



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – UFG
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL – EEC
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL – CMEC

JADER RODRIGUES ALVES

**LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS NAS EDIFICAÇÕES, COM ATÉ
DEZ ANOS DE IDADE, EXECUTADAS NO ESTADO DE GOIÁS**

Goiânia
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

JADER RODRIGUES ALVES

**LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS NAS EDIFICAÇÕES, COM ATÉ DEZ ANOS
DE IDADE, EXECUTADAS NO ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Engenharia Civil da
EEC/UFG para a obtenção do Título de
Mestre em Engenharia Civil.

Área de concentração: Estruturas e
Materiais de Construção

Orientador:
Prof.º Dr. André Luiz B. Geyer

Goiânia
2009

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
GPT/BC/UFG**

A4741 Alves, Jader Rodrigues.
Levantamento das manifestações patológicas em fundações e estruturas nas edificações, com até dez anos de idade, executadas no estado de Goiás [manuscrito] / Jader Rodrigues Alves. - 2009. xv, 131 f. : il., figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Bortolacci Geyer.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, 2009.

Bibliografia.

Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas e tabelas.

Apêndice.

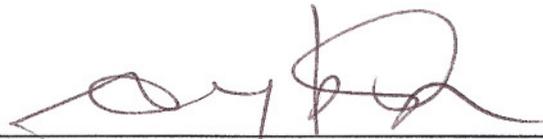
1. Levantamentos patológicos em fundações e estrutura 2. Edificações 3. Erro técnico I. Título.

CDU: 69.059(817.3)

JADER RODRIGUES ALVES

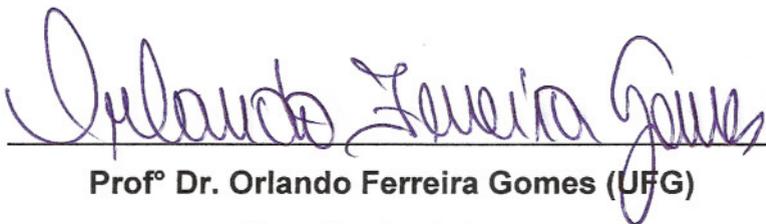
**LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES NAS EDIFICAÇÕES, COM ATÉ DEZ ANOS
DE IDADE, EXECUTADAS NO ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Engenharia Civil da
EEC/UFG para a obtenção do Título
de Mestre em Engenharia Civil e
aprovada pela banca examinadora,
assim composta.



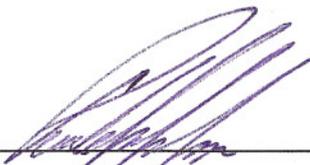
Profº Dr. André Luiz Bortolacci Geyer (UFG)

Orientador



Profº Dr. Orlando Ferreira Gomes (UFG)

Examinador interno



Profº Dr. Paulo Sérgio Lima Souza (UFPA)

Examinador externo

A minha mãe Tonari, a meu irmão Renato, e, principalmente, a minha esposa, Elda Suely, pela paciência, incentivo, carinho e amor que me dedicou.

*Nada na vida deve ser temido, somente compreendido.
Agora é hora de compreender mais para temer menos.*

Marie Curie

AGRADECIMENTOS

Inicialmente quero agradecer a Deus por ter colocado esta oportunidade em minha vida no momento em que Ele julgou certo para mim.

Depois agradecer a minha família, especialmente minha mãe e minha esposa que durante todo o período tiveram a paciência e compreensão necessária para que eu pudesse desenvolver este trabalho entendendo os momentos em que deixei de lhes dar a atenção que elas mereciam abrindo mão do convívio familiar com as pessoas que me são importantes.

Ao orientador e amigo, Prof. Dr. André Luiz Bortolacci Geyer, pelo seu exemplo, pela sua paciência, presteza, competência e orientação dispensadas, neste período de planejamento, estruturação, elaboração, e, principalmente, correção desta dissertação.

A todos os meus colegas da turma de mestrado/2007: Isa Lorena, Michelly, Ariovaldo, David, Pollyana, Lara, Carlos e Janaina que sempre estiveram ao meu lado nas aulas e nos trabalhos e que nossa amizade não termine com o término deste trabalho.

A minha amiga Cristiane Martins de Oliveira que me entende como poucas pessoas e consegue enxergar em mim o que sou verdadeiramente além de mostrar aquilo que não consigo enxergar por estar envolvido emocionalmente com um problema.

A minha amiga Maria Beatriz Rodrigues dos Santos por permitir invadir seu espaço de trabalho e por ter me ajudado com os processos que forneceram os dados necessários para realizar este trabalho tendo a paciência e a presteza que lhe são uma de suas várias qualidades.

