação do Recife, informou que, através de convênio firmado com o Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP, foram iniciados os trabalhos para avaliar a situação dos edifícios construídos em alvenaria autoportante, os “prédios tipo caixaão”, conforme determinação da Justiça Federal.

Os trabalhos começaram no Conjunto Residencial Universitário, localizado na rua João Francisco Lisboa, 121, no bairro da Várzea, sob a coordenação do Engenheiro Carlos Wellington; devem atingir 2500 “prédios tipo caixaão”, com um custo previsto de R\$ 844.000,00 (oitocentos e quarenta e quatro mil reais) e com duração prevista de oito meses.

A primeira fase é o mapeamento dos 2500 prédios, através do sistema GPS (Global Positioning System). Depois virá a fase de caracterização com dados da tipologia da edificação, tipo de fundação, presença ou não de elementos de concreto, sistema de esgotamento e outros que sirvam como elementos de investigação. Serão feitos ensaios de resistência das estruturas, e caracterização do grau de risco potencial de cada prédio.

Afora o Edifício Bosque das Madeiras, que desabou antes mesmo de ser concluído, não se tem notícias de outras ocorrências deste tipo na cidade do Recife; desta forma o material obtido está relacionado abaixo, mas dado ao número irrisório não serão incluídos na pesquisa:

A única informação que pôde ser obtida na PCR foi uma estimativa do quantitativo de “prédios tipo caixaão”, existentes no município, elaborado pelos Escritórios das Regionais e Coordenados pela SEPLAN, datado de 13.11.2006, sob o título “Levantamento dos Prédios Tipo Caixaão – até 04 pavimentos”, onde foram identificadas 2.242 edificações. Não foi possível apontar o número de prédios interditados, uma vez que a Defesa Civil não dispõe desses dados cadastrados separadamente. A tabela 3.5 mostra a situação dos prédios tipo caixaão no município de Recife.

Tabela 3.5 – Situação dos prédios tipo caixaõ no município de Recife (13.11.2006)

Total de prédios tipo caixaõ existentes	2.242
Prédios tipo caixaõ interditados	Não informado
Prédios tipo caixaõ desinterditados	Não informado

Na cidade do Recife, o único “prédio tipo caixaõ” que desabou, foi o Edifício Bosque das Madeiras, que estava ainda em construção e teve sinistro em um final de semana, quando não havia pessoas trabalhando. Foi demolido e reconstruído pela construtora responsável.

Do município de Recife, os únicos laudos disponíveis foram:

Laudos Técnicos de Vistoria	01
Laudo pericial	01

3.2.5 Município de Camaragibe

No município de Camaragibe, a SEPLAMA - Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, através da Diretoria de Controle Urbano, informou em 17.07.2006, da existência de 72 (setenta e dois) edifícios, distribuídos em 7 (sete) conjuntos residenciais (dados de 06/10/2005 em anexo). Desses, apenas 40 estavam concluídos e com habite-se. Os demais; 01 concluído sem habite-se; 17 em execução e com licença de construção; os demais, ainda em execução e sem licença de construção. Não havia registro de desmoronamento ou interdição de “prédios tipo caixaõ”. Não foram realizadas vistorias e/ou laudos nos prédios existentes; apenas a relação cadastral constando o nome do edifício, número de blocos e apartamentos e endereço.

Resumo da situação dos “prédios tipo caixaõ” no município de Camaragibe está representado na tabela 3.6

Tabela 3.6 – Situação dos “prédios tipo caixaõ” no município de Camaragibe (17.07.2006)

Total de “prédios tipo caixaõ” existentes	72
“Prédios tipo caixaõ” interditados	0
“Prédios tipo caixaõ” desinterditados	0

Não foram encontrados em Camaragibe, laudos, relatórios de vistoria, ou laudos técnicos particulares. Em Camaragibe não existe notícia sobre desabamento de prédio tipo caixaão.

São feitas, a seguir, algumas considerações para que se entendam as limitações deste trabalho.

1. No Município de Olinda, foi considerado o número de “prédios tipo caixaão” obtido do levantamento realizado pelo convênio UFPE/FADE x PMO, em 2000, uma vez que a prefeitura não teve como informar o número total de “prédios tipo caixaão” existente no município até março de 2007.
2. Foram considerados os laudos dos prédios interditados em Olinda até a data do documento, citado no item 1.
3. Em relação aos edifícios que desabaram; Éricka, Enseada do Serrambí, Aquarela e Ijuí, os laudos são de conhecimento público e foram gentilmente cedidos pelo Dr. Marcus Vasconcelos, perito e especialista em Patologias de Edificações.

3.2 MÉTODO

A primeira etapa consistiu da construção de um arcabouço teórico sobre edificações em alvenaria autoportante, normas técnicas e conceitos sobre laudos.

Em seguida, procedeu-se a análise documental, que pode ser resumida na seqüência a seguir.

1. Coleta dos laudos
2. Estudo dos laudos
3. Elaboração de tabelas, a partir dos laudos
4. Elaboração dos gráficos de colunas, a partir das tabelas
5. Elaboração dos gráficos de pizza, a partir das tabelas
6. Análise dos gráficos
7. Elaboração dos resultados e conclusões

Uma vez que os laudos não eram conhecidos, a medida que foram disponibilizados, criou-se um banco de dados, para armazenar as informações coletadas. A partir dele, foram geradas tabelas de causas, características, ocorrências e patologias.

As tabelas das interdições foram construídas para cada município.

No caso dos desabamentos, como aconteceram apenas duas ocorrências em cada um dos dois municípios, foram construídas tabelas, desta feita, juntando-se os dados de mesma espécie numa mesma tabela.

Os problemas apontados nos laudos foram agrupados, de acordo com a origem, em seis categorias. A seguir, essas categorias são discriminadas, com suas respectivas causas.

I - Falhas ou insuficiência de projeto

- Não atendimento as normas técnicas
- Insuficiência de especificações
- Caixa vazio
- Embasamento externo singelo
- Falta de elementos estruturadores de concreto
- Não previsão de deformações
- Incompatibilidade de projetos
- Caixa alagado
- Recalque de fundação

II - Baixa qualidade ou inadequação do material

- Baixa resistência do bloco do embasamento
- Alta porosidade dos blocos do embasamento
- Baixa qualidade do concreto
- Baixa qualidade da argamassa
- Desagregação do bloco do embasamento

III - Falhas ou vícios de construção

- Uso de bloco inadequado no embasamento
- Embasamento singelo
- Contribuição do empuxo lateral nos caixões vazios
- Atuação de sobrecargas não previstas no projeto
- Alterações de projeto
- Não execução de elementos estruturadores de concreto

IV - Uso inadequado ou falta de manutenção

- Reforma com abertura de vão
- Reforma com ampliação
- Falta de manutenção de caixa d'água

- Falta de manutenção da fachada
- Falta de manutenção da cobertura
- Falta de manutenção de fossas
- Canteiro ou raízes no embasamento
- Existência de poço (abastecimento de água)

V - Causas ambientais

- Ação da Expansão por umidade – EPU
- Ação de sulfatos
- Ação de carbonatos
- Ação de cloretos
- Movimentação térmica
- Movimentação higroscópica
- Carreamento de solo
- Solo compressível
- Terreno alagado

VI - Outras causas (quando nos laudos não eram apontadas as causas)

- Trincas
- Infiltrações
- Umidade
- Desprendimento do piso
- Deterioração de cinta e pilar
- Ferragem exposta
- Abatimento do piso

A partir das tabelas, foram construídos os gráficos.

A análise inicial dos dados foi realizada através de gráfico de barras.

1. O primeiro gráfico da seqüência mostra as causas apontadas nos laudos; onde a primeira coluna representa o número de laudos realizados e as demais representa o número de prédios que sofreram falhas (causas) de uma mesma natureza.
2. Nos gráficos seguintes, a primeira coluna representa o número de prédios que sofreram causas de um mesmo grupo, e as demais representam o número de prédios que sofreram com cada causa deste mesmo grupo.

A segunda etapa da análise foi feita com gráficos de pizza, com um estudo da distribuição percentual da cada causa dentro do total de ocorrências.

1. O primeiro gráfico da seqüência mostra o percentual de contribuição que cada grupo de causas representa do total.
2. Os gráficos subseqüentes mostram o percentual de contribuição de cada causa daquele grupo.

Na análise procurou-se levar em consideração os dados individualmente, dentro de seu grupo de ocorrência, e depois, dentro do universo das causas.

Para as conclusões, os critérios adotados na seleção das principais causas, foram os seguintes:

- Percentual $\geq 5\%$, quando a soma atingir um valor igual ou superior a 75%;
- A soma sendo inferior, considerar-se também os itens seguintes, em ordem decrescente de intensidade, até que sejam atingidos os 75%

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INTRODUÇÃO

Conforme mencionado no item 31, a intenção inicial da pesquisa foi analisar os laudos emitidos sobre os “prédios tipo caixaão”, construídos nos cinco municípios da RMR que foram citados pela Justiça Federal para realizarem levantamentos dos prédios construídos com esse sistema construtivo. No entanto, a análise quantitativa das causas só se tornou possível nos municípios de Olinda, Jaboatão dos Guararapes e Paulista, uma vez que em Camaragibe não houve dados, pelo fato das construções com esse modelo construtivo no município serem recentes, e Recife não teve como fornecer dados precisos sobre desabamentos e interdições. No final desse capítulo é feito um comentário a respeito das intervenções realizadas em alguns “prédios tipo caixaão”, para solucionar as causas que deram origem às interdições, onde foram citados casos de prédios construídos no município de Recife.

As Tabelas 4.1 e 4.2 trazem respectivamente, por município, o número e tipos de laudos dos prédios desabados, interditados e desinterditados. Nota-se que o acervo coletado é bastante representativo para o estudo proposto.

Tabela 4.1 – Número e tipos de laudos de “prédios tipo caixaão”, de cinco municípios da Região Metropolitana de Recife, obtidos para a pesquisa.

Município	Laudos de prédios desabados	Laudos de perícias	Pareceres técnicos	Laudos de Vistorias particulares	Laudos de vistorias prefeituras	Alvarás de interdição	Total
Olinda	02	02	05	15	483	01	511
Jaboatão	02	00	00	03	280	06	291
Paulista	00	00	00	05	07	00	12
Recife	00	01	00	01	00	00	02
Camaragibe	00	00	00	00	00	00	00
Total	04	03	05	24	775	07	813

Tabela 4.2 – Ocorrências de desabamentos e interdições de “prédios tipo caixaão” em 5 municípios da Região Metropolitana de Recife

Municípios	Prédios Desabados	Prédios interditados	Prédios desinterditados	Em processo de desinterdição
Olinda	02	102 (1)	21 (3)	04 (3)
Jaboatão	02	10 (2)	02(4)	00
Paulista	00	10	01	00
Recife	00	Não informado	Não informado	Não informado
Camaragibe	00	00	00	00

(1)– A partir de 1999

(2)– A partir de 2001

(3)– Até março de 2006

(4)- Até agosto de 2006

O resumo dos dados sobre os “prédios tipo caixaão” nos municípios de Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Paulista, Recife e Camaragibe, está representado na tabela 4.3, indicada abaixo:

Tabela 4.3 - Resumo sobre a situação dos prédios tipo caixaão nos cinco municípios da RMR

Nome do município	Total de prédio tipo caixaão	interditados	desinterditados
Olinda	511	102	21
Jaboatão	972	10	02
Paulista	608	10	01
Recife	2.242	-	-
Camaragibe	72	0	0
Total	4.405	95	25

:

A Figura 4.1 mostra a distribuição com os quantitativos dos “prédios tipo caixaão”, existentes e cadastrados por 05 prefeituras da RMR, já a Figura 4.2 traz o número de prédios interditados e os que foram recuperados e posteriormente desinterditados, nos 03 municípios pesquisados.

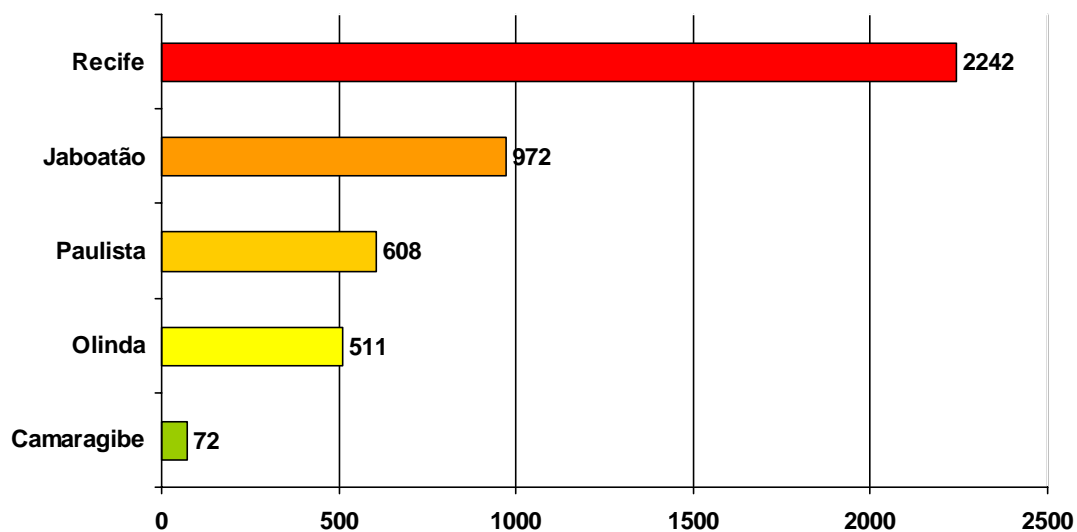


Figura 4.1 – Número de “prédios tipo caixão” cadastrados em 05 municípios da Região Metropolitana de Recife.

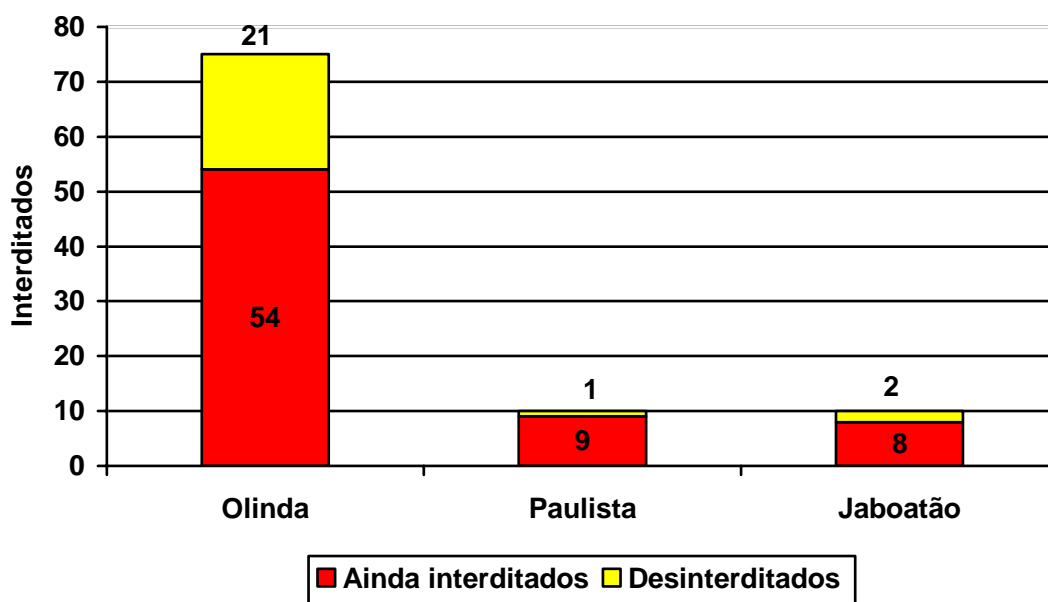


Figura 4.2 – “Prédios Tipo Caixão” interditados e desinterditados nos municípios de Olinda, Jaboatão dos Guararapes e Paulista.

Para se realizar o estudo proposto, se buscou as informações nos laudos técnicos, laudos de periciais ou ainda nos laudos de vistoria, que foram emitidos sobre estes edifícios de acordo com a situação de cada um deles.

No caso dos edifícios que desabaram, os laudos tiveram como objetivo investigar as causas que deram origem aos sinistros. Foram solicitadas pelo CREA e Ministério Público Estadual. As interdições, pela competência das ações, foram determinadas pelos órgãos de Defesa Civil de cada município, originadas de um laudo de vistoria que identificou os problemas de cada edifício, analisou caso a caso e procedeu a interdição das unidades que não tinham condições adequadas de habitabilidade ou problemas estruturais, que colocassem em risco a segurança dos seus ocupantes.

As tabelas de Características, Ocorrências e Patologias, constantes dos Apêndices, procuram identificar os dados relevantes existentes nos laudos, de onde foram extraídas as informações necessárias a identificação das causas dos sinistros e interdições, nos edifícios dos municípios de Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Paulista, lembrando que Camaragibe e Recife, não contribuíram com os dados para a análise.

No município de Olinda, foram tomados os laudos dos desabamentos dos edifícios Éricka e Bloco B do Enseada de Serrambi, e também os laudos dos 52 edifícios interditados pela prefeitura, classificados como de Risco I, no relatório de UFPE/FADE que identificou o risco potencial dos “prédios tipo caixa” no município.

No município de Jaboatão dos Guararapes, foram estudados os laudos dos prédios tipo caixa que desabaram no município, edifícios, Aquarela e Ijuí, bem como os laudos, e dos edifícios interditados: Marcos Freire B-34 e B-39, Arrecifes B-03 e B-06, Muribeca B-10, B-15, B-37 e B-129, e edifício Camboa. Ficou de fora apenas o edifício Andréia, cujo laudo não foi localizado pela Defesa Civil.

Já no município de Paulista, foram obtidos através da Defesa Civil os laudos dos edifícios interditados: Beira Mar C-11 (dois laudos), Jaqueline III, Beira Mar D-09, Arthur Lundgren B-11 e Edifício Lyon. Ficando de fora por não terem sido localizados os laudos, dos edifícios: Arthur Lundgren B-05, Arthur Lúndgren B-10, Praia Janga B-A1, Jardim Maranguape B-07 e Pantanal I, II e III.

4.2 TIPOS DE LAUDOS ANALISADOS

Os laudos disponibilizados e analisados podem ser classificados, tendo por base quem os solicitou, como:

- **Laudo Técnico** - para avaliação das causas dos desabamentos, são os mais completos, foram solicitados pelo poder público, CODECIPE e Poder Judiciário, ou órgãos de representação, como o CREA.
- **Laudo de vistoria** - para avaliação das condições de estabilidade e habitabilidade das construções; foram solicitados pelos moradores, condomínios, agentes financeiros e poder público. Normalmente tinham finalidades específicas, avaliando as condições momentâneas das obras, sem fazer uma investigação mais aprofundada, mesmo tendo em vista evidências de outros problemas. Houve casos em que foram feitas investigações nos embasamentos de alguns edifícios, constatando-se a perda de resistência em alguns trechos, mas não se pesquisou se estava ocorrendo problemas com os blocos ou com as argamassas de assentamento. Foi a partir de informações desses laudos que a prefeitura de Olinda interditou vários edifícios, fazendo com que seus proprietários ajuizassem causas judiciais, solicitando indenização securitária, como no caso do edifício Camélia, do Conjunto Residencial Parque Primavera, interditado pelo Alvará de Interdição Nº 018/2001 da PMO, que gerou o processo de indenização securitária Nº 226.2001.002669-1.
- **Laudo Pericial** – relatório técnico solicitado a um Perito, por um Juiz de Direito, que tem a finalidade de elucidar as causas de desabamento ou interdição. Apresenta elementos esclarecedores e conclusões. Pode ser instruído por ensaios tecnológicos, investigações, plantas, desenhos, fotografias ou quaisquer outro “documento” elucidativos, como foi o caso do laudo referentes ao desabamento do bloco B do Conjunto Residencial Enseada do Serrambí, solicitado ao Perito, pelo Exmº Dr. Juiz de Direito da 1ª Vara Cível da Comarca de Olinda (Processo tombado sob o número 226.2000.000006-1. Ação de Indenização).
- **Parecer Técnico** – Opinião, conselho ou esclarecimento técnico emitido por um profissional legalmente habilitado sobre assunto de sua especialidade, solicitado pelo poder público e pelas partes interessadas, como foi o parecer sobre o projeto de reforço e recuperação, para a reabilitação dos edifícios Rosa e Camélia, bem como no caso dos edifícios Margarida, Hortência e Violeta, ambos os casos, do conjunto Residencial Parque Primavera, em Olinda, contestando os reparos executados ou propostos (Processos tombado sob o número 226.2001.002650-1 e 226.2001.002669-1, respectivamente, Ações de Indenização).

4.3 OS PRÉDIOS “TIPO CAIXÃO”

4.3.1 O modelo construtivo

A concepção de Alvenaria Autoportante na construção dos “prédios tipo caixaão”, foi em sua época, uma forma de se construir com baixo custo e rapidez, modelo de gestão ainda em voga.

A falta de normas técnicas brasileiras para o dimensionamento da alvenaria estrutural e a não observância das normas já existentes em outros países, fez com que a concepção de cálculo estrutural para esse modelo construtivo apenas baseado na verificação da tensão admissível em parede sob compressão simples..