Aos meus amigos Engenheiro Civil Alberto de Araújo Dáfico e Marcelo de Oliveira Gomes, da Área de Tecnologia de Informação do Crea-GO, que sempre foram prestativos para fornecer-me todos os dados necessário para esta dissertação, deixando seu volumoso trabalho de lado, ainda que momentaneamente.

Ao ex-presidente do Crea-GO, Engenheiro Agrônomo Francisco de Almeida, pela oportunidade concedida, nos meus anos de funcionário do Conselho, sempre acreditando que seria possível completar esta jornada.

Ao presidente do Crea-GO, Engenheiro Civil Gerson de Almeida Taguatinga, pelas oportunidades concedidas e pelo crédito a este seu amigo.

A todos os meus professores do curso de mestrado 2007 que com paciência e dedicação transmitiram o conhecimento necessário para desenvolver este trabalho.

RESUMO

O principal objetivo desta pesquisa é proceder ao levantamento dos índices, identificar as patologias e caracterizar as edificações que apresentaram ocorrências de manifestações patológicas em fundações e estruturas nas edificações executadas no Estado de Goiás, com idade de até dez anos. Pesquisa essa, classificada como documental, considerando que, para viabilizar a realização da mesma, foram analisados os arquivos do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Goiás - Crea/GO, com uma amostra total de 545 relatórios. Observou-se que a maioria dos processos são referentes aos últimos sete anos. Este Órgão foi escolhido pelo fato de que todos os documentos técnicos são elaborados por profissionais, e, principalmente, por ser considerado Órgão Oficial. O Método da Incidência foi adotado como metodologia recomendada para este estudo ao observar que nos relatórios e laudos, elaborados pelo Crea-GO não constam o número de ocorrências de uma mesma patologia e sim somente a incidência da mesma. As principais conclusões desta pesquisa foram: a principal manifestação patológica encontrada nas fundações foi o recalque com um índice de 37,50% seguida de desmoronamento com um índice de 22,50%, ambas em relação à todas as manifestações patológicas encontradas na etapa de fundações; a principal manifestação patológica encontrada na etapa de estrutura foram as fissuras com um índice geral de 32,14% em relação à todas as manifestações patológicas encontradas na etapa de estrutura, independentemente da peça estrutural executada e a segunda manifestação patológica encontrada na etapa de estrutura foi a deformação estrutural com um índice de 19,84% em relação à todas as manifestações patológicas encontradas na etapa de estrutura, independentemente da peça estrutural executada; as edificações de uso residencial unifamiliar foram as que mais apresentaram patologias com um índice de 47,50%, seguidas da residencial coletiva com 35%; 77,50% das edificações que apresentaram patologias, foram executadas por profissionais autônomos; em relação às edificações pesquisadas 40% tiveram a avaliação do comprometimento de uso das edificações frente às patologias ocorridas de gravidade moderada, sendo que o índice para alta gravidade foi de 5%. A maior ocorrência foi a de baixa gravidade com 45%; a maioria das manifestações patológicas, tanto da fundação quanto da estrutura, ocorreram no primeiro ano de idade da edificação. Na fundação 52,17% e na estrutura de concreto armado em 40%; das construções pesquisadas, 35% causaram danos nas edificações vizinhas, sendo que 53,49% destes danos ocorreram até o primeiro ano após a conclusão da obra, sendo que as construções com área entre 5001 m² a 10000 m² foram as que causaram o maior percentual de danos; e a imprudência e a imperícia foram os erros técnicos mais cometidos por profissionais com índices de 32,50% cada um, seguidos da negligência com índice de 22,50%.

Palavras-chave: levantamentos patológicos em fundações e estrutura; edificações; erro técnico.

ABSTRACT

The main objective of this research is to proceed to the rising of the indexes, to identify the pathologies and to characterize the constructions that presented occurrences of pathological manifestations in foundations and structures in the constructions executed in the State of Goiás, with age of up to ten years. The researches was classified as documental, considering that, to make possible the accomplishment of the same, the files of Regional Council of Engineering, Architecture and Agronomy of Goiás were analyzed - Crea/GO, with a total sample of 545 reports. It was observed that most of the processes are concerning the last seven years. This Organ was chosen by the fact that all of the technical documents are elaborated by professionals, and, mainly, for Official Organ to be considered. The Method of the Incidence was adopted as methodology recommended for this study observing that in the reports and decisions, elaborated by Crea-GO doesn't be in the number of occurrences of a same pathology and yes only the incidence of the same. The main conclusions of this research were: the main pathological manifestation was found in the foundations repression with a rate of 37.50% followed by collapse with a rate of 22.50%, both in relation to all the pathologies found in the foundation stage, the main pathological manifestation found in stage structure were the cracks with an index of 32.14% compared to all the pathologies found in stage design, regardless of the number executed and the second structural pathological manifestation found in step structure was the structural deformation with an index 19.84% as compared to all the pathologies found in stage design, regardless of the structural piece performed, the building of single-family residential use were the same who had diseases with a rate of 47.50%, followed by residential conference with 35 %, 77.50% of the buildings showed that diseases were carried out by private tutors and, for the buildings surveyed 40% had impairment evaluation of use of buildings facing the diseases occurred in moderate severity, and the rate for high severity was 5%. The disease occurred in low gravity, 45%, most pathological manifestations of both the foundation and structure, occurred in the first year of age of the building. 52.17% in the foundation and concrete structure in 40% of the buildings surveyed, 35% caused damage to neighboring buildings, and 53.49% of this damage occurred within the first year after completion of the work, and the buildings with an area of 5001 m² to 10,000 m² which caused the highest percentage of damage, and the recklessness and incompetence were more technical errors committed by professionals with rates of 32.50% each, followed by neglect of index 22.50 %.

Key words: pathological risings in foundations and structure; constructions; technical error.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.01	Pilar de imóvel residencial com falhas de concretagem e irregularidades geométricas, executada em Goiânia/1994.	23
Figura 1.02	Desabamento parcial de um sobrado com estrutura de concreto armado.....	23
Figura 1.03	Desabamento total de uma obra destinada à escola, executada em Goiânia/2004.....	23
Figura 1.04	Desabamento total de uma obra residencial/comercial com três pavimentos, executada em Goiânia/2005.....	23
Figura 2.01	-Ilustração do modelo simplificado de um sistema de gestão da qualidade (NBR ISO 9001:2000).	38
Figura 3.01	Fluxograma das etapas de projeto e possíveis causas de patologias (Milititsky, 2008)	43
Figura 3.02	Recalque de fundação proveniente da deformação do solo devido à escavação (DAL MOLIN, 1988).....	45
Figura 3.03	Intersecção dos bulbos de tensões de duas edificações vizinhas (CSTC, 1983 apud SILVA, 1993).....	45
Figura 3.04	Exceções de tipo de fissura em edificações devido a movimentações diferenciais (SILVA, 1993).....	46
Figura 3.05	Tipos de fissuras em alvenarias devido a movimentações diferenciais das fundações (SILVA, 1993).....	47
Figura 3.06	Incidência de manifestações patológicas em estruturas de concreto executadas em Goiânia (NINCE, 1996).....	49
Figura 3.07	Tipos e incidência de fissuras em concreto armado (DAL MOLIN, 1988).....	51
Figura 3.08	Ábaco da taxa de evaporação (MENZEL, 1954 apud CEMENT.CA, 2006).....	52
Figura 3.09	Representação esquemática das patologias observadas em vigas de concreto armado com fissuração devido ao esforço cortante e flexão (HELENE, 2003).....	54
Figura 3.10	Representação esquemática da fissuração devido ao esforço de torção diagonal (HELENE, 2003).....	55
Figura 3.11	Representação esquemática da fissuração devido ao esforço de tração e compressão (CÁNOVAS, 1988).....	55
Figura 3.12	Corrosão da armadura em laje.....	57

Figura 3.13	Célula de corrosão no meio concreto armado (SOUZA; RIPPER, 1998)	57
Figura 3.14	Representação esquemática das patologias tipicamente observadas em vigas de concreto afetadas por corrosão (HELENE, 2003).....	58
Figura 3.15	Vista de uma laje térrea com eflorescência devido ao processo de lixiviação, devido à falha na impermeabilização.....	59
Figura 3.16	Vigas em concreto armado com deficiência de qualidade e espessura de cobrimento.....	61
Figura 3.17	Viga e Pilar em concreto armado com deficiência de qualidade.....	61
Figura 3.18	Elementos em concreto armado com irregularidades geométricas.....	62
Figura 3.19	Elementos em concreto armado com segregação.....	63
Figura 5.01	Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação à área da edificação – Amostra pesquisada.	77
Figura 5.02	Gráfico do percentual de edificações que apresentam manifestações patológicas em relação ao número de unidades executadas – Período de jan/1998 a jul/2008.	78
Figura 5.03	Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação ao tipo de uso da edificação.	79
Figura 5.04	Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação à idade da edificação.	80
Figura 5.05	Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação ao comprometimento de uso da edificação.....	81
Figura 5.06	Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação à Conduta do Profissional.....	82
Figura 5.07	Distribuição da gravidade dos danos nas fundações.....	84
Figura 5.08	Índices de manifestações patológicas da fundação em relação à edificação de uso residencial unifamiliar.....	85
Figura 5.09	Índices de manifestações patológicas da fundação em relação à edificação de uso residencial coletiva.....	86
Figura 5.10	Índices de manifestações patológicas das fundações em relação à edificação de uso comercial.....	86
Figura 5.11	Distribuição de manifestações patológicas nas fundações em relação à área da edificação – Amostra pesquisada.....	87
Figura 5.12	Percentual de edificações com manifestações patológicas nas fundações em relação ao número de unidades executadas – Período	88