Essa “prática usual”, modelo concebido na época, não foi observado pelo meio acadêmico, assim como a ação do ambiente sobre essas edificações.

Quando se contesta a aplicação da Alvenaria Autoportante, em substituição a normalizada Alvenaria Estrutural, está se contestando, na verdade, as adaptações do cálculo, adotadas pela utilização dos blocos de vedação, para se chegar aos resultados de tensão de cálculo inferiores às tensões admissíveis previstos na norma.

Segundo SOBRINHO (2003)³⁷ Professor da Universidade de Pernambuco – UPE, em apresentação efetuada em audiência pública no Ministério Público do Estado de Pernambuco, sob o tema “SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA UTILIZADO NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE: PROBLEMAS APRESENTADOS”, em 10 de junho de 2003, as normas utilizadas no cálculo de alvenaria estrutural, eram à época;

- NBR 10837:1998 – Cálculo de alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto, que reescreveu a NBR 1228 / 1989;
- NBR 8215:1983 – Prismas de bloco de concreto para alvenaria;
- NBR 6136:1994 – Blocos de concreto para alvenaria estrutural;
- NBR 7171:1998 – Blocos cerâmicos para alvenaria

³⁷ SOBRINHO, Carlos Wellington A. P. **Audiência pública no Ministério Público do Estado de Pernambuco, sob o tema “SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA UTILIZADO NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE: PROBLEMAS APRESENTADOS**, em 10 de junho de 2003

Afirmou, ainda, que a verificação da tensão admissível em elementos de parede sob compressão simples, para alvenaria em blocos assentados verticalmente e com furos na vertical (NBR 10837), utilizava a seguinte formulação,

$$\tau_{adm} = 0,20 \cdot f_p \cdot [I - (h / 40 t)^3] \quad (1),$$

onde:

f_p - é a resistência do prisma;

h - é a altura da parede;

t - é a espessura da parede;

$I = h/t$ - é a superfície de esbeltez

a partir da qual foram feitas as considerações sobre a formulação usada no cálculo estrutural dos prédios tipo caixão.

- Para paredes construídas com blocos de vedação, a formulação (1) não se aplica.
- Considerando-se a resistência do bloco ao invés da resistência do prisma (f_p), aumentando-se o valor da tensão resistente obtida em cerca de 25%, uma vez que a resistência do bloco é cerca de 20% maior que a do prisma, segundo dados da literatura especializada.
- Considera-se a espessura da parede, incluindo-se o revestimento, o que também resulta em valores de tensão admissível maiores que os reais.
- A utilização de blocos de 9cm de espessura conduz a uma esbeltez de 28,9 o que contraria a norma NBR 1228/1989 que fixa a esbeltez máxima permitida em 20.
- Avaliando-se a esbeltez (h/t) em uma condição satisfatória de estabilidade, os blocos deveriam ter espessura de 14 cm.

4.3.2 Os elementos de um “prédio tipo caixão”

A análise de um “prédio tipo caixão” pode remeter a pelo menos, cinco elementos: a fundação, o embasamento, a alvenaria, as lajes e a outros elementos estruturais de concreto armado. O estudo dos laudos mostrou que há diferenças marcantes nesses elementos.

Sobre a fundação: na maioria dos casos, a fundação é constituída de uma sapata corrida de concreto armado. Nos prédios pesquisados, foram observados alguns casos de sapata corrida de blocos pré-moldados de concreto (Edifícios Érica, Rosa e Camélia em Olinda) e um caso de sapatas isoladas com cintamento de concreto armado, substituindo o embasamento (Bloco 1 - quadra C do Conjunto Enseada em Paulista), cujo laudo não foi incluído na análise, uma vez que não deu causas à interdição ou desabamento.

Sobre o embasamento: o elemento de ligação da estrutura com a fundação, formando o caixão da base, tem diferenças de material e de concepção. No que diz respeito ao material, é, normalmente, de tijolos cerâmicos de 6 e 8 furos, ou blocos de concreto, geralmente elementos de vedação ao invés do recomendado, o bloco estrutural. Em relação à concepção, a alvenaria pode ser singela (a galga ou com tijolo deitado) ou dobrada. Deve ser revestido para impermeabilizá-lo e proteger contra ataques de agentes agressivos e da umidade. No entanto, não foi esta a prática usual.

O caixão desses edifícios que deveria ser executado com aterro interno, usando material e técnicas apropriadas para receber as cargas do piso do primeiro pavimento, muitas vezes foi deixado vazio e fechado apenas com uma laje pré-moldada. Essa prática possibilita a ocorrência de várias patologias, como ataques por umidade e águas agressivas, aos elementos e argamassa das alvenarias, dos blocos e concreto e da laje de fechamento. De acordo com os laudos todos os prédios que ruíram tinham o caixão vazio.

Sobre a alvenaria de elevação: é o elemento de fechamento externo e divisão dos ambientes internos da edificação.

As alvenarias de elevação foram executadas em elementos de vedação, parte com tijolos cerâmicos de seis e oito furos e parte com blocos de concreto, em desacordo com as normas atuais.

As justificativas para essa prática eram várias: era usual, à época, o uso da alvenaria de vedação, funcionando como portante; era necessário reduzir custos para viabilizar o acesso à casa própria à população de baixa renda; inexisteriam normas brasileiras sobre o tema. O que causa estranheza é que além de estes elementos não apresentarem critérios de utilização em norma técnica, ou pelo menos critérios de técnicos que garantissem a segurança, a literatura internacional sobre as normas que regem o assunto, não foi consultada.

Sobre as lajes: são as lajes dos edifícios que definem os pisos e tetos. No caso dos “prédios tipo caixão”, por motivo de rapidez de construção e menor custo, foram em sua

maioria, executadas com elementos pré-moldados, com vigas e blocos, e fina capa de concreto para lhes conferir amarração, resistência e solidez. Em pelo menos um caso, o Conjunto Residencial Jardim Petrópolis, no bairro da Várzea, em Recife, foi revelado, a presença de laje de concreto armado, maciço, que por sua maior resistência e solidez, transmite ao edifício uma maior rigidez, tornando a estrutura mais monolítica.

Outros elementos estruturais de concreto.

O radier: é um cinturão de concreto armado, elemento de ligação entre a alvenaria e o embasamento, servindo como elemento de impermeabilização e também para a distribuição das cargas da alvenaria de elevação sobre o embasamento.

Em pelo menos um caso, no edifício Érica, em Olinda, houve a constatação que esse elemento não fora executado em sua totalidade, como foi citado no Laudo Técnico que determinou a causa de seu desmoronamento. Não foi a causa efetiva, mas a soma dos vícios de construção encontrados, certamente contribuiu para enfraquecer a estrutura do edifício.

As cintas de amarração: um projeto adequado tecnicamente teria que prever o uso de cintas de amarração ao final de cada lance de alvenaria.

Essa técnica recomendada; tem a função de melhor distribuir as cargas das lajes e dos pavimentos superiores sobre a alvenaria desse pavimento, servindo ainda como elemento de amarração das mesmas.

O uso desse elemento de concreto consegue ainda diminuir os efeitos danosos da dilatação térmica das lajes, que provocam o aparecimento de trincas, sobretudo no caso das lajes de cobertura, sujeitas à insolação.

Duas lições podem ser aprendidas após a análise dos laudos: a primeira é que muitos “prédios tipo caixão” não foram executados com essas cintas de amarração e sofreram com o aparecimento de trincas, uma vez que as alvenarias não apoiadas não resistiram, por causas diversas, às deformações impostas às estruturas. A segunda; foi a forma como se deu a ruína do edifício Aquarela, em Jaboatão dos Guararapes, onde o embasamento do prédio sofreu os efeitos da Expansão por Umidade – EPU, vindo a romper em alguns trechos, fazendo com que o edifício “descesse”. Nos trechos onde o embasamento resistiu ao carregamento, a alvenaria de elevação do pavimento térreo não resistiu uma vez que houve uma transmissão das cargas aos trechos vizinhos, originando uma ruptura generalizada. Nesse caso, foi observada a importância desse elemento construtivo que dando um comportamento monolítico ao conjunto formado a partir do segundo pavimento, tornou a ruína uma movimentação rígida e impediu uma catástrofe de maiores proporções.

As vergas e contra-vergas: são elementos de proteção das aberturas de vão nas alvenarias, e têm como função distribuir melhor as tensões concentradas nos cantos dos vãos, evitando-se o aparecimento de fissuras (SABATINE, 2002):

“A verga deve ser disposta sobre a parte superior da abertura, tendo apoio lateral de, no mínimo $d/10$ ou 10 cm, o que for maior [...]. as contravergas, para vãos de janelas, devem ser executadas em peças reforçadas com aço, moldadas no local ou pré-fabricadas, devendo ultrapassar a lateral inferior do vão em pelo menos $d/5$ ou 30 cm, o mais rigoroso dos dois, onde “d” é o comprimento do vão”³⁸.

Em muitos laudos não foram feitas menções sobre a existência desses elementos, relacionando-os aos casos de fissuras, bastante comuns nos “prédios tipo caixão”.

Coxins: são elementos estruturais que têm a função de distribuir cargas concentradas, depositadas diretamente sobre a alvenaria; são executados em concreto armado e suas dimensões precisam ser definidas levando-se em conta a carga depositada e a tensão de compressão admissível para a alvenaria.

A análise dos elementos conduz à outra questão: até que ponto as falhas ou vícios de construção tiveram participação nas ocorrências de desabamento ou interdições dos “prédios tipo caixão”?

4.4 EDIFÍCIOS INTERDITADOS NO MUNICÍPIO DE OLINDA

Foram pesquisados 52 laudos dos edifícios interditados no município de Olinda – PE.

As tabelas do APÊNDICE A, apresentam, por grupo de causas, um resumo das causas para as interdições dos prédios, apontadas nestes 52 laudos.

A partir destas tabelas, foram construídos os gráficos das Figuras 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9.

A Figura 4.3 mostra, na primeira coluna, o número de laudos analisados em Olinda e, nas colunas seguintes, os números de prédios que sofreram falhas de uma mesma natureza, (grupo de causas) de acordo com as vistorias realizadas.

Os gráficos subseqüentes (Figuras 4.4 a 4.9) apresentam os números de prédios que foram interditados pela mesma causa.

³⁸ SABATINE, Fernando Henrique, **ALVENARIA ESTRUTURAL: Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico**. Edita do pela CAIXA. Brasília. DF. 2002.

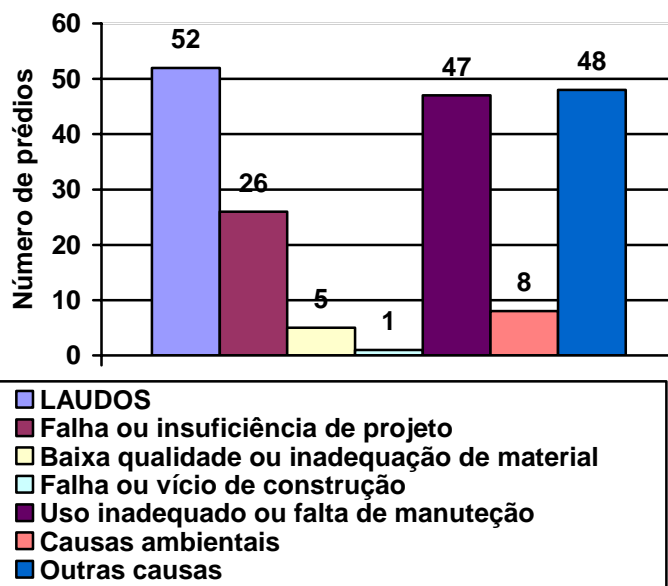


Figura 4.3 – Causas das interdições apontadas nos laudos - Olinda

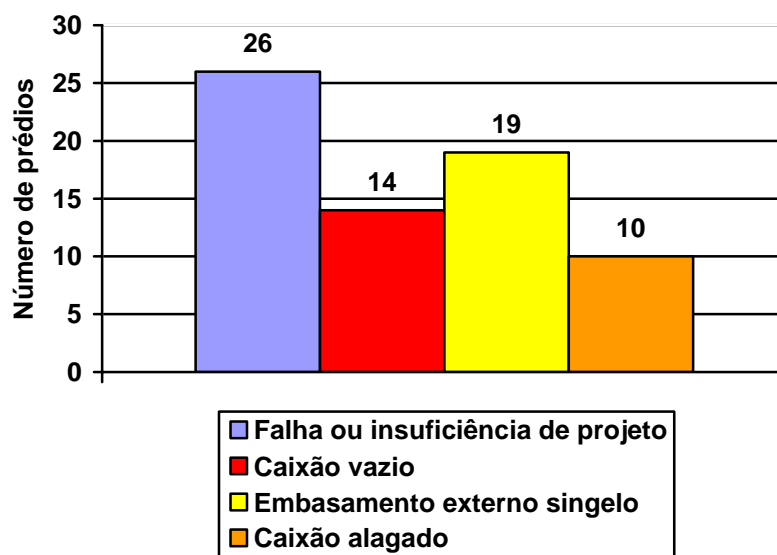


Figura 4.4 – Falhas ou insuficiência de projeto apontadas nos laudos - Olinda.

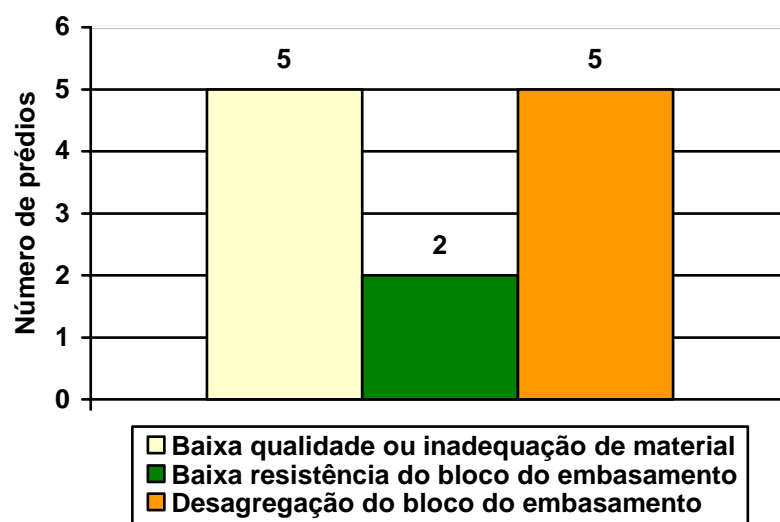


Figura 4.5 – Baixa qualidade ou inadequação dos materiais apontada nos laudos - Olinda.

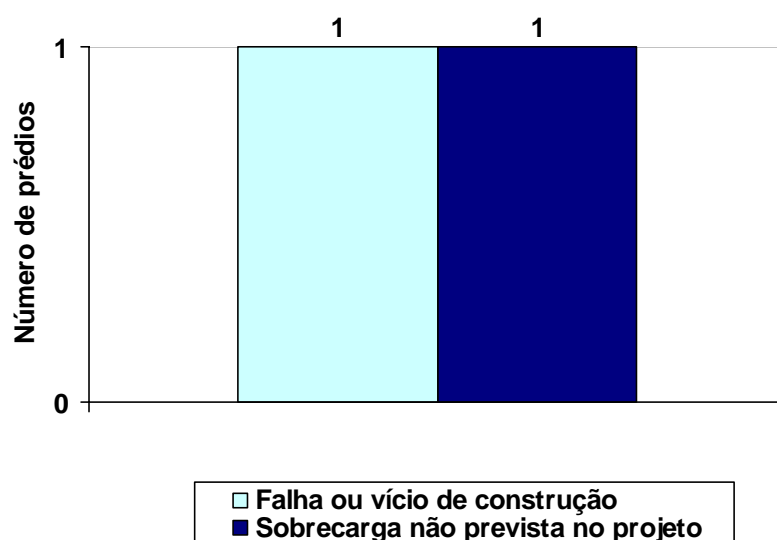


Figura 4.6 - Falhas ou vícios de construção apontados nos laudos - Olinda.

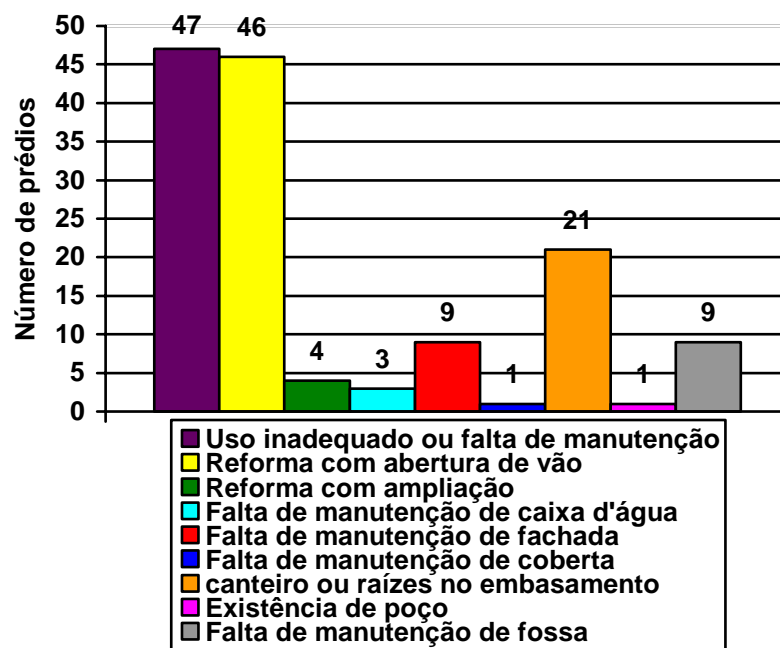


Figura 4.7 – Uso inadequado ou falta de manutenção apontados nos laudos - Olinda.

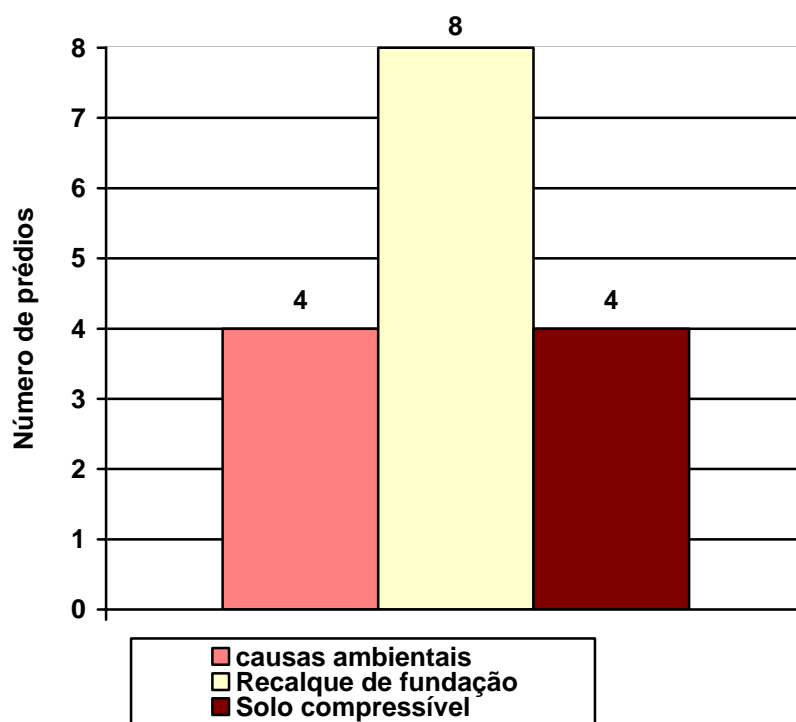


Figura 4.8 – Causas ambientais apontados nos laudos - Olinda.

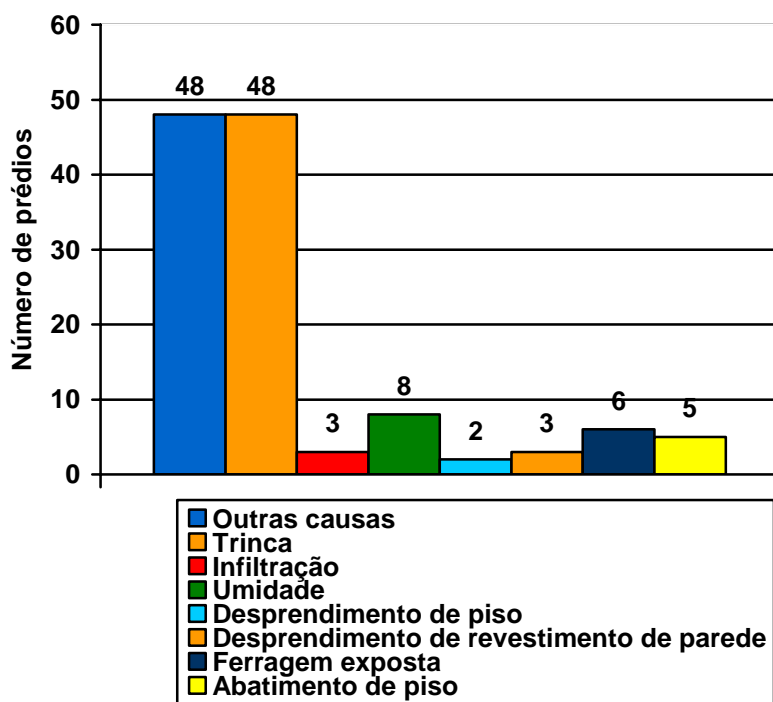


Figura 4.9 – Outras causas apontadas nos laudos - Olinda.