	jan/1998 a jul/2008.	
Figura 5.13	Distribuição das manifestações patológicas nas fundações em relação à idade da edificação.	89
Figura 5.14	Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação à elaboração do projeto de fundação.	90
Figura 5.15	Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação à entrega do projeto de fundação ao proprietário.....	90
Figura 5.16	Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação à permanência do projeto de fundação na obra.....	91
Figura 5.17	Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação ao tipo de fundação executada.....	92
Figura 5.18	Distribuição das manifestações patológicas verificadas nas edificações limítrofes às construções.....	93
Figura 5.19	Distribuição das manifestações patológicas em relação idade das construções nas edificações limítrofes.	93
Figura 5.20	Percentual de edificações que causaram manifestações patológicas nas edificações limítrofes em relação ao número de unidades executadas – Período jan/1998 a jul/2008.	94
Figura 5.21	Índices de manifestações patológicas ocorridas nos pilares em relação à edificação de uso residencial unifamiliar.	99
Figura 5.22	Índices de manifestações patológicas ocorridas nas vigas em relação à edificação de uso residencial unifamiliar.	100
Figura 5.23	Índices de manifestações patológicas ocorridas nas lajes em relação à edificação de uso residencial unifamiliar.....	100
Figura 5.24	Índices de manifestações patológicas dos pilares em relação à edificação de uso residencial coletiva.....	101
Figura 5.25	Índices de manifestações patológicas nas vigas em relação à edificação de uso residencial coletiva.....	102
Figura 5.26	Índices de manifestações patológicas das lajes em relação à edificação de uso residencial coletiva.....	102
Figura 5.27	Índices de manifestações patológicas dos pilares em relação à edificação de uso comercial.....	103
Figura 5.28	Índices de manifestações patológicas das vigas em relação à edificação de uso comercial.	104
Figura 5.29	Índices de manifestações patológicas das lajes em relação à edificação de uso comercial.	104

Figura 5.30	Índices de manifestações patológicas dos pilares em relação à edificação de uso misto e especial.	105
Figura 5.31	Índices de manifestações patológicas das vigas em relação à edificação de uso misto e especial.....	106
Figura 5.32	Índices de manifestações patológicas em relação à flexão/cisalhamento nas Vigas.	106
Figura 5.33	Distribuição de manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado em relação à área da edificação – Amostra pesquisada.....	108
Figura 5.34	Percentual de edificações com manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado em relação ao número de unidades executadas – Período jan/1998 a jul/2008.....	108
Figura 5.35	Distribuição das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado em relação à idade da edificação.	109
Figura 5.36	Tipo de erro técnico cometido por profissionais.....	115
Figura A.01	Ficha de Levantamento de Dados – Informações Gerais.....	127
Figura A.02	Ficha de Levantamento de Dados – Fundação.....	129
Figura A.03	Ficha de Levantamento de Dados – Estrutura.....	130
Figura A.04	Ficha de Levantamento de Dados – Conclusões e Observações.....	131

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Quadro 1.01	Resumos dos levantamentos das manifestações patológicas realizadas no Estado de Goiás.	22
-------------	---	----

CAPÍTULO 3 - PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES

Quadro 3.01	Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobertura nominal (NBR 6118, 2003).....	60
Quadro 3.02	Tolerâncias dimensionais para seções transversais de elementos estruturais (NBR 14931, 2004)	62

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E ANÁLISE

Quadro 5.01	Número de edificações executadas no Estado de Goiás – Período de jan/1998 a jul/2008 (CREA-GO, 2008).....	76
Quadro 5.02	Ocorrências patológicas em edificações agrupadas pelo Uso e pela forma de execução.....	81
Quadro 5.03	Ocorrências da patologia de segregação nas peças da estrutura.....	95
Quadro 5.04	Ocorrências da patologia de corrosão nas peças da estrutura.....	96
Quadro 5.05	Ocorrências da patologia de falta de cobertura nas peças da estrutura.	96
Quadro 5.06	Ocorrências da patologia de irregularidade geométrica nas peças da estrutura.....	97
Quadro 5.07	Ocorrências da patologia de fissuras estruturais nas peças da estrutura.....	97
Quadro 5.08	Ocorrências da patologia de fissuras materiais nas peças da estrutura.....	98
Quadro 5.09	Ocorrências da patologia de fissuras construtivas nas peças da estrutura.....	98
Quadro 5.10	Ocorrências patológicas em relação à realização dos serviços de dosagem do concreto utilizado na fundação, nos pilares, nas vigas e nas lajes.....	110
Quadro 5.11	Ocorrências de manifestações patológicas em relação à realização do ensaio de compressão no concreto utilizado na fundação, pilares, vigas e nas lajes.....	111