A Tabela 4.4 indica o número total de ocorrências consideradas nos 52 laudos pesquisados em Olinda. As 232 ocorrências estão divididas em seis grupos de causas. A mesma tabela apresenta os números de ocorrências de cada grupo, bem com os seus respectivos percentuais.

Tabela 4.4 – Total de causas das interdições em Olinda

Causas das interdições	Nº de Ocorrências	%
Falhas ou insuficiência de projeto	43	18,5
Baixa qualidade ou inadequação dos materiais	07	3,0
Falhas ou vícios de construção	01	0,4
Uso inadequado ou falta de manutenção	94	40,6
Causas ambientais	12	5,2
Outras causas	75	32,3
Total de ocorrências	232	100

O gráfico da Figura 4,10 apresenta a distribuição percentual das causas das interdições em Olinda. Os grupos principais de causas, destacados do próprio gráfico, foram:

- Falhas ou insuficiência de projetos (18,5%);
- Uso inadequado ou falta de manutenção (40,6%);
- Outras causas (32,3%).
- Total de 91,4% das causas

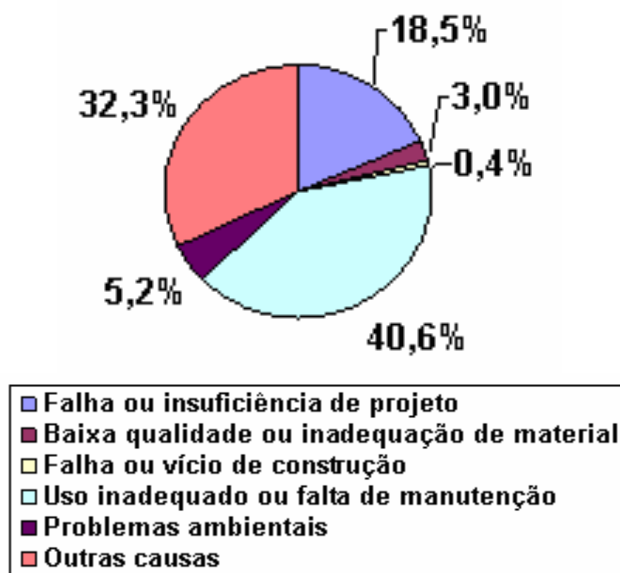


Figura 4.10 – Distribuição percentual das causas das interdições - Olinda.

Tomando-se como base as quantidades de ocorrências nas tabelas do APÊNDICE A, foram construídos os gráficos, Figuras 4.11 a 4.14, que representam os percentuais das causas das interdições de cada grupo, com mais de uma causa, apontadas nos laudos.

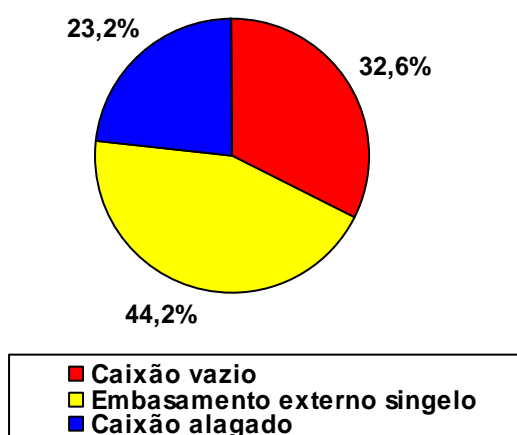


Figura 4.11 – Distribuição das falhas ou insuficiências de projetos - Olinda.

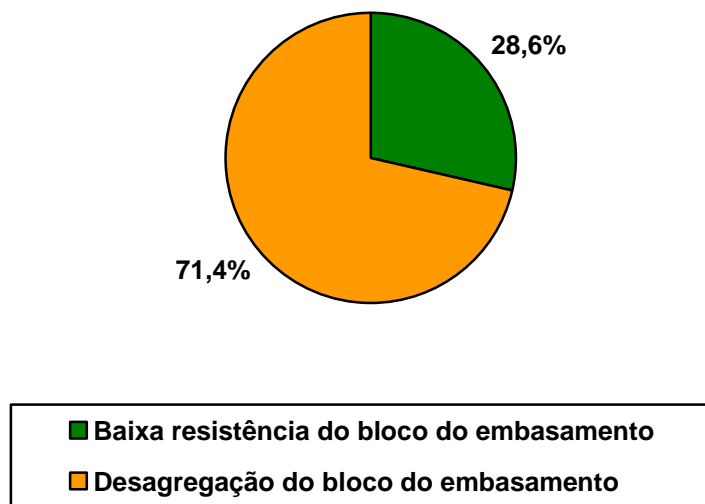


Figura 4.12 – Distribuição da baixa qualidade ou inadequação dos materiais - Olinda.

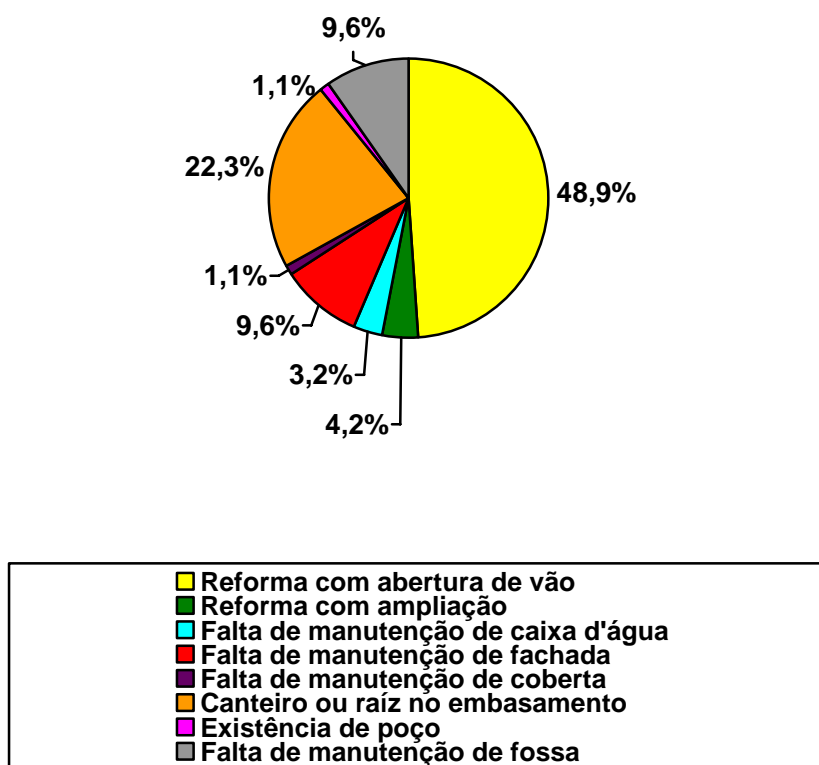


Figura 4.13 – Distribuição do uso inadequado ou falta de manutenção - Olinda.

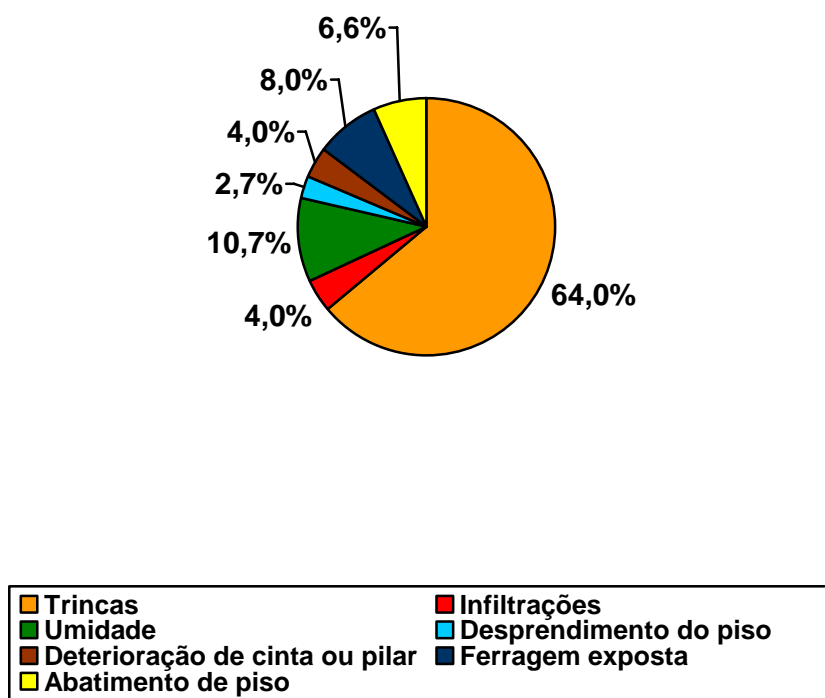


Figura 4.14 – Distribuição de outras causas - Olinda.

Análise das causas das interdições em Olinda

Não foi incluído o gráfico da distribuição das Falhas ou vícios de construção uma vez que não teria sentido, pois só existiu um tipo de causa, representando 100% da mesma

Para os 03 municípios, a partir do estudo dos grupos de causas, foram selecionadas as principais, de acordo com os critérios discriminados, a seguir e já explicitados no Capítulo 3 – Material e Método.

- Percentual \geq a 5%, quando a soma atingir um valor igual ou superior a 75%;
- A soma sendo inferior, considerar-se também os itens seguintes, em ordem decrescente de intensidade, até que sejam atingidos os 75%
- A listagem destas causas não diminui a importância de outras causas. Apenas, as mesmas se destacaram na pesquisa de acordo com os laudos emitidos.

Dentro do grupo **Falhas ou insuficiência de projetos**, as principais causas indicadas para as interdições representaram os seguintes percentuais, em relação ao número total (232) de ocorrências citadas nos 52 laudos:

Caixão vazio	(32,6%) x (18,5%)	= 6,03%
Embasamento externo singelo	(44,2%) x (18,5%)	= 8,17%
Caixão alagado	(23,2%) x (18,5%)	= 4,28%

Um segundo grupo significativo de causas, considerado para as interdições dos edifícios, foi o **Uso inadequado ou falta de manutenção**. Dentro deste grupo, as principais causas foram:

Reforma com abertura de vão	(48,9%) x (40,6%)	= 19,85%
Canteiro no embasamento	(22,3%) x (40,6%)	= 9,05%
Falta de manutenção de fachada	(9,6%) x (40,6%)	= 3,90%
Falta de manutenção de fossa	(9,6%) x (40,6%)	= 3,90%

No grupo **Outras causas**, as principais causas para a interdição dos prédios tipo caixão foram:

Trincas	(64,0%) x (32,3%)	= 20,67%
Umidade	(10,7%) x (32,3%)	= 3,46%
Ferragem exposta	(8,0%) x (32,3%)	= 2,58%
Abatimento de piso	(6,6%) x (32,3%)	= 2,13%

Nestes três grupos, das 11 principais causas das interdições dos “prédios tipo caixão” no município de Olinda, duas merecem destaque: a primeira, **reforma com abertura de vãos**, que representa 19,85% do total das causas que deram origem às interdições, o que confirma o que rege a alvenaria estrutural, que as paredes de cada pavimento tem a função de suporte dos pavimentos seguintes; a segunda, a presença de **trincas**, que representa 20,67%; todavia, esse valor deve ser considerado com reserva, uma vez que se refere a causas de origens desconhecidas, podendo, várias delas, serem originadas da própria abertura de vãos.

4.5 EDIFÍCIOS INTERDITADOS NO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS GUARARAPES

Foram 10 os edifícios interditados no município de Jaboatão dos Guararapes – PE; como foi visto no item 4.1 não foi localizado na Defesa Civil do município o laudo de interdição do edifício Andréia, restando, então, 9 laudos para análise.

As tabelas constantes do APÊNDICE B apresentam um resumo das causas para as interdições dos prédios, apontadas nestes 9 laudos.

A partir destas tabelas, foram construídos os gráficos das Figuras 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20 e 4.21.

A Figura 4.15 mostra, na primeira coluna, o número de laudos analisados em Jabotão dos Guararapes e, nas colunas seguintes, os números de prédios que sofreram falhas de uma mesma natureza (grupo de causas) de acordo com as vistorias realizadas.

Os gráficos subseqüentes (Figuras 4.16 a 4.21) apresentam os números de prédios que foram interditados pela mesma causa.

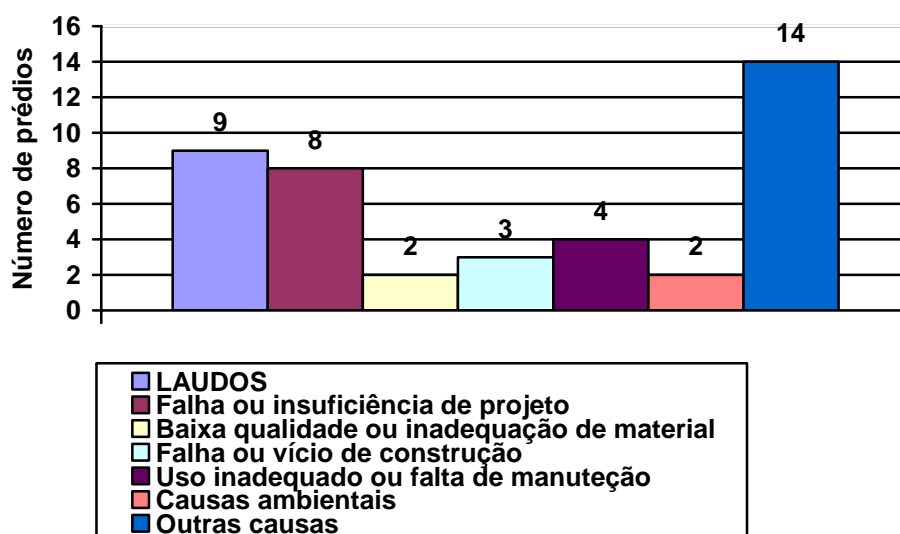


Figura 4.15 – Causas das interdições apontadas nos laudos - Jabotão dos Guararapes.

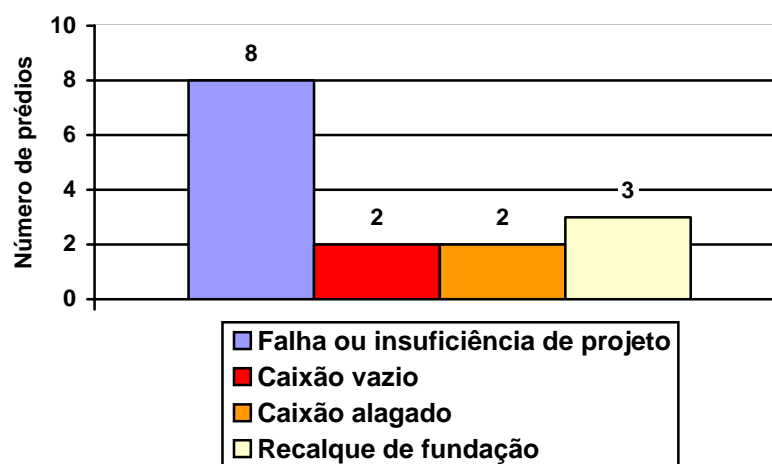


Figura 4.16 – Falhas ou insuficiência de projetos apontados nos laudos - Jabotão dos Guararapes.

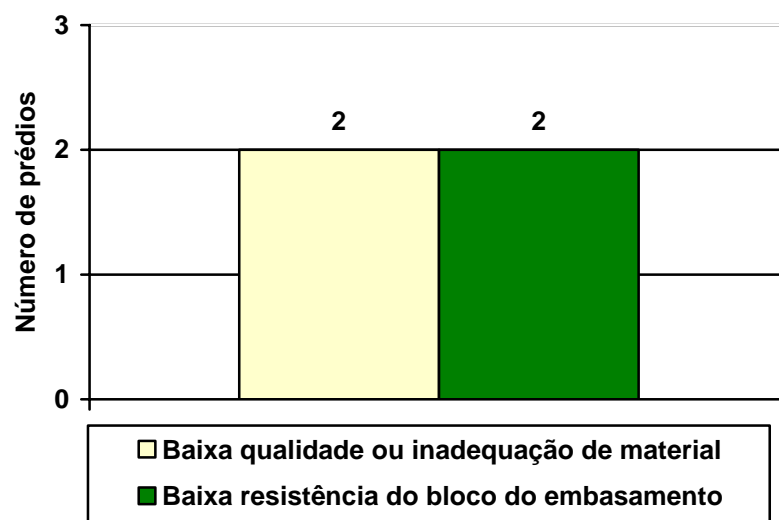


Figura 4.17 – Baixa qualidade dos materiais apontada nos laudos - Jabotão dos Guararapes.

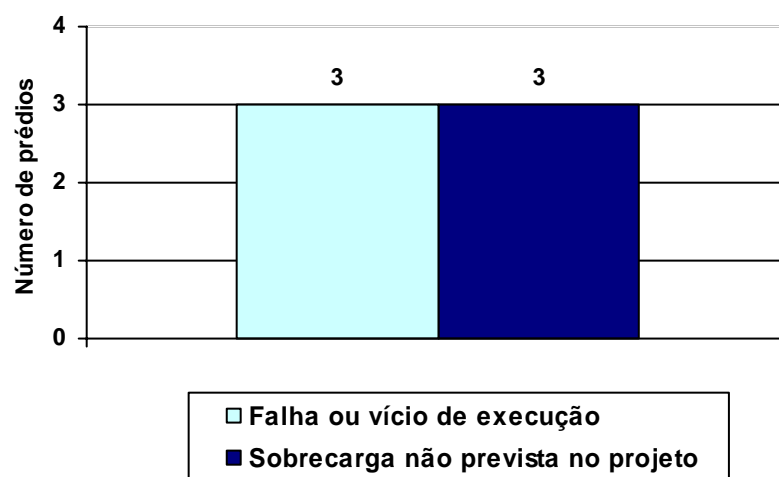


Figura 4.18 – Falhas ou vícios de construção apontados nos laudos - Jabotão dos Guararapes.

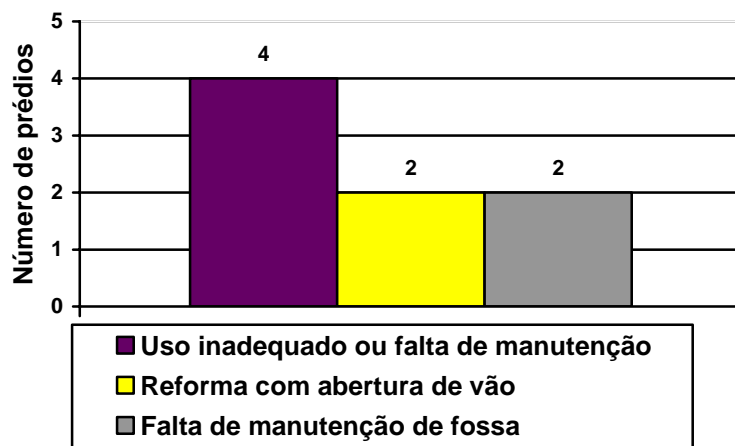


Figura 4.19 – Uso inadequado ou falta de manutenção, apontados nos laudos - Jaboatão dos Guararapes.

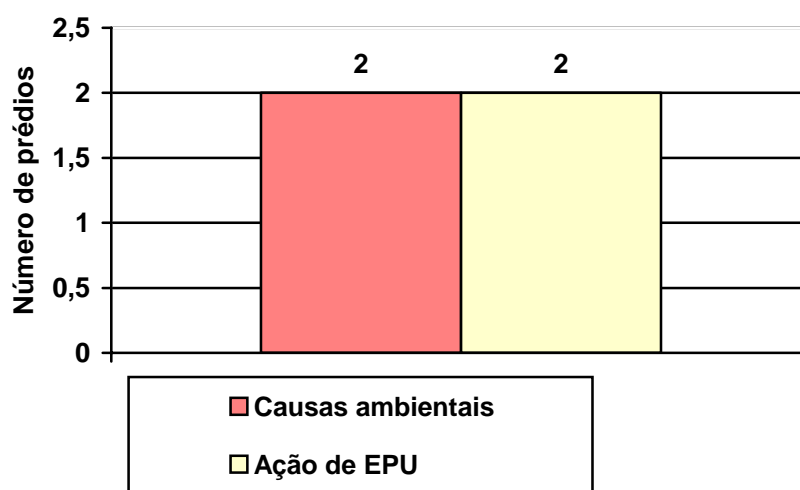


Figura 4.20 – Causas ambientais apontados nos laudos - Jaboatão dos Guararapes.