Quadro 5.12	Ocorrências de manifestações patológicas em relação à realização do ensaio de Módulo de Elasticidade do concreto utilizado na fundação, pilares, vigas e nas lajes.....	112
Quadro 5.13	Ocorrências de manifestações patológicas em relação à maneira de fabricação do concreto utilizado na fundação, pilares, vigas e nas lajes.....	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACI	<i>American Concrete Institute</i>
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
ASP	<i>Active Server Pages</i>
CEF	Caixa Econômica Federal
CEMENT.CA	<i>Cement Association of Canadá</i>
CODIC	Coordenação de Apoio ao Direito do Consumidor
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
Crea/GO	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Goiás
CSTC	<i>Centre Scientifique et Technique de la Construction</i>
Eci	Módulo de Deformação Inicial
EPU	Expansão por Umidade
fck	Resistência Característica à Compressão do Concreto
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
IBAPE/SP	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NBR	Norma Brasileira Registrada
OAPA	Ocorrência Anual por Apartamento
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
Ph	Potencial Hidrogeniônico
RS	Rio Grande do Sul
SPT	Standard Penetration Test
SQL	<i>Structured Query Language</i>
UFG	Universidade Federal de Goiás

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	INTRODUÇÃO.....	21
1.1	JUSTIFICATIVA DO TEMA	21
1.2	IMPORTÂNCIA DO TEMA	22
1.3	OBJETIVOS	24
1.3.1	Objetivo Geral	24
1.3.2	Objetivos Específicos	24
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	24
1.5	DELIMITAÇÕES	25
CAPÍTULO 2	LEGISLAÇÃO APLICÁVEL À CONSTRUÇÃO CIVIL, QUALIDADE, DESEMPENHO E CONFORMIDADE NAS EDIFICAÇÕES.....	26
2.1	Legislação específica aplicada à construção civil.....	26
2.1.1	Responsabilidade Civil.....	28
2.1.1.1	Responsabilidade pela perfeição da obra.....	28
2.1.1.2	Responsabilidade pela solidez e segurança da obra	29
2.1.1.3	Responsabilidade pelos materiais.....	30
2.1.1.4	Responsabilidade por projetos.....	30
2.1.1.5	Responsabilidade por danos à vizinhos e a terceiros.....	31
2.1.1.6	Fatores excludentes da responsabilidade.....	32
2.1.2	Normas técnicas.....	33
2.1.2.1	Obrigatoriedade das Normas Técnicas.....	34
2.1.3	Garantias.....	35
2.1.4	Decadência e Prescrição.....	36
2.2	QUALIDADE NAS EDIFICAÇÕES	37
CAPÍTULO 3	PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES	41
3.1	PATOLOGIAS NAS FUNDAÇÕES.....	42
3.1.1	Eventos Pós-Conclusão das Obras.....	47
3.1.1.1	Alteração no Uso da Edificação.....	48
3.2	PATOLOGIAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	49
3.2.1	Fissuras	50

3.2.1.1	Fissuras devidas aos materiais constituintes ou falhas construtivas.....	51
3.2.1.2	Fissuras devidas às cargas estruturais.....	54
3.2.2	Deformação estrutural	55
3.2.3	Corrosão das armaduras	56
3.2.4	Lixiviação de compostos hidratados	58
3.2.5	Falta de qualidade e espessura do revestimento	60
3.2.6	Irregularidade geométrica dos elementos de concreto armado	61
3.2.7	Segregação do concreto	63
3.2.8	Reação Álcali-Agregado.....	64
CAPÍTULO 4 METODOLOGIA		66
4.1	ARQUIVOS DO CREA-GO	67
4.2	METODOLOGIA ADOTADA PARA A COLETA DE DADOS	68
4.3	COLETA DE DADOS	69
4.3.1	Informações Gerais.....	69
4.3.2	Fundação	71
4.3.3	Estrutura	72
4.3.4	Conclusão e Observação.....	73
4.3.4.1	Conclusão referente à conduta do profissional	73
4.4	PROCESSAMENTO DOS DADOS LEVANTADOS	74
CAPÍTULO 5 RESULTADOS E ANÁLISE		76
5.1	CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUE APRESENTARAM OCORRÊNCIAS PATOLÓGICAS.....	76
5.1.1	Em relação à Área Executada.....	77
5.1.2	Em relação ao número de edificações executadas no Estado.....	77
5.1.3	Em relação ao uso da edificação.....	79
5.1.4	Em relação à idade.....	79
5.1.5	Em relação ao uso e à forma de execução.....	80
5.1.6	Em relação ao comprometimento de uso da edificação.....	81
5.1.7	Em relação à conduta do profissional.....	82
5.2	TIPOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DETECTADAS NAS ETAPAS PESQUISADAS.....	84
5.2.1	Fundação.....	84
5.2.1.1	Em relação à distribuição da gravidade dos danos nas fundações.....	84
5.2.1.2	Em relação ao uso da edificação.....	85