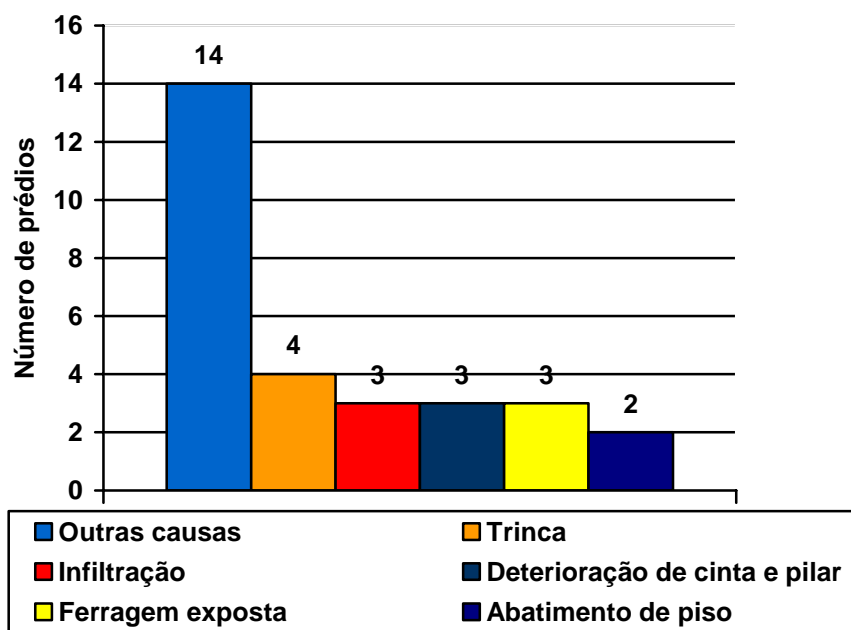


Figura 4.21 – Outras causas apontadas nos laudos - Jaboatão dos Guararapes.

A Tabela 4.5 indica o número total de ocorrências consideradas nos 9 laudos pesquisados em Jaboatão dos Guararapes. As 37 ocorrências estão divididas em seis grupos de causas. A mesma tabela apresenta os números de ocorrências de cada grupo, bem com os seus respectivos percentuais.

Tabela 4.5 – Total de causas das interdições - Jaboatão dos Guararapes

Causas das interdições	Nº Ocorrências	% Ocorrências
Falhas ou insuficiência de projeto	12	32,4
Baixa qualidade ou inadequação dos materiais	02	5,4
Falhas ou vícios de construção	03	8,1
Uso inadequado ou falta de manutenção	04	10,8
Causas ambientais	02	5,4
Outras causas	14	37,9
Total de ocorrências	37	100,0

O gráfico da Figura 4.22 apresenta a distribuição percentual das causas das interdições em Jaboatão dos Guararapes. Os grupos principais de causas, destacados do próprio gráfico, e que representam sozinhos 89,2% do total de ocorrências, foram:

- Falhas ou insuficiência de projetos (32,4%)
- Falhas ou vícios de construção (8,1%)
- Uso inadequado ou falta de manutenção (10,8%)
- Outras causas (37,9%)

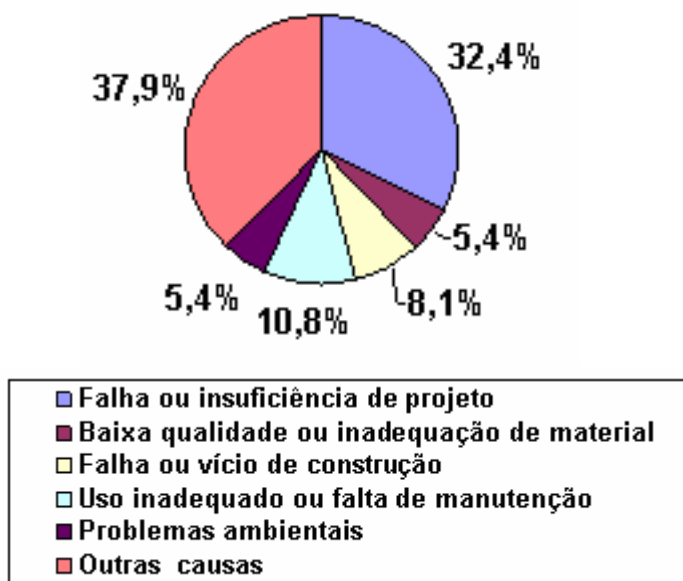


Figura 4.22 – Distribuição percentual das causas das interdições - Jabotão dos Guararapes.

Tomando-se como base as tabelas do APÊNDICE B, foram construídos os gráficos, Figuras 4.23 a 4.25, que representam os percentuais das causas das interdições de cada grupo, com mais de uma causa, apontadas nos laudos.

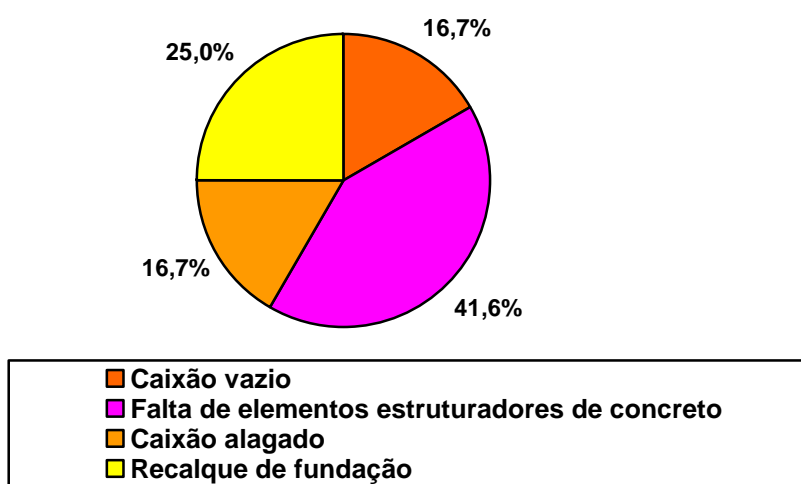


Figura 4.23 – Distribuição das falhas ou insuficiências de projetos - Jabotão dos Guararapes.



Figura 4.24 – Distribuição de Uso inadequado ou falta de manutenção - Jabotão dos Guararapes.

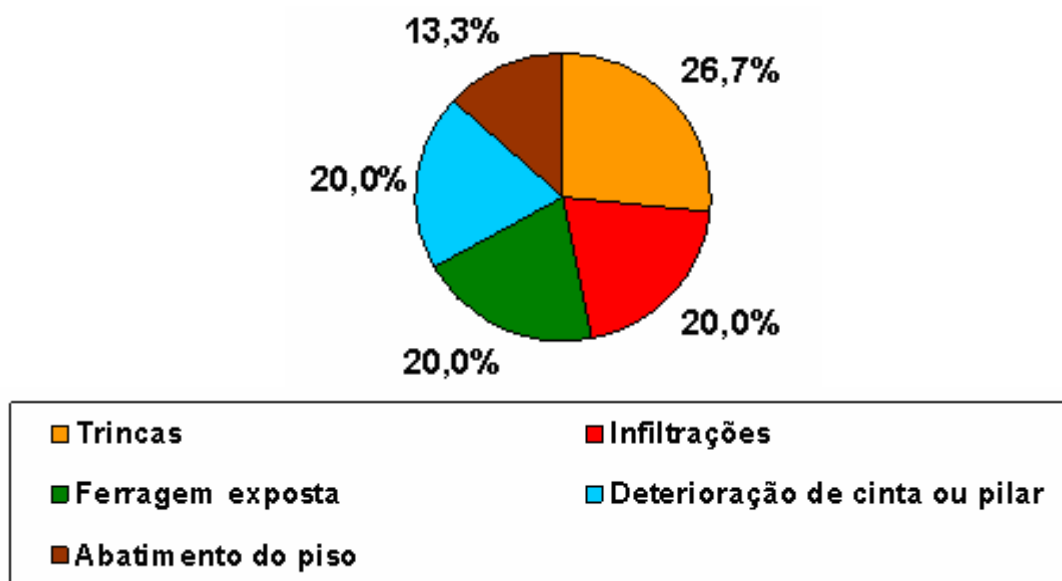


Figura 4.25 – Distribuição de Outras causas - Jabotão dos Guararapes.

Análise das causas das interdições em Jabotão dos Guararapes

Não foram incluídos os gráficos das distribuições dos grupos: Baixa qualidade ou insuficiência dos materiais, Falhas ou vícios de construção e Causas ambientais, uma vez que não teria sentido, pois só existiu um tipo de causa, em cada um desses grupos, representando 100% da mesma.

Na análise se levou em consideração os dados individualmente, dentro de seu grupo de ocorrência, e depois, dentro do universo das causas.

Para as conclusões, os critérios adotados na seleção das principais causas, foram os seguintes:

- Percentual \geq a 5%, quando a soma atingir um valor igual ou superior a 75%;
- A soma sendo inferior, considerar-se também os itens seguintes, em ordem decrescente de intensidade, até que sejam atingidos os 75%

Dentro dos grupos considerados, as principais causas indicadas para as interdições representaram os seguintes percentuais, em relação ao número total (37) de ocorrências citadas nos 9 laudos:

Falha ou insuficiência de projeto (32,4%):

Caixão vazio	(22,2%) x (32,4%)	= 5,41%
Falta de elementos estruturadores	(55,6%) x (32,4%)	= 13,48%
Caixão alagado	(22,2%) x (32,4%)	= 5,40%

Falha ou vício de construção (8,8%):

Sobrecarga não prevista no projeto	(100,0%) x (8,1%)	= 8,10%
---	-------------------	---------

Uso inadequado ou falta de manutenção (10,8%):

Reforma com abertura de vão	(50,0%) x (10,8%)	= 5,40%
Falta de manutenção de fossa	(50,0%) x (10,8%)	= 5,40%

Problemas ambientais (5,4%)

Ação da EPU	(100,0%) x (5,4%)	= 5,40%
--------------------	-------------------	---------

Outras causas (37,9%):

Trincas	(64,0%) x (37,9%)	= 24,22%
----------------	-------------------	----------

Esses 10 itens foram os mais expressivos, somando um total de 81,62% das causas das interdições no município de Jaboatão dos Guararapes. Destes, devem-se ressaltar os itens **trincas** que aparece com 24,22% do total das causas; **falta de elementos estruturadores de concreto** com 13,52%; **sobrecargas não previstas**, com 8,10%; **recalque de fundação** com 8,10% das ocorrências.

Ressalta-se o aparecimento, entre as causas ambientais, da Expansão por Umidade (EPU), com 5,40%. Este dado foi incluído no laudo de vistoria, emitido pela Defesa Civil, a partir do laudo pericial da seguradora, que informava a existência do fenômeno.

4.6 EDIFÍCIOS INTERDITADOS NO MUNICÍPIO DO PAULISTA

Foram 10 laudos os edifícios interditados no município do Paulista – PE; como foi visto no item 4.1, não foram localizados na Defesa Civil do Município todos os laudos de interdição, restando então, 6 laudos para análise.

As tabelas constantes do APÊNDICE C apresentam um resumo das causas para as interdições dos prédios, apontadas nestes 6 laudos.

A partir das tabelas do APÊNDICE C, foram construídos os gráficos das Figuras 4.26, 4.27, 4.28, 4.29, 4,30 e 4.31..

A Figura 4.26 mostra, na primeira coluna, o número de laudos analisados em Paulista e, nas colunas seguintes, os números de prédios que sofreram falhas de uma mesma natureza (grupo de causas) de acordo com as vistorias realizadas.

Os gráficos subseqüentes (Figuras 4.27 a 4.31) apresentam os números de prédios que foram interditados pela mesma causa.

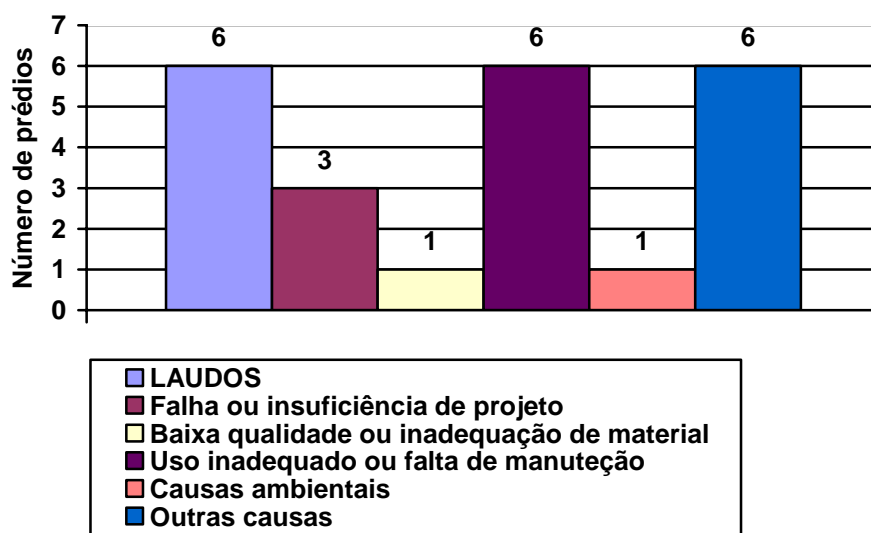


Figura 4.26 – Causas das interdições apontadas nos laudos - Paulista.

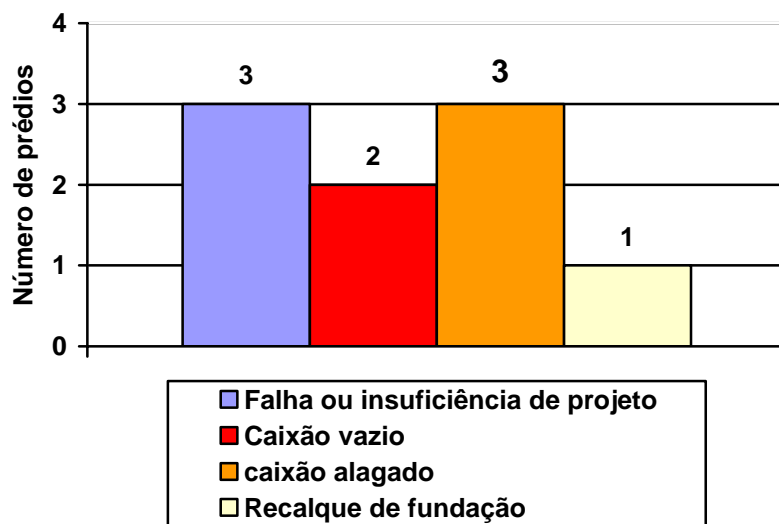


Figura 4.27 – Tipos de falhas ou insuficiência de projetos apontadas nos laudos - Paulista.

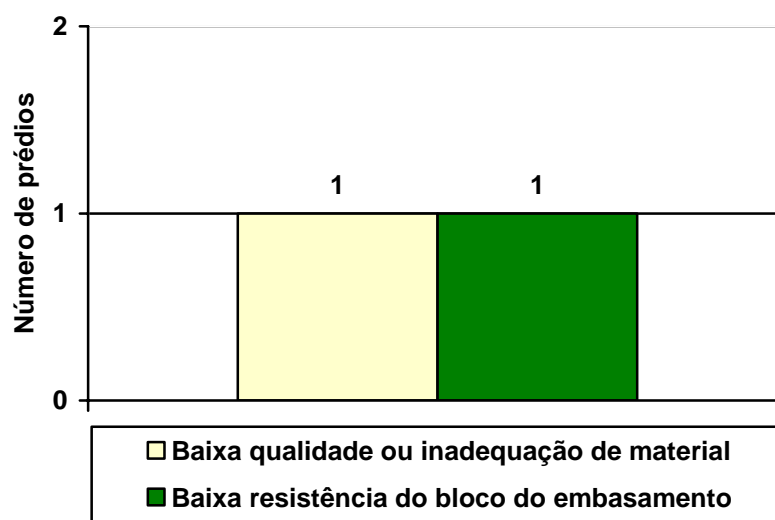


Figura 4.28 – Baixa qualidade dos materiais apontada nos laudos - Paulista.

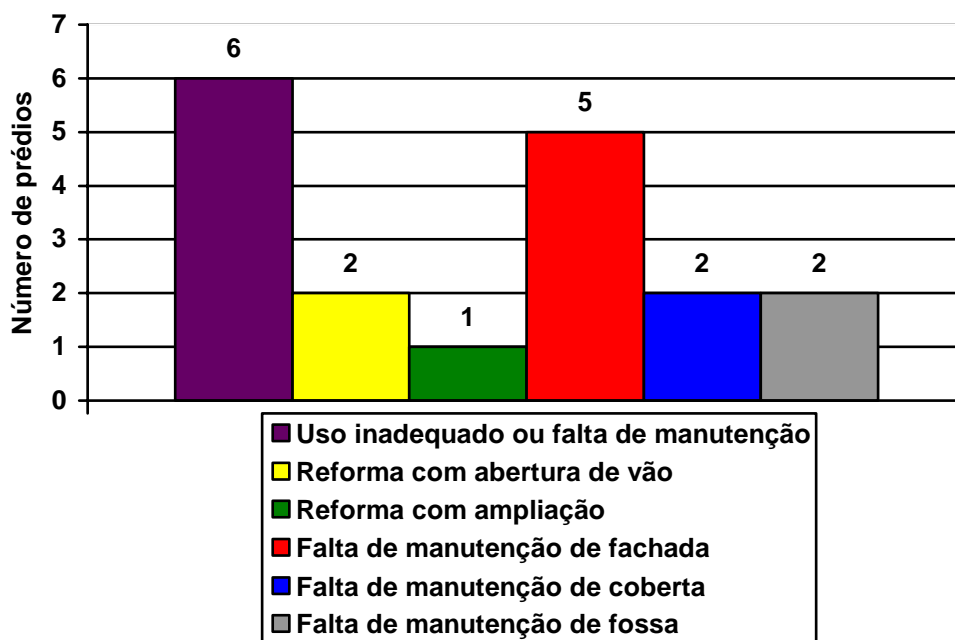


Figura 4.29 – Uso inadequado ou falta de manutenção apontadas nos laudos - Paulista.

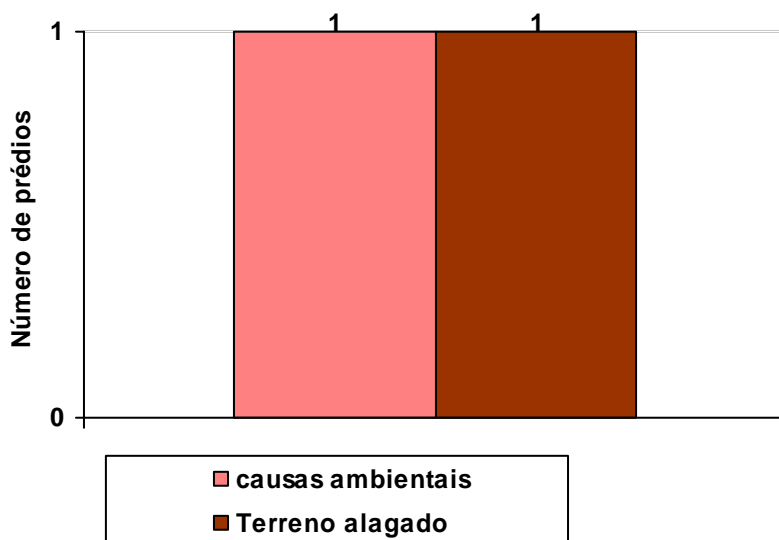


Figura 4.30 – Causas ambientais apontadas nos laudos – Paulista

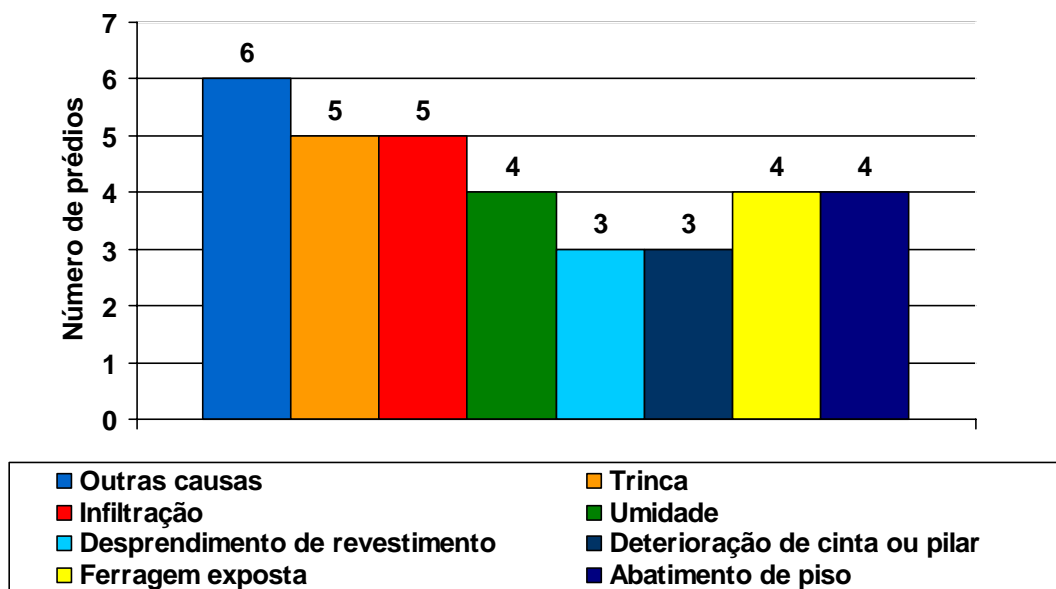


Figura 4.31 – Outras causas apontadas nos laudos - Paulista

A Tabela 4.6 indica o número total de ocorrências consideradas nos 6 laudos pesquisados em Paulista. As 45 ocorrências estão divididas em cinco grupos de causas. A mesma tabela apresenta os números de ocorrências de cada grupo, bem com os seus respectivos percentuais.