5.2.1.3	Em relação à área da edificação.	87
5.2.1.4	Em relação à idade da edificação.....	88
5.2.1.5	Outras Patologias.....	89
5.2.1.6	Em relação à elaboração do projeto de fundação.....	89
5.2.1.7	Em relação à conduta do profissional em relação à entrega e uso e à apresentação do projeto de fundação.....	90
5.2.1.8	Em relação à fundação utilizada.....	91
5.2.1.9	Danos causados por construções nas edificações limítrofes.....	92
5.2.2	Estrutura (pilar, viga e laje.....	95
5.2.2.1	Segregação (pilar, viga e laje)	95
5.2.2.2	Corrosão e patologias correlacionadas(falta de cobrimento e irregularidade geométrica)	96
5.2.2.3	Falta de cobrimento e Irregularidade geométrica.....	96
5.2.2.4	Fissuras.....	97
5.2.2.5	Manifestações patológicas nas estruturas em relação ao uso da edificação.....	99
5.2.2.5.1	Edificação residencial unifamiliar.....	99
5.2.2.5.2	Edificação residencial coletiva.....	101
5.2.2.5.3	Edificação comercial.....	103
5.2.2.5.4	Edificação de uso misto e especial.....	105
5.2.2.6	Flexão/Cisalhamento nas Vigas.....	106
5.2.2.7	Flambagem e Manchas.....	107
5.2.2.8	Índices de manifestações patológicas em relação à área da edificação	107
5.2.2.9	Índices de manifestações patológicas em relação à idade da edificação.....	109
5.2.2.10	Em relação à realização de ensaios de dosagem do concreto.....	110
5.2.2.11	Em relação à realização de ensaios de compressão do concreto.....	111
5.2.2.12	Em relação à realização de ensaios do Módulo de Elasticidade do concreto.....	112
5.2.2.13	Em relação ao modo de fabricação do concreto.....	113
5.3	PRINCÍPAIS TIPOS DE ERROS TÉCNICOS COMETIDOS POR PROFISSIONAIS.....	124
CAPÍTULO 6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
6.1	SUGESTÕES PARA PRÓXIMAS PESQUISAS	119

REFERÊNCIAS	120
APÊNDICES		127
APÊNDICE A	127

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA DO TEMA

As edificações são fundamentais para todas as atividades humanas devendo ser, dentre outras coisas, duráveis, estanques, estáveis, funcionais e confortáveis, sempre tendo o menor custo possível.

O novo Código Civil de 2002 manteve o princípio de responsabilidade do construtor por vícios e defeitos referentes à solidez e segurança. A Lei n.º 8.078, de 11 de setembro de 1990, que implantou o Código de Defesa do Consumidor dotou o consumidor de mecanismos para fazer valer seus direitos e tornou comuns os conceitos de qualidade, desempenho e certificações de conformidades exigindo melhorias em todo o processo construtivo, tanto do material quanto da mão de obra.

Segundo Degussa (2008), embora o concreto possa ser considerado um material eterno, desde que receba manutenção, há construções que apresentam manifestações patológicas em intensidade e incidência significativas, acarretando elevados custos para sua correção. Yazigi (2003) coloca que prevenir e antecipar erros tem um custo menor do que o de corrigi-los. Milititsky (2005) ressalta que o conhecimento de todas as possibilidades de problemas permitem uma ação mais qualificada dos diferentes atores intervenientes na vida das fundações, desde as etapas anteriores ao projeto até a pós-construção.

Poucas pesquisas foram realizadas com o objetivo de detectar os problemas patológicos ocorridos nos cinco primeiros anos de vida útil, período considerado pelo Código Civil Brasileiro, como o prazo de garantia das construções. Ocorre que grande parte do aprendizado na área de engenharia estrutural é direcionado para o projeto e execução das estruturas, deixando de lado a reabilitação e manutenção das estruturas em geral.