Tabela 4.6 – Total das causas das interdições - Paulista

Causas das interdições	Nº Ocorrências	% Ocorrências
Falhas ou insuficiência de projeto	06	13,3
Baixa qualidade ou inadequação dos materiais	01	2,2
Falhas ou vícios de construção	00	0,0
Uso inadequado ou falta de manutenção	12	26,7
Causas ambientais	01	2,2
Outras causas	25	55,6
Total de ocorrências	45	100,0

O gráfico da Figura 4.32 apresenta a distribuição percentual das causas das interdições em Paulista. Os grupos principais de causas, destacados do próprio gráfico, e que representam sozinhos 95,6% do total de ocorrências, foram:

- Falhas ou insuficiência de projetos (13,3%);
- Uso inadequado ou falta de manutenção (26,7%);
- Outras causas relacionadas na Tabela (55,6 %).

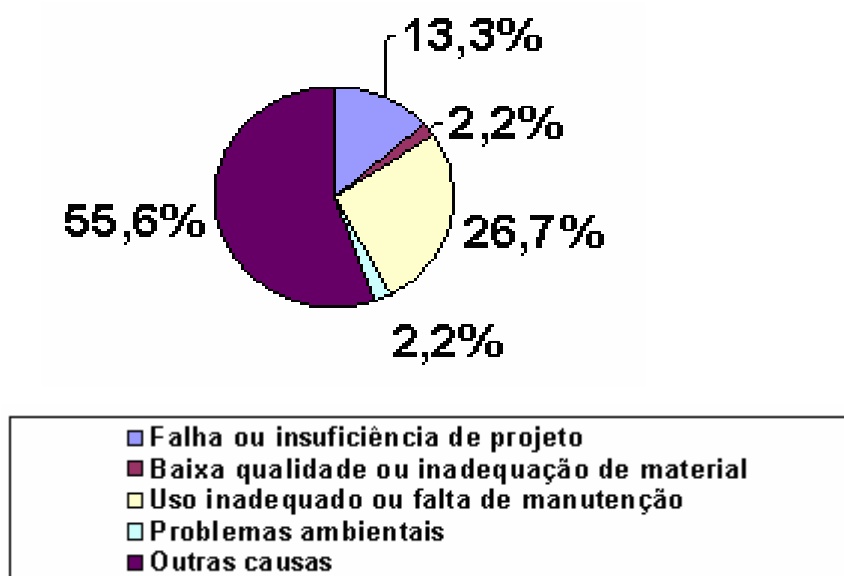


Figura 4.32 – Distribuição percentual das causas das interdições - Paulista.

Tomando-se como base as tabelas do APÊNDICE C, foram construídos os gráficos, Figuras 4.33 a 4.35, que representam os percentuais das causas das interdições de cada grupo, com mais de uma causa, apontadas nos laudos.

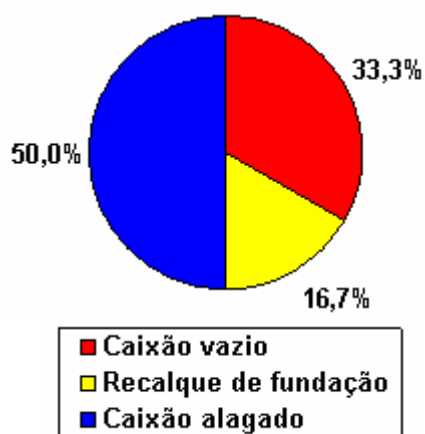


Figura 4.33 – Distribuição das falhas ou insuficiências de projetos - Paulista.

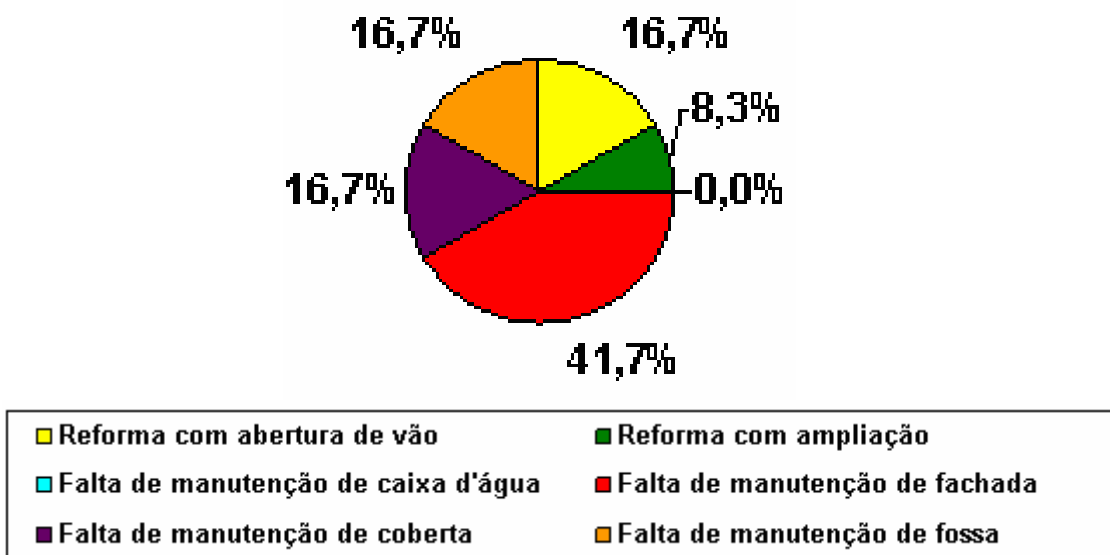


Figura 4.34 – Distribuição do uso inadequado ou falta de manutenção - Paulista.

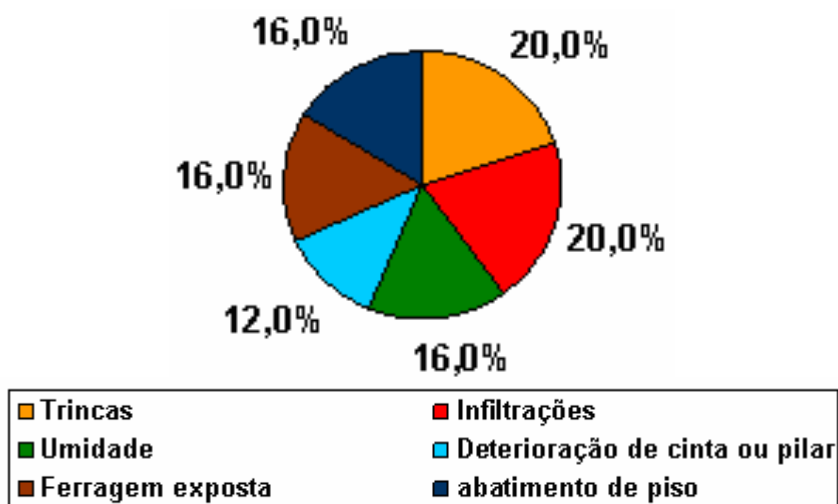


Figura 4.35 – Distribuição de outras causas - Paulista.

Análise das causas das interdições em Paulista

Não foram incluídos os gráficos das distribuições dos grupos: Baixa qualidade ou insuficiência dos materiais e Causas ambientais, uma vez que existiu apenas um tipo de causa, enquanto que o grupo Falhas ou vícios de construção não apresentou ocorrências.

Na análise se levou em consideração os dados individualmente, dentro de seu grupo de ocorrência, e depois, dentro do universo das causas.

Para as conclusões, os critérios adotados na seleção das principais causas, foram os seguintes:

- Percentual \geq a 5%, quando a soma atingir um valor igual ou superior a 75%;
- A soma sendo inferior, considerar-se também os itens seguintes, em ordem decrescente de intensidade, até que sejam atingidos os 75%

Dentro do grupo **Falhas ou insuficiência de projetos**, as principais causas indicadas para as interdições representaram os seguintes percentuais, em relação ao número total (45) de ocorrências citadas nos 6 laudos:

Falha ou insuficiência de projeto (13,3%):

Caixão alagado (50,0%) x (13,3%) = 6,65%

Outros grupos significativos de causas, considerado para as interdições dos edifícios, foram o **Uso inadequado ou falta de manutenção e Outras causas**. Dentro destes grupos, as principais causas foram:

Uso inadequado ou falta de manutenção (26,7%):

Falta de manutenção de fachada	(41,7%) x (26,7%)	= 11,13%
Reforma com abertura de vão	(16,7%) x (26,7%)	= 4,46%
Falta de manutenção de cobertura	(16,7%) x (26,7%)	= 4,46%
Falta de manutenção de fossa	(16,7%) x (26,7%)	= 4,46%

Outras causas (55,6%):

Trincas	(20,0%) x (55,6%)	= 11,12%
Infiltrações	(20,0%) x (55,6%)	= 11,12%
Umidade	(16,0%) x (55,6%)	= 8,90%
Deterioração de cinta ou pilar	(12,0%) x (55,6%)	= 6,67%
Ferragem exposta	(16,0%) x (55,6%)	= 8,90%
Abatimento de piso	(16,0%)x. (55,6%)	= 8,90%

Total dos percentuais: 86,77%

A análise das principais causas mostra que dentre os grupos, as **Falhas ou insuficiência de projeto, Uso inadequado ou falta de manutenção e Outras causas** sempre tem seu grau expressivo de importância. Dentre as causa de falhas ou insuficiência de projeto, **o caixão alagado** com 6,65%, mesmo não sendo uma das maiores ocorrências, é sempre um item a ser considerado. No caso do uso inadequado ou falta de manutenção se destaca a falta de manutenção de fachada com 11,13%, mostrando o descaso ou a falta de condições dos usuários de prover a manutenção do edifício. No caso do grupo de outras causas, aparecem novamente as **trincas, infiltrações e umidade**, com 11,12%, agora acrescido de causas como **ferragens expostas, justificando a deterioração de cintas e pilares**, com 8,9%.

4.7 EDIFÍCIOS QUE DESABARAM NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Foram estudados os laudos dos edifícios que desabaram na Região Metropolitana do Recife, excetuando-se o edifício Bosque das Madeiras que desabou durante o processo de construção, sem vítimas, e foi reconstruído posteriormente.

Assim, ficaram para a análise, os edifícios Éricka e Enseada do Serrambí, em Olinda, e os edifícios Aquarela e Ijuí, no município de Jaboatão dos Guararapes.

As tabelas constantes do APÊNDICE D apresentam um resumo das causas, apontadas nos laudos, para o desabamento desses quatro prédios.

Frise-se que não foram apontadas causas de origem não identificadas (outras causas), uma vez que os laudos técnicos, diferentemente dos laudos de vistoria, procuram identificar as causas dos problemas.

A partir dessas tabelas, foram construídos os gráficos das Figuras 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40.

A Figura 4.36 mostra, na primeira coluna, o número de laudos analisados e, nas colunas seguintes, os números de prédios que sofreram falhas de uma mesma natureza (grupo de causas) de acordo com as vistorias realizadas.

Os gráficos subsequentes (Figuras 4.37 a 4.40) apresentam os números de prédios que desabaram pelas mesmas causa.

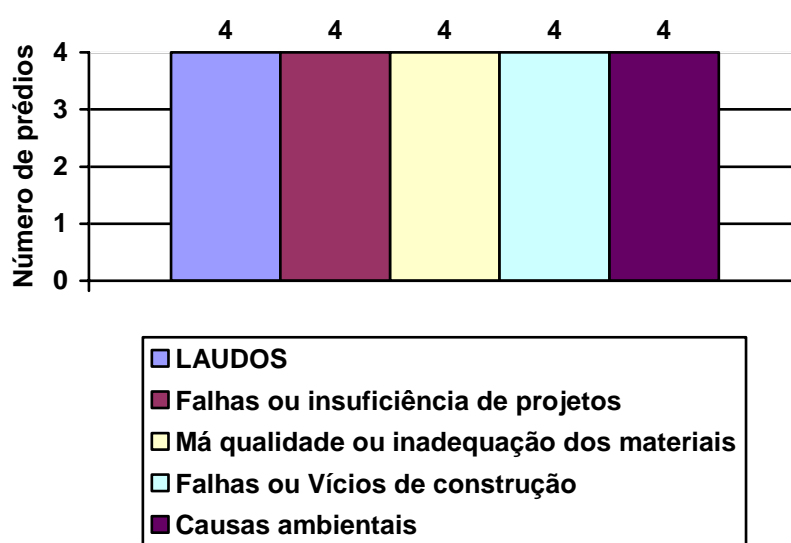


Figura 4.36 – Causas dos desabamentos apontadas nos laudos.

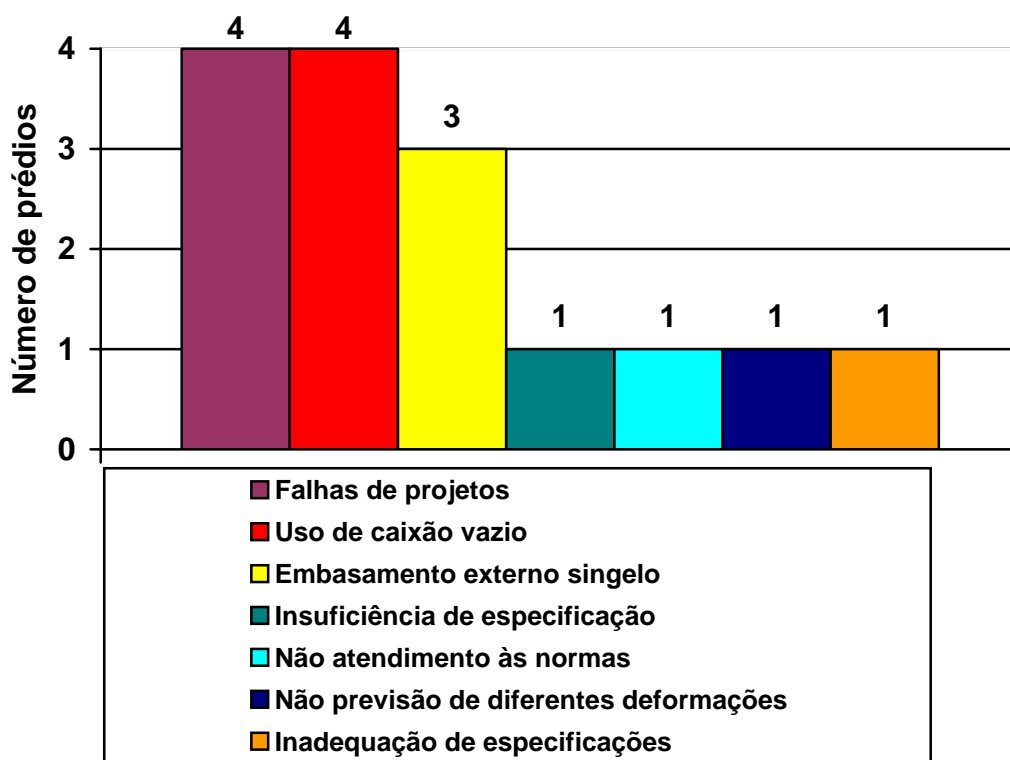


Figura 4.37 – Falhas ou insuficiência de projetos dos desabamentos.

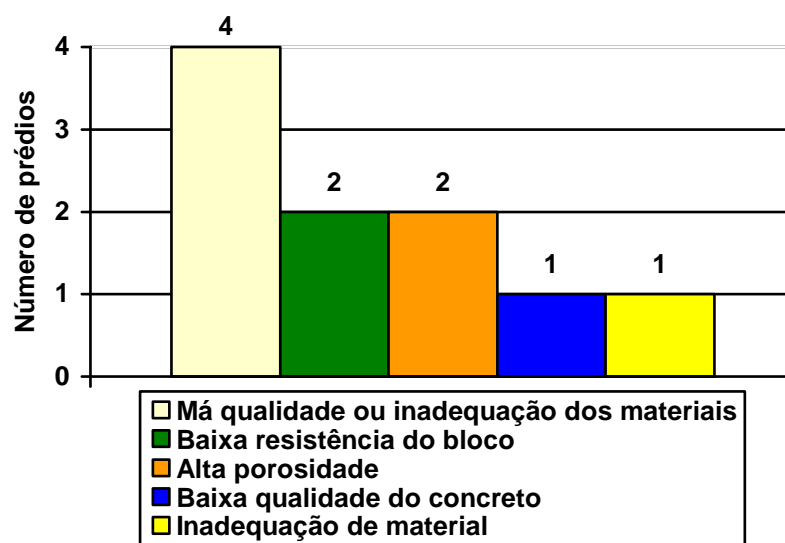


Figura 4.38 – Baixa qualidade ou inadequação dos materiais nos desabamentos.

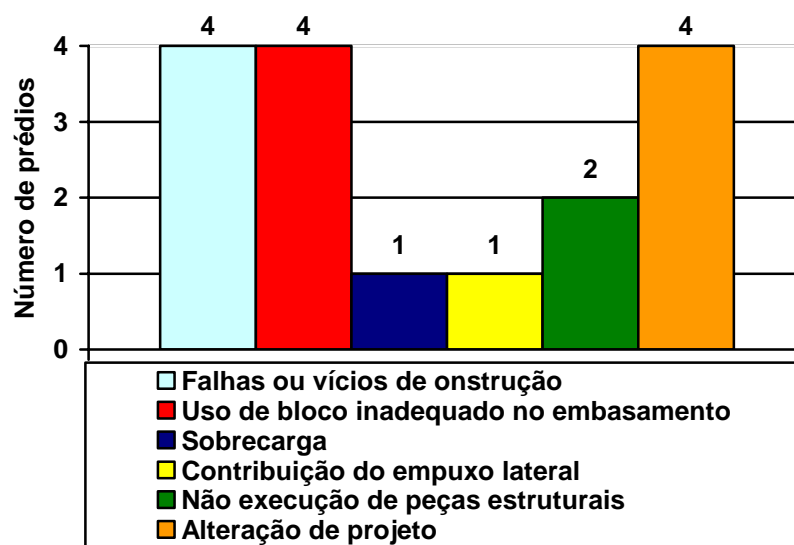


Figura 4.39 – Falhas ou vícios de construção dos desabamentos.

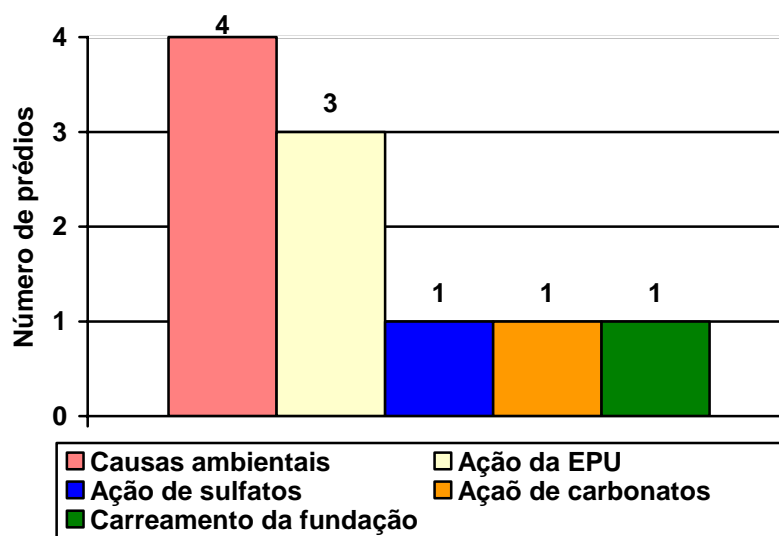


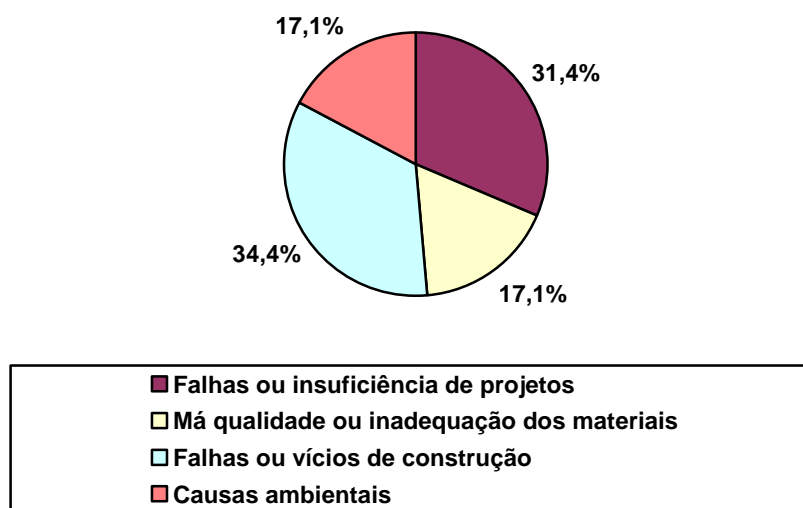
Figura 4.40 – Causas ambientais dos desabamentos.

A Tabela 4.7 indica o número total de ocorrências consideradas nos 4 laudos estudados. As 35 ocorrências estão divididas em quatro grupos de causas. A mesma tabela apresenta os números de ocorrências de cada grupo, bem com os seus respectivos percentuais.

Tabela 4.7 – Total de causas dos desabamentos

Causas dos desabamentos	Nº Ocorrências	% Ocorrências
Falhas ou insuficiência de projeto	11	31,4
Baixa qualidade ou inadequação dos materiais	06	17,1
Falhas ou vícios de construção	12	34,4
Causas ambientais	06	17,1
Total de ocorrências	35	100,0

O gráfico da Figura 4.41 apresenta a distribuição percentual das causas dos prédios que desabaram.

**Figura 4.41** – Distribuição percentual das causas nos desabamentos.

Tomando-se como base as tabelas do APÊNDICE D, foram construídos os gráficos, Figuras 4.42 a 4.45, que representam os percentuais das causas dos desabamentos de cada grupo, com mais de uma causa, apontadas nos laudos.

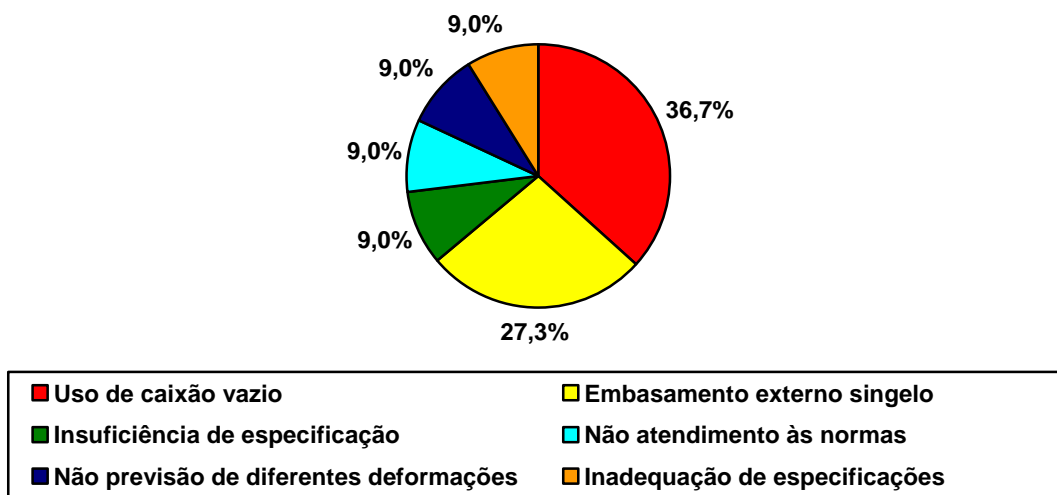


Figura 4.42 – Distribuição das falhas ou insuficiência de projetos nos desabamentos.

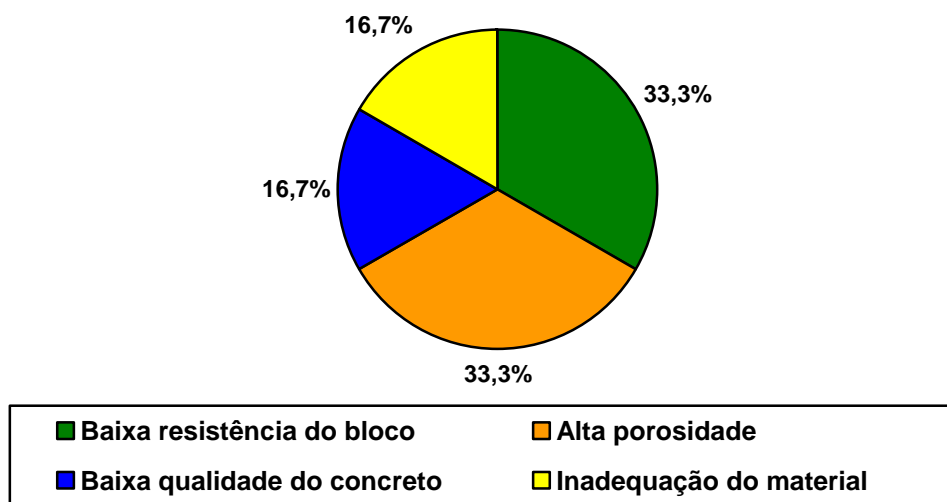


Figura 4.43 – Distribuição da má qualidade dos materiais ou inadequação nos materiais dos desabamentos

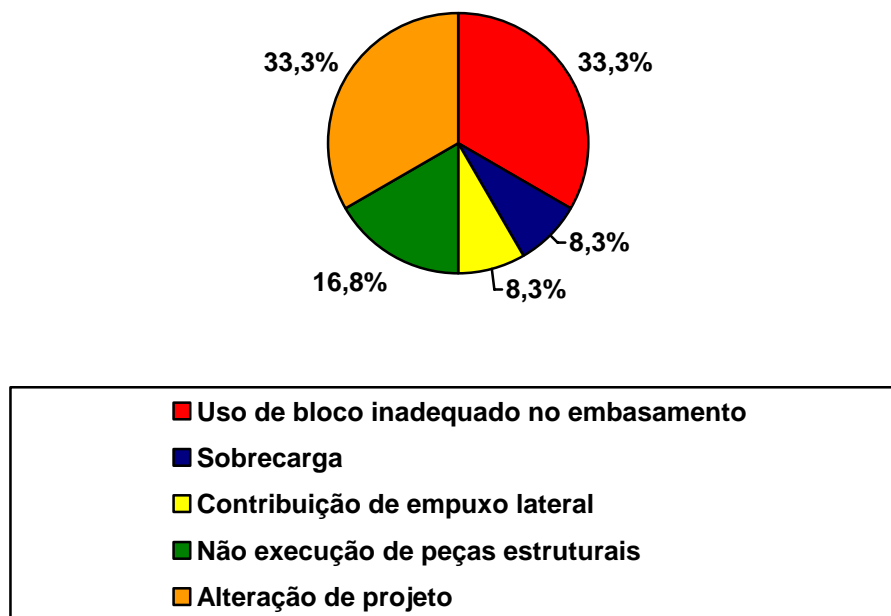


Figura 4.44 – Distribuição das falhas ou vícios de execução nos desabamentos

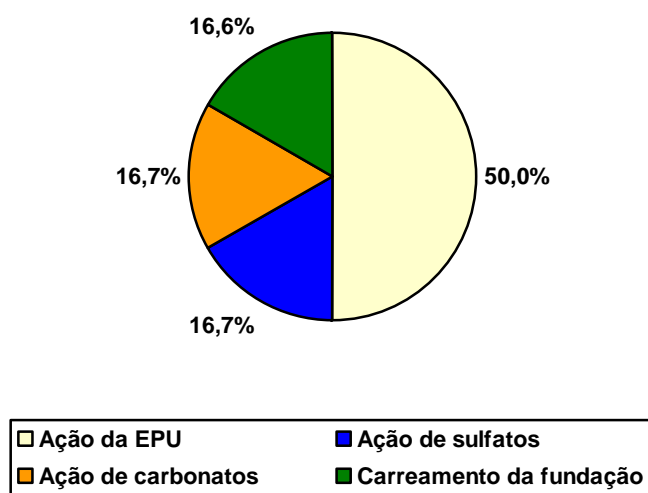


Figura 4.45 – Distribuição das causas ambientais nos desabamentos

Análise das causas dos desabamentos

Falhas ou insuficiência de projeto (31,4%):

Uso do caixão vazio	(36,7%) x (31,4%)	= 11,52%
Embasamento externo singelo	(27,3%) x (31,4%)	= 8,57%

Má qualidade ou inadequação dos materiais (17,1%)

Baixa resistência do bloco	(33,3%) x (17,1%)	= 5,69%
Alta porosidade do bloco	(33,3%) x (17,1%)	= 5,69%

Falhas ou vícios de construção (34,4%):

Uso do bloco inadequado no embasamento	(33,3%) x (34,4%)	= 11,45%
Alteração de projeto	(33,3%) x (34,4%)	= 11,45%
Não execução de peças estruturais	(16,8%) x (34,4%)	= 5,78%

Causas ambientais (17,1%):

Ação da EPU	(50,0%) x (17,1%)	= 8,55%
Ação de sulfatos	(16,7%) x (17,1%)	= 2,85%
Ação de carbonatos	(16,7%) x (17,1%)	= 2,85%
Carreamento da fundação	(16,7%) x (17,1%)	= 2,85%

Total : 77,23%

O estudo realizado leva a conclusões que contribuem para um melhor entendimento das causas dos desabamentos dos prédios de alvenaria autoportante, ou “prédios tipo caixão”.

A análise mostra que foram mais significativos 4 grupos de ocorrências: **Falhas ou insuficiência de projeto; Baixa qualidade ou inadequação dos materiais; Falhas ou vícios de construção; Causas ambientais**. Não houve referência a contribuição do **Mal uso ou falta de manutenção**.

Das falhas, as de projeto com 31,4%, e os vícios de construção com 34,4%, são os elementos mais representativos, devendo ser considerados como causas efetivas.

Esses dos itens, que juntos somam 65,8% das ocorrências, sinalizam para a necessidade de mais atenção nas fases de projeto e execução.

No primeiro grupo, as ocorrências mais significativas foram: em primeiro lugar o caixão vazio com 11,56%, vindo depois o embasamento externo singelo com 8,67% dos casos.

A colaboração do caixão vazio se dá pela carga do aterro externo na alvenaria, provocando um esforço de flexão sobre a mesma e pela possibilidade de acumular águas agressivas incluindo águas servidas, provocando fenômenos como a EPU, ataque de sulfatos, entre outros.

Quanto ao embasamento externo singelo, a colaboração é a diminuição da área de distribuição das cargas transmitidas pelas paredes e também uma redução da capacidade de resistir aos esforços laterais, provocado pelo aterro externo sobre a parede, citado anteriormente.

No quesito de falhas ou vícios de construção, as alterações de projeto, com 11,45%, e a não execução de elementos estruturadores de concreto, com 5,78%, mostram feições negativas, tanto do processo de construção praticado por alguns construtores, como da falta de fiscalização dos setores competentes.

Foram observadas, em muitos casos, desobediências ao projeto tais como: execução de embasamentos singelos e a não execução de cintas, pilares, sapatas, vergas e contra-vergas.

As causas ambientais com 17,1%, não tiveram o peso quantitativo, das duas primeiras (Falhas de Projeto e Vícios de Construção), apesar de serem referidas nos laudos como as causas “determinantes” dos desabamentos desses edifícios.

Aqui se pode observar que apesar da importância que lhes foram dadas, elas não agiram sozinhas e os números mostram isso.

O desabamento dos edifícios Aquarela e Serrambí poderiam acontecer mais tardiamente se, apesar da EPU que é progressiva, não tivessem ocorrido as falhas de projeto e execução. Se os caixões fossem aterrados, poderia não haver água nos embasamentos. Se os embasamentos fossem dobrados, certamente seriam mais resistentes.

4.8 ANÁLISE GERAL DOS DADOS DAS INTERDIÇÕES E DESABAMENTOS

A Tabela 4.8 relaciona as principais causas apontadas nos laudos de vistoria que levaram os “prédios tipo caixaão” à interdição.

A soma dos percentuais destas causas representa mais de 75% do total de ocorrências de cada município.

Do ponto de vista quantitativo, o grupo formado por **Falhas ou insuficiência de projeto** com 19,87% aponta a causa **Caixaão alagado** que representa 29,97% das ocorrências, como presente nos três municípios. Isso reforça o risco de fundações compostas com **caixaão vazio**, pelo acúmulo de água nos mesmos.

O segundo grupo, com maior participação, foi o **Uso inadequado ou falta de manutenção**, com 26,03%, apontando três causas: **Reformas com abertura de vãos** (35,87%) e **Falta de manutenção de fossas** (33,77%), que aconteceram nos três municípios e mais a **Falta de manutenção de fachadas** (16,50%) que só não está presente em Jaboaão dos Guararapes. Essas informações confirmam o que é do conhecimento da comunidade técnico-científica, que a falta de manutenção e reformas, nesse tipo de edificação, são duas causas relevantes de interdição.

Do ponto de vista qualitativo, procedendo a análise por municípios, observa-se que em Olinda há causas apontadas também nos outros dois municípios, com destaque para o grupo das **Falhas ou inadequação de projeto** e o grupo **Uso inadequado e falta de manutenção**. Outro grupo que teve representatividade foi o de **Outras causas**, destacando-se apenas com **Trincas**, o que seria esperado.

Em Paulista houve uma inversão de importâncias, sendo mais representativas as causas denominadas **Outras causas**, com todos os itens presentes. Em seguida, o grupo **Uso inadequado ou falta de manutenção** sendo citadas **Reformas com abertura de vãos, Falta de manutenção de fachada, Falta de manutenção de cobertura e Falta de manutenção de fossas**

Já em Jaboaão dos Guararapes, aconteceram distribuídas em todos os grupos; voltam, no entanto, **Falhas ou insuficiência de projeto** a terem maior número delas por grupo.

Aqui merece destaque a menção de EPU e ataque de sulfato, feita pela equipe de Jaboaão de Guararapes nos Laudos de Vistoria, a partir de informações de laudos da Seguradora, como forma de dar maior consistência às informações de seus laudos.

Tabela 4.8 – Resumo das principais causas apontadas nos laudos para as interdições dos “prédios tipo caixa”

Causas	Olinda	Paulista	Jaboatão
Falhas ou insuficiência de projeto			
Caixão vazio			
Embasamento externo singelo			
Falta de elementos estruturadores			
Caixão alagado			
Recalque de fundação			
Baixa qualidade dos materiais			
Baixa resistência do bloco do embasamento			
Falha ou vício de construção			
Sobrecarga			
Uso inadequado ou falta de manutenção			
Reforma com abertura de vão			
Falta de manutenção de fachada			
Falta de manutenção de cobertura			
Canteiro no embasamento			
Falta de manutenção de fossa			
Problemas ambientais			
Ação da EPU			
Outras causas			
Trincas			
Infiltrações			
Umidade			
Deterioração de cinta ou pilar			
Ferragem exposta			
Abatimento de piso			

A Tabela 4.9 mostra as principais causas apontadas nos laudos que concorreram para o desabamento dos “prédios tipo caixa” na RMR. A soma dos percentuais destas causas representa mais de 75% do total de ocorrências.

Tabela 4.9 – Resumo das principais causas apontadas nos laudos para os desabamentos dos “prédios tipo caixão”

Causas	Desabamento
Falhas ou insuficiência de projeto	
Caixão vazio	
Embasamento externo singelo	
Baixa qualidade dos materiais	
Baixa resistência do bloco do embasamento	
Alta porosidade	
Falha ou vício de construção	
Uso de bloco inadequado no embasamento	
Alteração de projetos	
Não execução de peças estruturais	
Problemas ambientais	
Ação da EPU	
Ação de sulfatos	
Ação de carbonatos	
Carreamento da fundação	

Através da Tabela 4.10 podem ser visualizadas as principais causas apontadas nos laudos de vistoria que levaram os “prédios tipo caixão” à interdição, bem como as causas apontadas para os desabamentos.

Tabela 4.10 – Resumo das principais causas apontadas nos laudos para desabamentos e interdições dos “prédios tipo caixa”

Causas	Interdições	Desabamentos
Falhas ou insuficiência de projeto		
Caixão vazio		
Embasamento externo singelo		
Falta de elementos estruturadores		
Caixão alagado		
Recalque de fundação		
Baixa qualidade dos materiais		
Baixa resistência do bloco do embasamento		
Alta porosidade		
Falha ou vício de construção		
Sobrecarga		
Uso de bloco inadequado no embasamento		
Alteração de projetos		
Não execução de peças estruturais		
Uso inadequado ou falta de manutenção		
Reforma com abertura de vão		
Falta de manutenção de fachada		
Falta de manutenção de cobertura		
Canteiro no embasamento		
Falta de manutenção de fossa		
Problemas ambientais		
Ação da EPU		
Ação de sulfatos		
Ação de carbonatos		
Carreamento da fundação		
Outras causas		
Trincas		
Infiltrações		
Umidade		
Deterioração de cinta ou pilar		
Ferragem exposta		
Abatimento de piso		

Uma análise mais rápida do gráfico pode conduzir à conclusão de que as causas dos desabamentos seriam muito diferentes das causas das interdições. Deve-se lembrar, todavia, que os resultados alcançados nesse trabalho dizem respeito aos laudos, e que esses por sua vez, são de natureza distinta.

Os laudos de vistorias, para os casos de interdições, emitidos pela Defesa Civil dos municípios tinham por objetivo dar parecer sobre as condições de segurança e habitabilidade das unidades residenciais. Já os laudos técnicos, no caso dos desabamentos, foram emitidos por Especialistas nomeados pelo CREA, ou Peritos pelo Ministério Público, e tiveram como objetivo encontrar as causas dos desabamentos, sendo por essa razão, bem mais detalhados.

Como se viu na revisão bibliográfica, as informações obtidas nos laudos de vistoria são mais elementares, e que a partir de uma inspeção apenas visual, o autor informa todos os problemas encontrados na sua investigação. Não tem caráter conclusivo. No caso dos laudos técnicos, a vistoria é apenas um elemento de informação inicial para se formular as hipóteses, posteriormente confirmadas, ou não, com o diagnóstico do profissional investigador.

Ainda assim, essa comparação dá subsídios para se confirmar que a prática da construção de “prédios tipo caixão”, fundamentada no empirismo, levou essas construções a apresentarem, em curto espaço de tempo, problemas comuns entre os que desabaram e os que foram interditados, e que tiveram como principais causas:

1. Falhas ou inadequação de projeto, representadas pelo uso do caixão vazio e embasamento externo singelo.
2. Baixa qualidade dos materiais, representada pela baixa resistência do bloco do embasamento.
3. Problemas ambientais, com o aparecimento da ação da Expansão por Umidade EPU.

4.9 O DESCONHECIMENTO DA AÇÃO DOS AGENTES AMBIENTAIS E DAS NORMAS

A alegação de desconhecimento do meio técnico, quanto aos efeitos dos agentes, físicos, químicos e ambientais, nos elementos construtivos de nossos edifícios, não parece ter sustentação. A literatura técnica expõe muitos casos de efeitos deletérios sobre as obras de engenharia por agentes como EPU, ataque de sulfatos, Reação Álcali-Agregado, Efeitos da Carbonatação, e outros, que atacam grandes obras como os edifícios de estruturas em alvenaria ou concreto armado. Da mesma forma não parece consistente se dizer que se desconhecia as normas, pois o fato de não se ter normas brasileiras na época de algumas dessas construções, não diminui a responsabilidade de não se ter consultado as normas internacionais vigentes.

Como foi lembrado pelo Professor Carlos Welligton A. P. Sobrinho, à época da construção de dois dos “prédios tipo caixão” que desabaram na RMR, já existia a NBR 1228 (1989) –

Cálculo de alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto. No entanto o aparecimento dos fatores ambientais só aconteceu após a divulgação do laudo do Edifício em 1997 (EPU) e do Éricka em 2000 (Ataque de sulfatos), conforme tabela 4.11, apesar dos registros literários da ação dos ataques de sulfatos ao cimento (PERA,1977), e ação da EPU sobre os blocos cerâmicos já em 1907, feita por Palmer (1931), citado por Lizandra (2002).

Tabela 4.11 As causas x idade do edifício x material do embasamento

Edifício	Ano de construção	Data do acidente	Idade na data do acidente	Material do embasamento	Data do laudo	Causa do acidente
Éricka	1988	12.11.1999	11 anos	Cerâmica e concreto	07.02.2000	Ataque de Sulfato+ EPU
Serrambí	1990	27.12.1999	09 anos	Cerâmica	31.05.2000	EPU
Ijuí	1995	06.06.2001	06 anos	Concreto	08.12.2002	Carreamento da fundação
Aquarela	1986	22.05.1997	11 anos	cerâmica	31.07.1997	EPU
Bosque Madeira	n/inforado	1994	0 anos	n/informado	n/informado	n/informado

4.10 AS FALHAS OU VÍCIOS DE CONSTRUÇÃO

Segundo o Código de Defesa do Consumidor: **Vícios construtivos** são anomalias da construção; inadequação da qualidade ou da quantidade prometidas ou esperadas; e falhas que tornam o imóvel impróprio para uso ou diminuem seu valor.

Defeitos são falhas que fazem com que o fornecimento de produtos ou de serviços, afete a saúde e segurança do consumidor. Como os vícios, eles podem ser aparentes – de fácil constatação, que podem ser notados na entrega do imóvel - ou ocultos – que diminuem o valor do imóvel ao longo do tempo ou o torna impróprio ao uso.

Foi observado, no relato dos laudos dos desabamentos, a não execução de elementos construtivos com função estrutural, como radiers, cintas, vergas e contra-vergas, como também a perigosa subtração de pilares como aconteceu no caso do bloco B do Conjunto Enseada do Serrambí, onde não foram encontrados na obra, pelos peritos, os pilares e seus blocos de fundação P2, P3 e P5, como também as vigas V1, V2, V3, V4, V7, V8, V9, V10, V11, V12, V13 e V14, como recomendava o projeto. A ausência desses elementos, certamente contribuiu para o enfraquecimento da estrutura.