Conforme observado no Quadro 1.01, existem poucos estudos referentes às manifestações patológicas no Estado de Goiás que englobem todas as etapas executivas de uma obra, e praticamente não existe nenhum estudo relacionado com uma única etapa.

Houve poucos estudos sobre as manifestações patológicas em fundação e estrutura de concreto armado nas edificações executadas no Estado de Goiás, e praticamente nenhum estudo recente.

Autor(es) do Trabalho	Característica do universo	Local de investigação	Característica do levantamento
Nince (1996)	454 edificações, sendo 120 no Estado de Goiás	Região centro-oeste	Manifestações patológicas em estrutura de concreto armado
Antonelli, Carasek e Cascudo (2002)	50 edifícios – lajes térreas	Goiânia	Manifestações patológicas em sistema de impermeabilização
Guimarães (2003)	20 prédios pertencentes à UFG	Goiânia	Avaliação comparativa de grau de deterioração de edificações
Sahb (2005)	20 edifícios com no mínimo 12 pavimentos	Goiânia	Estudo da interface estrutura-alvenaria externa em edifícios
Peres (2006)	210 apartamentos em cinco edifícios	Goiânia	Avaliação de sistemas de medição individualizada de águas
Brandão(2007)	342 edificações (279 CREAGO e 62 CEF)	Goiás	Manifestações Patológicas em edificações

Quadro 1.01 – Resumos dos levantamentos das manifestações patológicas realizadas no Estado de Goiás

1.2 IMPORTÂNCIA DO TEMA

Brandão (2007) teve como objetivo primordial em seu estudo identificar as principais manifestações patológicas nas edificações executadas no Estado de Goiás, com até cinco anos de idade. Nas conclusões sugere que seja realizado um levantamento detalhado das causas de tipos de patologias da etapa de concreto armado, principalmente, na elaboração e detalhamento dos projetos estruturais;

Este estudo irá mostrar as principais etapas que são negligenciadas com a desculpa de se reduzir custos, demonstrando que estas etapas não podem ser relegadas sob pena de se ter um custo financeiro e social altos, bem como será possível levantar o tipo e o índice de ocorrência de cada tipo de manifestação em relação à vários fatores como idade, áreas, procedimentos e a classificação dos principais erros cometidos pelos profissionais.

Outro fator que deve ser considerado são as fontes da pesquisa, que são relatórios e laudos elaborados pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e

Agronomia de Goiás – Crea/GO, visando instrução de processos onde são solicitados laudos de constatação e feitas denúncias que culminam em processos ético-disciplinares e por isso possuem documentos técnicos com todas as caracterizações das edificações, descrições detalhadas das patologias detectadas, organizados de forma cronológica e com documentação fotográfica.

De posse de todas as informações propostas por este estudo, será possível diagnosticar as principais manifestações patológicas que ocorrerem nas fundações e nas estruturas de concreto armado, procurando, assim, minimizar e até mesmo evitar sérios problemas como os ocorridos em Goiás nos últimos anos. Alguns exemplos podem ser observados nas Figuras 1.01 a 1.04.



Figura 1.01 – Pilar de imóvel residencial com falhas de concretagem e irregularidades geométricas, executada em Goiânia/1994.(Crea/GO)



Figura 1.02 – Desabamento parcial de um sobrado com estrutura de concreto armado. (Crea/GO)



Figura 1.03 – Desabamento total de uma obra destinada à escola, executada em Goiânia/2004. (Crea/GO)



Figura 1.04 – Desabamento total de uma obra residencial/comercial com três pavimentos, executada em Goiânia/2005. (Crea/GO)

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Utilizando-se da pesquisa documental, análise de relatórios e laudos técnicos, elaborados pelo Crea/GO, a presente pesquisa tem como objetivo principal identificar as principais manifestações patológicas em fundações e estruturas nas edificações executadas no Estado de Goiás, com até dez anos de idade.

1.3.2 Objetivos Específicos

Podem-se destacar os seguintes itens:

- caracterizar as edificações que apresentam ocorrências de manifestações patológicas;
- identificar as principais manifestações patológicas nas etapas executivas de fundação e estrutura de concreto armado;
- levantar o número e tipo de manifestações patológicas incidentes nas edificações, até o limite de dez anos de idade, em relação a: idade; área construída; e tipo de uso.
- analisar os danos causados por construções nas edificações limítrofes; e
- identificar os principais tipos de erros técnicos cometidos por profissionais: imprudência, negligência ou imperícia;

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi organizado em seis capítulos, sendo que no Capítulo 1 são apresentadas as justificativas e a importância do tema, o objetivo geral e os específicos do estudo, e as delimitações da pesquisa.