O caso do edifício Aquarela mostra que as cintas de amarração, xecutadas para distribuir as cargas e amarrar a estrutura, fizeram com que o edifício “descesse” por inteiro a partir do segundo pavimento, possivelmente evitando uma tragédia maior, caso o prédio não fosse antes desocupado.

Foi o descontrole do processo construtivo e a falta de fiscalização, que relevaram mudanças de projeto, como a execução de embasamento do Edifício Aquarela, projetado para ser executado com alvenaria dobrada e executado em alvenaria singela, com tijolo deitado, diminuindo-se a seção de distribuição das cargas de 20 cm para 11 cm de espessura. Isso seguramente enfraqueceu a resistência do embasamento e veio a colaborar com o colapso precoce dessas alvenarias já comprometidas com a EPU.

Da mesma forma a falta de acompanhamento e fiscalização na execução de lajes, paredes e caixas d’água, com espessuras e cargas bem superiores às projetadas, como no caso do edifício bloco B do Enseada do Serrambí, que mesmo não sendo fator decisivo no desabamento de prédio, contribuiu para tal.

Deve-se levar em conta que os prédio que desmoronaram, o Éricka, Bloco B do Enseada do Serrambí, Aquarela e Ijuí, tinham suas alvenarias de embasamento do tipo singela, caixão perdido ou vazio e em pelo menos dois deles, os dois primeiros, não havia revestimento de proteção em seus embasamentos; para citar alguns casos.

O engenheiro Paulo Sanchez, superintendente do CB – 02 do Comitê Brasileiro de Construção Civil - COBRACON, em apresentação de seminário “Normalização: Uma responsabilidade do setor da construção civil” ele afirma: “Norma Técnica é lei; Lei 8078 de 11.09.1990 – Código de Defesa do Consumidor”, e complementa no Artigo 39:

“É vedado ao fornecedor de produtos e serviços, Item VIII – Colocar no mercado de consumo qualquer produto ou serviço, em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO“.

4.11 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS LAUDOS

A análise dos laudos atestou a necessidade da padronização dos mesmos. É preciso que se estabeleça um padrão para os laudos técnicos e de vistoria.

As informações contidas nos laudos de vistoria dos três municípios estudados, mostra que mesmo tendo os mesmos objetivos (investigar os riscos), sobre materiais idênticos (os

“prédios tipo caixão”), a simples mudança do agente investigador (engenheiro), acarreta uma dispersão considerável, conforme a tabela 4.12..

Tabela 4.12 – Comparativo das causas apontadas nos laudos entre os municípios de Olinda, Jaboatão dos Guararapes e Paulista

Causas por município	Falhas ou insuficiência de projeto	Baixa qualidade ou inadequação do material	Falhas ou vício de construção	Mal uso ou falta de manutenção	Causas ambientais	Outras causas
Olinda	18,5%	3,0%	0,4%	40,6%	5,2%	32,3%
Jaboatão	32,4%	5,4%	8,1%	10,8%	5,4 %	37,9%
Paulista	13,3%	2,2%	0,0%	26,7%	2,2%	55,6%

A Tabela 4.8 – Resumo das principais causas apontadas nos laudos para as interdições dos “prédios tipo caixão”, mostra a variabilidade das informações, visualizando-se a mesma. Enquanto em Olinda os grupos de **Falhas ou insuficiência de projeto** e **Mal uso ou falta de manutenção**, absorveram quase que a totalidade das causas apresentadas nos laudos; em Jaboatão dos Guararapes, os grupos de **Mal uso ou falta de manutenção** e **Outras Causas**, concorrem com um maior grupo de causas; já em Paulista a maior variabilidade, seus laudos apresentaram um maior número de causas.

Certamente que essas diferenças devam ser levadas em conta, quando se pensa em padronizar as informações mínimas a serem colocadas nos laudos, em caráter obrigatório. Isso evitaria que esses documentos servissem para distorcer informações sobre determinados fatos, por omissão ou direcionamento. Assim, se faz necessário, padronizar o laudo, respeitando-se sua função e natureza (se é vistoria ou técnico, se a estrutura é de concreto ou alvenaria, ou outros), e que seja o mais abrangente possível para cumprir de forma independente o seu papel.

4.12 AS INTERVENÇÕES PARA REABILITAÇÃO DOS “PRÉDIOS TIPO CAIXÃO”

Esses serviços de reforço ou recuperação da estrutura são descritos pelas seguradoras através de laudos realizados por técnicos contratados, nos edifícios por elas segurados. A partir das recomendações propostas nos laudos, são feitos projetos de recuperação, posteriormente executados por firmas contratadas para tal. Entre as soluções de projeto adotadas na recuperação de prédios tipo caixão, estão: criação de uma estrutura reticulada de concreto armado, proposto pelos engenheiros assistentes de alguns processos de indenização securitária; encamisamento das alvenarias e fundações, proposto geralmente pelas

seguradoras; reforço das estruturas com argamassa armada, proposta muito citada na bibliografia técnica e a reconstrução do edifício no sistema correto de alvenaria estrutural.

Acontece que alguns autores dessas ações de indenizações securitárias, solicitaram o projeto de recuperação estrutural ao professor da FEESC – Fundação de Ensino Superior e Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina e Ph.D. em Alvenaria Estrutural, Dr. Humberto Ramos Roman, que optou pela solução convencional de se criar uma estrutura reticulada em concreto armado para dar segurança e estabilidade aos edifícios. Outra solução seria demolir o edifício e reconstruí-lo dentro das normas da alvenaria estrutural.

O argumento dos autores das ações é de que os reparos feitos pela seguradora não reabilitariam os edifícios, uma vez que exemplos de outros serviços realizados pela seguradora, apresentavam erros e falhas de execução, tais como:

- Introdução de colunas sem a concomitante construção de vigas (elementos horizontais) sob as lajes, impossibilita a transferência das cargas suportadas pelas lajes (todo o peso acima) sobre as vigas e destas a sua transferência para as colunas (elementos verticais) às fundações.
- Desgastando horizontalmente a alvenaria para preenchimento com cimento, aparentando a construção de pretensas vigas.
- Construção de colunas que nem mesmo alcançaram o ponto de contato
- Detalhes de colunas no interior de apartamentos com a diminuição dos espaços, perda de funcionalidade, prejuízo estético e redução de valor venal.

Durante audiência de Ação Civil Pública na 2ª Vara Cível de Olinda, em 2003, o representante do ITEP, Professor Dr. Carlos Welligton de Azevedo Pires Sobrinho, em seu pronunciamento afirmou que ainda não existe modelo de reforço estrutural, acatado pelos meios acadêmicos.

Alguns modelos ainda que estudados através de vários trabalhos acadêmicos, não estão consolidados. São exemplos de abordagem do assunto a dissertação de Mestrado de Fabiana Lopes de Oliveira, sobre “Reabilitação de paredes de alvenaria pela aplicação de revestimentos resistentes de argamassa armada”, e também os trabalhos do grupo que estuda a “Contribuição dos revestimentos de argamassa na resistência da alvenaria”, sob a coordenação do Professor Romilde Almeida de Oliveira da Universidade Católica.

Algumas soluções aplicadas para a reabilitação estrutural dos “prédios tipo caixa”, são as seguintes:

Para os embasamentos:

Inclusão de pilaretes: os pilaretes são estruturas de concreto armado, executados a partir de cortes nas alvenarias dos embasamentos, ocupando o vão entre a sapata de fundação e o radier. Neste caso a intenção é que a inclusão desses elementos, torne o embasamento um elemento mais resistente à cargas uniformemente distribuídas pelo plano das paredes de elevação. Seria ideal ainda se fazer um revestimento de proteção.

- **Encamisamento do embasamento:** neste caso é criado um encamisamento com cortinas de concreto armado a serem aplicadas nos dois lados das alvenarias. Essas cortinas são interligadas por elementos transversais como se fossem vigas, unindo as duas cortinas, comprimindo a alvenaria que fica no seu interior. Essa técnica tem como intenção, melhorar a capacidade de suporte das cargas atuantes, servindo ainda para proteger o embasamento da ação da umidade.

Para as alvenarias de elevação:

- **Técnica de reboco armado ou argamassa armada:** destinada às paredes com bom estado geral mas que não apresentem coeficientes de segurança aceitáveis em relação às tensões a que estão submetidas. Consiste na colocação de uma malha de armadura, fixada a parede através de pregagens sobre a qual se aplica uma camada de argamassa de revestimento de 2 a 3 cm de espessura, segundo Oliveira (2001)³⁹.
- **Aplicação de elementos enrijecedores verticais:** esses elementos são estruturas de concreto armado como se fossem pilares, mas que tem suas funções limitadas a dar mais rigidez ao painel de parede, inibindo a tendência de flexão através do aumento do momento de inércia. Pode haver casos em que se aplicam elementos enrijecedores horizontais na forma de vigas. Eles têm a função de dar uma estabilidade à estrutura em caso de deformação diferenciada nos elementos de fundação. Mas não tem a responsabilidade estrutural de transmitir as cargas às fundações, como no caso de um pórtico.

³⁹ OLIVEIRA, Fabiana Lopes de. **Reabilitação de paredes de alvenaria pela aplicação de revestimentos resistentes de argamassa armada**. Tese de Doutorado. São Carlos. 2001.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 Causas comuns entre os prédios que desabaram

O estudo dos casos dos desabamentos, mostra causas comuns, por grupos de causas, e causas específicas, em cada grupo.

De forma geral, pode-se afirmar que houve:

Falhas ou insuficiência de Projeto (31,4%);

Baixa qualidade ou inadequação dos materiais (17,1%);

Falhas ou vícios de construção (34,4%);

Causas ambientais (17,1%).

5.2 Causas comuns entre os prédios que foram interditados

Considerando-se os dados dos três municípios, as causas comuns dos prédios interditados, em valores medidos, foram:

Falhas ou insuficiência de Projeto (21,4%);

Baixa qualidade ou inadequação dos materiais (3,5%);

Falhas ou vícios de construção (2,8%);

Uso inadequado ou falta de manutenção (26,0%);

Causas ambientais (4,3%);

Outras causas (42,0%).

5.3 Causas comuns entre os prédios que foram desinterditados

Mesmo não se tendo feito estudos específicos, a totalidade dos casos de desinterdição dos “prédios tipo caixa” se deu pelo atendimento das restrições feitas pela Defesa Civil de cada município, envolvendo problemas estruturais e de habitabilidade.

5.4 Falta de um modelo de recuperação estrutural eficaz

Como foi visto, não existe um modelo que seja fruto de estudos e que tenha eficácia comprovada na recuperação estrutural dos chamados “prédios tipo caixa”.

O encamisamento com cortina de concreto armado e a aplicação de elementos enrijecedores em concreto armado, são os métodos mais aplicados em prédios da Região Metropolitana de Recife, mas de eficácia contestável.

Em alguns casos, mesmo tendo sido efetuado o reforço da estrutura, há uma relutância dos usuários em voltarem aos antigos endereços, com receio de novas situações de risco.

5.5 Falta modelo ou padronização dos laudos / informações confiáveis

Os **Laudos Técnicos** emitidos sobre os prédios que desabaram, foram cuidadosamente estruturados de forma a fornecerem as informações necessárias ao esclarecimento dos fatos. Tiveram como base de pesquisa à formulação de hipóteses, sempre mais de uma, e as conclusões surgiram a partir dos ensaios e investigações técnicas, que comprovaram as causas dos sinistros.

Já os **Laudos de Vistoria**, emitidos pelos órgãos de Defesa Civil dos municípios, tiveram diferenças acentuadas no que diz respeito às causas consideradas como responsáveis pelas interdições, o que pode ser comprovado nas tabelas das causas das interdições.

Exemplificando: em Olinda, os laudos de vistoria dão importância a problemas de solo, fundações, raízes, poços e fossas que atingem os embasamentos. Já nos laudos dos municípios de Paulista e Jaboatão dos Guararapes, esses fatores não tiveram a mesma ênfase.

Há também que se ressaltar que, em alguns casos, uma evidência de um problema estrutural, foi motivo de interdição, mesmo sem um estudo mais detalhado. Essa atitude do poder público, levou, em Olinda, moradores a ajuizarem pedidos de indenização securitária por ter a prefeitura incluído seu imóvel na lista de prédio com risco de desabamento.

Esta pesquisa permitiu visualizar as principais causas para a interdição dos “prédios tipo caixa”, apontadas nos laudos de vistoria nos municípios de Olinda, Jaboatão dos Guararapes e Paulista.

A análise dessas causas pode significar um caminho para padronização parcial de laudos de vistoria, direcionados a edifícios com as mesmas características dos pesquisados.

É importante que, mesmo seguindo o padrão, o técnico responsável pela emissão do laudo saiba da importância de aventar outras possibilidades além das consideradas.

5.6 Atuação dos Órgãos de Fiscalização

De acordo com os dados levantados neste trabalho existem aproximadamente 4.500 “prédios tipo caixa” apenas em cinco dos 14 municípios da RMR (Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Paulista e Camaragibe). A possibilidade de falhas de concepção e execução é considerável, uma vez que os resultados do presente trabalho mostram que 65,85% das causas dos desabamentos e 22,5% das causas das interdições foram produzidas por falhas ou

inadequação de projeto e falhas ou vícios de construção. É, sem dúvida, uma evidência da fragilidade da atuação dos órgãos de fiscalização.

5.7 Sugestões para trabalhos futuros

Trabalhos acadêmicos possíveis de serem desenvolvidos para uma melhor compreensão dos problemas envolvendo os “prédios tipo caixaão”. São sugestões:

1 - Estudo das aplicabilidade e soluções de recuperação de “prédios tipo caixaão” questionadas nos processos de indenização securitária.

2 – A influência da geometria dos furos dos tijolos cerâmicos vazados, utilizados na execução dos “prédios tipo caixaão”, na resistência à compressão.

3 - Influência da composição das argilas na fabricação dos tijolos cerâmicos produzidos em Pernambuco.

4 - Estudo dos elementos mínimos necessários a serem estabelecidos na execução dos Laudos Técnicos e de Vistoria, para conclusões mais precisas.

5 – Continuação da presente pesquisa e ampliação para os municípios de Recife e Camaragibe, desta feita, com os laudos que serão emitidos em resposta à exigência da Justiça Federal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCP**. Relatório 8 sobre Alvenaria Estrutural. **Curso de Alvenaria Estrutural com Blocos Vazados de Concreto**, 2001.
- AZEVEDO** Hélio Alves de. **O Edifício até sua estrutura** , 2ª edição. Editora Edgar Blucher. 2004.
- BARRETO**, Adriano Siebra Paes. Dissertação de Mestrado UFPE: Análise numérica de painéis de alvenaria estrutural utilizando técnica de homogeneização. Recife. 2002.132 páginas.
- CAMACHO**, Jefferson Sidney. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural – Notas de aulas**, Ilha Solteira SP, 2001, 52 páginas.
- CARVALHO**, J.D.N, **ROMAN**, H.R. **Análise do comportamento mecânico de prismas de alvenaria de blocos de concreto por M.E.F.**. In, Anais da XXVII Jornadas Sul Americanas de Engenharia Estrutural. Vol 1. São Carlos. SP. 2001.
- DEGUSSA**. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. Read Rehabilitar Editores. São Paulo 2003.
- FERREIRA**, Aurélio Buarque de Holanda. **Médio Dicionário Aurélio**. ed. Nova Fronteira, 1980.
- HELENE**, Paulo R.L. - **Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo. PINI. 1988. p 15.
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial**
<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp>
- MENDONÇA**, Marcelo Correa de Mendonça e outros. **Fundamento de Avaliações Patrimoniais e Perícias de engenharia**. São Paulo. PINI. 1998.
- NEPAE – Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural**.
<http://www.nepae.feis.unesp.br>
- OLIVEIRA** , Fabiana Lopes de. **Reabilitação de Paredes de alvenaria pela aplicação de revestimentos de argamassa armada**. Tese de Doutorado. São Carlos. 2001.
- OLIVEIRA**, Nildo Carlos de. **Manual Técnico em alvenaria**. São Paulo. ABCI. Projeto P/W. 1999. 1ª edição. 275 páginas.
- OLIVEIRA**, Romilde Almeida de. VII ENAENCO – Encontro Nacional da Empresas de Arquitetura e Engenharia consultiva. Recife. 2005.
- OLIVEIRA**, Romilde Almeida de. **Laudo Técnico: Causas do Desabamento do Edifício Éricka, Jardim Frágoso**, Olinda-PE. 2000.

OLIVEIRA, Romilde Almeida de. **Laudo Técnico: Causas Do Desabamento do Bloco “B” do Conjunto Residencial Enseada do Serrambí, Jardim Fragoso**. Olinda-PE. 2000.

PERA, Armando Fanzari. **Sistemas de esgotos sanitários**. São Paulo. BNH / ABES / SETESB. 1977.

PILEGGI, A – **Cerâmica no Brasil e no Mundo**. São Paulo. Livraria Martin Editora. 1958

RAMALHO, Márcio Antônio. **CORREIA**, Márcio Roberto Silva. **Alvenaria estrutural – Notas de aulas**. São Carlos – SP. 1999. 112 páginas.

RAMALHO, Márcio Antônio. **CORREIA**, Márcio Roberto Silva. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. PINI. São Paulo. 2003.

RIPPER, Thomaz..**SOUZA**, Vicente Moreira de. **Patologia recuperação e reforço de estruturas de concreto**. PINI. São Paulo. 1998. 253 páginas.

SABATINE, Fernando Henrique. **ALVENARIA ESTRUTURAL: Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico**. Edita do pela CAIXA. Brasília. DF. 2002.

SANCHES FILHO, Emil de Souza. **Alvenaria Estrutural: Novas tendências técnicas e de mercado**. Rio de Janeiro. Edit. Intendência. 2000. 89páginas.

THOMAZ, Ércio. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**, IPT/EPUSP/PINI, São Paulo, 1999, 194 páginas.

RÍPPER , E. **Como evitar erros na construção**. São Paulo. FAUUSP. 1990.

VARGAS, Milton. **Introdução à mecânica dos solos**, São Paulo, MCgraw-Hill do Brasil, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1997, 509 fls.

VELOSO,Van-Hoeven. **Jaboatao dos Meus Avós**, CEPE – Companhia Editora de Pernambuco, Recife, 1991, 3ª Edição.

VERÇOZA, Ênio José. **Materiais de Construção**. Vol 1 – Sarga Editora. Porto Alegre. RS. 1975. 156 páginas.

ABNT s/n:1940 – dimensões do tijolo cerâmico cozido

NBR 6461:1983 – Blocos cerâmicos para alvenaria - Verificação da resistência à compressão

NBR 7171:1992 – Blocos cerâmicos para alvenaria – Especificação

NBR 15270:2005 -Blocos Cerâmicos para alvenaria de vedação

NBR 6136:1980 – Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenarias Estruturais

NBR 12117:1991 – Blocos vazados de concreto para alvenaria – retração por secagem.

NBR 12118:1991 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – determinação da absorção da água, do teor de umidade e da área líquida.

NBR 7184:1992 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – determinação da resistência à compressão.

NBR 6163:1994 - Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural

NBR 5712:1982 – Bloco vazado modular de concreto.

NBR 7173:1982 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural.

NBR 8215:1983 – Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural – preparo do ensaio à compressão.

NBR 8798:1985 – Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto – procedimento.

NBR 8949:1986 – Paredes de alvenaria estrutural ensaio à compressão simples – método de ensaios.

NBR 10837:1989 – Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto – procedimento...

NBR 6136:1994 – Blocos vazados de concreto para alvenaria estrutural – (em processo de revisão).

ASTM C 55/97 – Standard specification for concrete brick (American Society for Testing and Materials- EUA).

BS 6073:81 – Part 1 – Precast concrete masonry units – Specification for precast for concrete masonry units (British Standards Institution – UK).

NBR 6136:2006 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos

NBR 12118:2006 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Ensaio

Recommended Practice for Engineered Brick Masonry: Publicado pela Brick Institute of America (BIA) em 1966.

Specification for the Design and Construction of Load-bearing Concrete Masonry Design: publicado pelo Nacional Concrete Association (NCMA) em 1970.

Uniform Building Code (UBC) cap.24..

DIN 1053:1974 - Prefabricated masonry compound units.

BS 5628: 1978 - Recommendations for design and execution of brick and block masonry

NBR 13752 / 1996 – **Perícias de Engenharia na Construção Civil.**

APÊNDICE A
TABELAS DAS CAUSAS DAS INTERDIÇÕES DOS
“PRÉDIOS TIPO CAIXÃO” EM OLINDA

CAUSAS : FALHAS OU INSULFICIÊNCIA DE PROJETO

EDIFÍCIO	Não atendimento às normas	Insuficiência de especificações	Caixão vazio	Entbasamento externo singelo	Falta de elementos estruturadores de concreto	Não previsão de deformações	Incompatib de projeto	Recalque de fundação	Caixão alagado	Número de Ocorrências
01			NÃO	NÃO	NÃO				-	-
02	-	-	SIM	SIM	NÃO	-	-		-	2
03	-	-	NÃO	NÃO	-	-	-		-	-
04	-	-	NÃO	NÃO	-	-	-		-	-
05	-	-	NÃO	NÃO	-	-	-		-	-
06	-	-	SIM	SIM	-	-	-	SIM		3
07			SIM	SIM				SIM		3
08			NAO	SIM				NÃO		1
09			SIM	NÃO				SIM		2
10			NÃO	NÃO				NÃO		-
11			SIM	NÃO				SIM		2
12			NÃO	NÃO				NÃO		-
13			NÃO	NÃO	NÃO			NÃO		-
14			NÃO	SIM				NÃO		1
15			NÃO	SIM				NÃO		1
16			NÃO	SIM				NÃO		1
17			SIM	SIM						2
18			SIM	SIM						2
19			NÃO	SIM				SIM		2
20			NÃO	SIM						1
21			-	-						-
22			-	-						-
23			NÃO	SIM						1
34			NÃO	SIM						1
25			SIM	SIM						2
26			SIM	SIM						2
27			NÃO	NÃO						-
28			NÃO	NÃO						-
29			NÃO	SIM						1
30			NÃO	NÃO						-
31			NÃO	NÃO						-
32			SIM	NÃO				SIM		2
33			SIM	NÃO				SIM		2
34			SIM	NÃO				SIM		2
35			SIM	NÃO						1
36			NÃO	SIM						1
37			NÃO	NÃO						-
38			-	-						-
39			NÃO	NÃO						-
40			NÃO	SIM						1
41			NÃO	NÃO						-
42			SIM	NÃO				SIM		2
43			NÃO	NÃO						-
44			NÃO	NÃO						-
45			NÃO	NÃO						-
46			NÃO	NÃO						-
47			-	NÃO EXISTE						-
48	NÃO	NÃO								-
49			-	SIM - com ll				SIM		2
50			-	-						-
51			-	-	-					-
52			-	-	-					-
Total	0	0	14	19	0	0	0	0	10	43
Percentual	-	-	32,6%	44,2%	-	-	-	-	23,2%	100,0%

CAUSAS : BAIXA QUALIDADE OU INADEQUAÇÃO DOS MATERIAIS

EDIFÍCIO	Baixa resistência dos blocos do embasamento	Alta porosidade dos blocos do embasamento	Baixa qualidade do concreto	Baixa qualidade da argamassa	Desagregação do bloco do embasamento	Número de Ocorrências
01	NÃO	-	-	-	-	-
02	SIM	-	-	-	SIM	2
03	-	-	-	-	NÃO	-
04	-	-	-	-	NÃO	-
05	-	-	-	-	SIM	1
06	-	-	-	-	NÃO	-
07	-	-	-	-	NÃO	-
08	-	-	-	-	NÃO	-
09	-	-	-	-	SIM	1
10	-	-	-	-	NÃO	-
11	-	-	-	-	NÃO	-
12	-	-	-	-	NÃO	-
13	-	-	-	-	NÃO	-
14	-	-	-	-	NÃO	-
15	-	-	-	-	NÃO	-
16	-	-	-	-	NÃO	-
17	-	-	-	-	NÃO	-
18	-	-	-	-	NÃO	-
19	-	-	-	-	NÃO	-
20	-	-	-	-	NÃO	-
21	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	NÃO	-
24	-	-	-	-	NÃO	-
25	-	-	-	-	SIM	1
26	SIM	-	-	-	SIM	2
27	-	-	-	-	NÃO	-
28	-	-	-	-	NÃO	-
29	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-
51	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-
Total	2	0	0	0	5	7
Percentual	28,6%	-	-	-	71,4%	100,0%

CAUSAS : FALHAS OU VÍCIOS DE CONSTRUÇÃO

EDIFÍCIO	Uso de bloco inadequado no embasamento	Embasamento singelo	Contribuição do empuxo lateral	Atuação de sobrecargas não previstas no projeto	Alterações de projeto	Não execução de elementos estruturadores de concreto	Número de Ocorrências
01							-
02							-
03							-
04							-
05							-
06							-
07							-
08							-
09							-
10							-
11							-
12							-
13							-
14							-
15							-
16							-
17							-
18							-
19							-
20							-
21							-
22							-
23							-
34							-
25							-
26							-
27							-
28							-
29							-
30							-
31							-
32							-
33							-
34							-
35							-
36							-
37							-
38							-
39							-
40							-
41							-
42							-
43							-
44							-
45							-
46							-
47							-
48							-
49	-	-	-	-	-	-	-
50							-
51							-
52				SIM			-
Total	0	0	0	1	0	0	1
Percentual	-	-	-	100,0%	-	-	100,0%

CAUSAS : USO INADEQUADO OU FALTA DE MANUTENÇÃO

EDIFÍCIO	Reforma com abertura de vão	Reformas com ampliação	Falta de manutenção da cx água	Falta de manutenção da fachada	Falta de manutenção da cobertura	Falta de manutenção das instalações	Canteiro no embasamento ou raízes	Existência de poço	Falta de manutenção de fossa	Número de Ocorrências
01	SIM									1
02										-
03	SIM (3)									1
04										-
05	SIM (2)						SIM			2
06	SIM (3)									1
07	SIM (3)						SIM			2
08	SIM (3)			SIM			SIM			3
09	SIM (3)			SIM	SIM					3
10	SIM (3)									1
11	SIM (3)						SIM		SIM (3)	3
12	SIM (3)			SIM			SIM			3
13	SIM (3)			SIM (3)						2
14	SIM (3)						SIM			2
15	SIM (3)						SIM			2
16	SIM (3)						SIM			2
17	SIM (3)						SIM			2
18	SIM (3)						SIM			2
19	SIM (3)						SIM		SIM	3
20	SIM (3)						SIM			2
21	SIM (3)	SIM (3)								2
22	SIM (3)	SIM (3)								2
23	SIM (3)			SIM						2
34	SIM (2)									1
25	SIM (3)								SIM	2
26	SIM (3)									1
27	SIM (3)									1
28	SIM (3)									1
29	SIM (3)									1
30	SIM (3)						SIM			2
31	SIM (2)			SIM					SIM	3
32	SIM (2)								SIM	2
33	SIM (3)						SIM			2
34	SIM (2)						SIM			2
35	SIM (3)			SIM						2
36	SIM (2)			SIM			SIM			3
37	SIM (3)								SIM	2
38	SIM (3)	SIM					SIM			3
39	SIM (2)						SIM			2
40	SIM (2)						SIM			2
41	SIM (2)									1
42	SIM (3)		SIM				SIM		SIM	4
43	SIM (3)						SIM			2
44	SIM (3)									1
45	SIM (3)									1
46	SIM (3)		SIM							2
47										-
48										-
49	SIM							SIM	SIM	3
50										-
51			SIM	SIM					SIM	3
52	SIM	SIM								2
Total	46	4	3	9	1	0	21	1	9	94
Percentual	48,9%	4,2%	3,2%	9,6%	1,1%	-	22,3%	1,1%	9,6%	100,0%

CAUSAS : CAUSAS AMBIENTAIS

EDIFÍCIO	Ação da EPU	Ação de Sulfatos	Ação de Carbonatos	Ação de cloretos	Movimentação térmica	Movimentação higroscópica	Caneamento da fundação	Terreno alagado	Solo compressível	Número de Ocorrências
01	NÃO	NÃO								-
02										-
03										-
04										-
05										-
06										-
07										-
08										-
09										-
10										-
11										-
12										-
13										-
14								SIM	SIM	2
15								SIM	SIM	2
16								SIM	SIM	2
17										-
18										-
19										-
20								SIM	SIM	2
21										-
22										-
23										-
34										-
25								SIM		1
26										-
27										-
28										-
29										-
30										-
31										-
32								SIM		1
33										-
34										-
35										-
36										-
37								SIM		1
38								SIM		1
39										-
40										-
41										-
42										-
43										-
44										-
45										-
46										-
47										-
48										-
49										-
50										-
51										-
52										-
Total	0	0	0	0	0	0	0	8	4	12
Percentual	-	-	-	-	-	-	-	66,7%	33,3%	100,0%

CAUSAS : OUTRAS CAUSAS

EDIFÍCIO	Trincas	infiltrações	umidade	Desprendimen to de piso	Desprendimento de revestimento	Deterioração de cinta e pilar	Fenragem exposta	Abatimento de piso	Número de Ocorrências
01	NÃO								-
02	SIM								1
03	SIM (1)	SIM	SIM			SIM	SIM		5
04	SIM (1)								1
05	SIM (1)								1
06	SIM (2)								1
07	SIM (3)								1
08	SIM (1)							SIM	2
09	SIM (2)							SIM	2
10	SIM (3)								1
11	SIM (1)								1
12	SIM (1)							SIM	2
13	SIM (2)					SIM	SIM		3
14	SIM (2)								1
15	SIM (3)								1
16	SIM (2)								1
17	SIM (1)								1
18	SIM (1)								1
19	SIM (3)		SIM						2
20	SIM (3)								1
21	SIM (3)								1
22	SIM (3)								1
23	SIM (3)								1
24	SIM (2)		SIM						2
25	SIM (3)								1
26	SIM (3)								1
27	SIM (1)								1
28	SIM (3)						SIM		2
29	SIM (3)								1
30	SIM (2)		SIM						2
31	SIM (1)								1
32	SIM (3)								1
33	SIM (3)								1
34	SIM (2)								1
35	SIM (2)		SIM						2
36	SIM (3)								1
37	SIM (3)			SIM					2
38	SIM (3)								1
39	SIM (2)							SIM	2
40	SIM (2)							SIM	2
41	SIM (2)								1
42	SIM (3)		SIM				SIM		3
43	SIM (3)								1
44	SIM (3)								1
45	SIM (2)								1
46	SIM (3)		SIM				SIM		3
47									-
48									-
49	SIM								1
50									-
51	SIM	SIM	SIM	SIM					4
52	SIM	SIM				SIM	SIM		4
Total	48	3	8	2	0	3	6	5	75
Percentual	64,0%	4,0%	10,67%	2,67,0%	-	4,0%	8,0%	6,6%	100,0%

APÊNDICE B
TABELAS DAS CAUSAS DAS INTERDIÇÕES DOS
“PRÉDIOS TIPO CAIXÃO” EM JABOATÃO DOS GUARARAPES

CAUSAS : FALHAS OU INSULFICIÊNCIA DE PROJETO

EDIFÍCIO	Não atendimento às normas	Insuficiência de especificações	Caixão vazio	Embasamento externo singelo	Falta de elementos estruturadores de concreto	Não previsão de deformações	Incompatibilidade de projeto	Recalque de fundação	Caixão alagado	Número de Ocorrências
01				NÃO	SIM					1
02				-				SIM		1
03				NÃO	SIM					1
04				NÃO	SIM					1
05				NÃO	SIM					1
06					SIM					1
07										-
08			SIM					SIM	SIM	3
09			SIM					SIM	SIM	3
Total	0	0	2	0	5	0	0	3	2	12
Percentual	-	-	16,7%	-	41,6%	-	-	25,0%	16,7%	100,0%

CAUSAS : BAIXA QUALIDADE OU INADEQUAÇÃO DOS MATERIAIS

EDIFÍCIO	Baixa resistência dos blocos embasamento	Alta porosidade dos blocos do embasamento	Baixa qualidade do concreto	Baixa qualidade da argamassa	Desagregação do bloco do embasamento	Número de Ocorrências
01						-
02						-
03						-
04						-
05						-
06						-
07	SIM					1
08	SIM					1
09						-
Total	2	0	0	0	0	2
Percentual	100,0%	-	-	-	-	100,0%

CAUSAS : FALHAS OU VÍCIOS DE CONSTRUÇÃO

EDIFÍCIO	Uso de bloco inadequado no embasamento	Embasamento singelo	Contribuição do empuxo lateral	Atuação de sobrecargas não previstas no projeto	Alterações de projeto	Não execução de elementos estruturadores de concreto	Número de Ocorrências
01							-
02				SIM			1
03				SIM			1
04				SIM			1
05							-
06							-
07							-
08							-
09							-
Total	0	0	0	3	0	0	3
Percentual	-	-	-	100,0%	-	-	100,0%

CAUSAS : USO INADEQUADO OU FALTA DE MANUTENÇÃO

EDIFÍCIO	Reforma com abertura de vão	Reformas com ampliação	Falta de manutenção da cx água	Falta de manutenção da fachada	Falta de manutenção da cobertura	Falta de manutenção das instalações	Canteiro no embasamento ou raízes	Existência de poço	Falta de manutenção de fossas	Número de Ocorrências
01									NÃO	-
02										-
03										-
04										-
05										-
06										-
07										-
08	SIM								SIM	2
09	SIM								SIM	2
Total	2	0	0	0	0	0	0	0	2	4
Percentual	50,0%	-	-	-	-	-	-	-	50%	100,0%

CAUSAS : CAUSAS AMBIENTAIS

EDIFÍCIO	Ação da EPU	Ação de Sulfatos	Ação de Carbonatos	Ação de cloretos	Movimentação térmica	Movimentação higroscópica	Caneamento da fundação	Teneno alagado	Solo compressível	Número de Ocorrências
01										-
02										-
03										-
04										-
05										-
06										-
07										-
08	SIM									1
09	SIM									1
Total	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Percentual	100,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0%

CAUSAS : OUTRAS CAUSAS

EDIFÍCIO	Trincas	infiltrações	umidade	Desprendimento de piso	Desprendimento de revestimento	Deterioração de cinta e pilar	Ferragem exposta	Abatimento de piso	Número de Ocorrências
01									-
02	SIM							SIM	2
03									-
04									-
05									-
06									-
07	SIM	SIM				SIM	SIM	SIM	5
08	SIM	SIM				SIM	SIM		4
09	SIM	SIM				SIM	SIM		4
Total	4	3	0	0	0	3	3	2	15
Percentual	26,7	20,0%	-	-	-	20,0%	20,0%	13,3%	100,0%

APÊNDICE C
TABELAS DAS CAUSAS DAS INTERDIÇÕES DOS
“PRÉDIOS TIPO CAIXÃO” EM PAULISTA

CAUSAS : FALHAS OU INSUFICIÊNCIA DE PROJETO

EDIFÍCIO	Não atendimento às normas	Insuficiência de especificações	Caixão vazio	Embasamento externo singelo	Falta de elementos estruturadores de concreto	Não previsão de deformações	Incompatibilidade de projeto	Recalque de fundação	Caixão alagado	Número de Ocorrências
01									SIM	1
02										-
03										-
04										-
05			SIM	NÃO				SIM	SIM	3
06			SIM	NÃO					SIM	2
Total	0	0	2	0	0	0	0	1	3	6
Percentual	-	-	33,3%	-	-	-	-	16,7%	50,0%	100,0%

CAUSAS : BAIXA QUALIDADE OU INADEQUAÇÃO DOS MATERIAIS

EDIFÍCIO	Baixa resistência dos blocos do embasamento	Alta porosidade dos blocos do embasamento	Baixa qualidade do concreto	Baixa qualidade da argamassa	Desagregação do bloco do embasamento	Número de Ocorrências
01						
02						
03						
04						
05						
06					SIM	1
Total	0	0	0	0	1	1
Percentual	-	-	-	-	100,0%	100,0%

CAUSAS : FALHAS OU VÍCIOS DE CONSTRUÇÃO

EDIFÍCIO	Uso de bloco inadequado no embasamento	Embasamento singelo	Contribuição do empuxo lateral	Atuação de sobrecargas não previstas no projeto	Alterações de projeto	Não execução de elementos estruturadores de concreto	Número de Ocorrências
01							
02							
03							
04							
05							
06							
Total	0	0	0	0	0	0	0
Percentual	-	-	-	-	-	-	-

CAUSAS : USO INADEQUADO OU FALTA DE MANUTENÇÃO

EDIFÍCIO	Reforma com abertura de vão	Reformas com ampliação	Falta de manutenção da cx água	Falta de manutenção da fachada	Falta de manutenção da cobertura	Falta de manutenção das instalações	Canteiro no embasamento ou raízes	Existência de poço	Falta de manutenção de fossas	Número de Ocorrências
01	SIM			SIM						2
02				SIM					SIM	2
03	-			SIM						1
04		SIM		SIM	SIM					3
05	SIM				SIM				SIM	3
06	-			SIM					-	1
Total	2	1	0	5	2	0	0	0	2	12
Percentual	16,7%	8,3%	-	41,7%	16,7%	-	-	-	16,7%	100,0%

CAUSAS : CAUSAS AMBIENTAIS

EDIFÍCIO	Ação da EPU	Ação de Sulfatos	Ação de Carbonatos	Ação de cloretos	Movimentação térmica	Movimentação higroscópica	Carsamento da fundação	Recalque de fundação	Solo compressível	Número de Ocorrências
01										-
02										-
03										-
04										-
05								SIM		1
06										-
Total	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Percentual	-	-	-	-	-	-	-	100,0%	-	100,0%

CAUSAS : OUTRAS CAUSAS

EDIFÍCIO	Trincas	infiltrações	umidade	Desprendimento de piso	Desprendimento de revestimento	Deterioração de cinta e pilar	Ferrugem exposta	Abatimento de piso	Número de Ocorrências
01	SIM	SIM	SIM				SIM	SIM	5
02	SIM	SIM	SIM					SIM	4
03	SIM	SIM				SIM	SIM	SIM	5
04	SIM	SIM				SIM	SIM	SIM	5
05	SIM	SIM	SIM						3
06			SIM			SIM	SIM		3
Total	5	5	4	0	0	3	4	4	25
Percentual	20,0%	20,0%	16,0%	-	-	12,0%	16,0%	16,0%	100,0%

APÊNDICE D
TABELAS DAS CAUSAS DOS DESABAMENTOS DE
“PRÉDIOS TIPO CAIXÃO” NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

CAUSAS : FALHAS OU INSUFICIÊNCIA DE PROJETO

EDIFÍCIO	Uso de caixaço vazio	Embasamento externo singelo	Insuficiência de especificação	Não atendimento às normas	Não previsão de diferentes deformações	Inadequação de especificações	Número de Ocorrências
ÉRICKA	SIM						1
SERRAMBI	SIM	SIM					2
AQUERELA	SIM	SIM					2
IUI	SIM	SIM	SIM (blocos)	SIM (1)	SIM (2)	SIM (3)	6
Total	4	3	1	1	1	1	11
Percentual	36,7%	27,3%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	100,0%

(1) NBR 10837/89 (2) blocos e pilaretes (3) cintas pré-moldadas

CAUSAS : BAIXA QUALIDADE OU INADEQUAÇÃO DOS MATERIAIS

EDIFÍCIO	Baixa resistência do bloco	Alta porosidade do bloco	Baixa qualidade do concreto	Baixa qualidade da argamassa	Inadequação do material	Número de Ocorrências
ÉRICKA	SIM (concreto)	SIM (bloco de concreto)				2
SERRAMBI		SIM (concreto)	SIM			2
AQUERELA	SIM (cerâmico)					1
IUI					SIM (cintas)	1
Total	2	2	1	0	1	6
Percentual	33,3%	33,3%	16,7%	-	16,7%	100,0%

CAUSAS : FALHAS OU VÍCIOS DE CONSTRUÇÃO

EDIFÍCIO	Uso de bloco inadequado no embasamento	Embasamento externo singelo	Sobrecarga	Contribuição de empuxo lateral	Não execução de peças estruturais	Número de Ocorrências
ÉRICKA	SIM (1)	SIM- com 14			SIM (coxins)	3
SERRAMBI	SIM (Tijolo cerâmico)	SIM com 09	SIM (2)		SIM (3)	4
AQUERELA	SIM (Tijolo cerâmico)	SIM com 11		SIM		3
IUI	SIM (4)	SIM com 09				2
Total	4	4	1	1	2	12
Percentual	33,3%	33,3%	8,3%	8,3%	16,8%	100,0%

(1) tijolo cerâmico +bloco de concreto (2) paredes+lajes+caixa d'água (3) não execução de vigas e pilares (4) bloco de concreto de vedação

CAUSAS : USO INADEQUADO OU FALTA DE MANUTENÇÃO

EDIFÍCIO	Reforma com abertura de vãos	Reforma com ampliação	Falta de manutenção cx d'agua	Falta de manutenção fachada	Falta de manutenção coberta	Falta de manutenção de instalações	Falta de manutenção de fossa
ÉRICKA							
SERRAMBI							
AQUERELA							
IUIÍ							
Total	0	0	0	0	0	0	0
Percentual	-	-	-	-	-	-	-

Não foram identificadas causas neste item

CAUSAS : CAUSAS AMBIENTAIS

EDIFÍCIO	Ação da EPU	Ação de SULFATOS	Ação de CLORETOS	Ação de CARBONATOS	Movimentação térmica	Movimentação higroscópica	Carneamento da fundação	Número de ocorrências
	SIM	SIM (*)	NÃO	NÃO				2
	SIM (*)	NÃO	NÃO	SIM				2
	SIM (*)	NÃO	NÃO	NÃO				1
	-	NÃO	NÃO	NÃO			SIM (*)	1
Total	3	1	0	1	0	0	1	6
Percentual	50,0%	16,7%	-	16,7%	-	-	16,6%	10,0%

(*) Determinantes

Não foram apontadas causas de origens não identificadas (outras causas), pois os laudos técnicos, diferentes dos laudos de vistoria, procuram identificar justamente as causas.