Nos capítulos 2 e 3 são apresentados estudos bibliográficos, que fundamentam o trabalho. No primeiro é citada a legislação brasileira que trata dos deveres de quem constrói e no outro são estudadas as principais manifestações patológicas devidas às fundações e nas estruturas de concreto armado.

A metodologia é abordada no Capítulo 4, com a identificação do tipo de pesquisa, do método de levantamento, descrição da ficha de avaliações patológicas e o trabalho realizado para processar os resultados e filtros do estudo.

No Capítulo 5, são apresentados e discutidos os resultados obtidos, no que se refere ao índice de manifestações patológicas e à análise destas manifestações para cada etapa executiva pesquisada, em relação à idade, tipo de utilização e área da edificação, bem como os principais erros técnicos cometidos pelos profissionais e a relação desses erros com as respectivas patologias.

No Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais quanto à análise dos resultados e algumas sugestões para novas pesquisas e/ou trabalhos.

1.5 DELIMITAÇÕES

As manifestações patológicas objeto desta pesquisa correspondem àquelas incidentes nas edificações da Região Centro-Oeste, onde o clima é tropical semi-úmido. Há duas estações bem definidas: a chuvosa, que vai de outubro a abril, e a seca, que vai de maio a setembro. A média térmica é de 23°C, e tende a subir nas regiões oeste e norte, e a diminuir nas regiões sudoeste, sul e leste. As temperaturas mais altas são registradas entre setembro e outubro, com máximas de até 39°C. As temperaturas mais baixas são registradas entre maio e julho, quando as mínimas podem chegar a até 4°C.

A análise das manifestações patológicas realizada está restrita ao universo dos relatórios e laudos pesquisados, no período de janeiro de 1994 a setembro de 2008, não tendo este levantamento cunho probabilístico ou inferencial, pois as técnicas estatísticas utilizadas têm o objetivo de apresentar os resultados obtidos e de viabilizar a sua análise.

O trabalho limitar-se-á aos diagnósticos das manifestações patológicas incidentes nas edificações, de forma sistêmica, com até dez anos de idade, executadas no Estado de Goiás, não indicando métodos corretivos para a recuperação. Entretanto, no entendimento da relação causa e efeito, oferecerá condições para viabilizar a prevenção das manifestações patológicas estudadas.

CAPÍTULO 2

LEGISLAÇÃO APLICÁVEL À CONSTRUÇÃO CIVIL, QUALIDADE, DESEMPENHO E CONFORMIDADE NAS EDIFICAÇÕES

2.1 LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA APLICADA À CONSTRUÇÃO CIVIL

Grandes debates sobre responsabilidade por vícios, defeitos, solidez e segurança da obra ocorrem por todo o Brasil desde o antigo Código Civil de 1916. Com o novo Código Civil e o Código de Defesa do Consumidor ampliaram-se as responsabilidades dos construtores e fornecedores de um modo geral, bem como os direitos dos compradores nas relações de consumo entendidos pelos Códigos como hipossuficiente, ou seja, devem ser protegidos pelo Poder Público em geral.

O novo Código Civil, de 2002, manteve o princípio de responsabilidade do construtor por falhas, vícios e defeitos, referentes à solidez e segurança mas inovou ao estabelecer prazo para caducar o direito para reclamar a garantia. Por tal inovação é necessário aclarar alguns conceitos entre o Direito e a Engenharia, sobretudo por causa dos prazos de garantia, responsabilidades e para reclamações, que ficaram emaranhados entre o Código Civil e o Código de Defesa do Consumidor. Para se entender de forma inequívoca os conceitos explicitados na legislação é imprescindível ter claro os conceitos de falhas, vícios, defeitos, solidez, segurança, garantia, caducar e prescrever.

Os conceitos de solidez e segurança restringem-se às falhas estruturais, perigo de desabamento, rompimento de lajes, paredes, telhados ou assoalhos, etc., ou seja, fatores relacionados à ruína ou ao risco da ruína da obra.

O legislador brasileiro com a preocupação de defesa da sociedade e fiscalização do exercício das profissões técnicas, criou a Lei nº 5.194, DE 24 DEZ 1966, que “Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências.”, que criou o chamado Sistema CONFEA/CREA.

Neste mesmo espírito o CONFEA, instância máxima da fiscalização das profissões técnicas, criou a Resolução nº 1002, de 26 de Novembro de 2002, que

“Adota o Código de Ética Profissional da Engenharia, da Arquitetura, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia e dá outras providências.”

Detectado o erro técnico, nos termos da Normativa nº 069, que dispõe sobre aplicação de penalidades aos profissionais no caso de comprovação da existência de erro técnico por imperícia, imprudência e negligência¹, por meio de realização de perícia feita por pessoa física habilitada e devidamente registrada no CREA, será caracterizada como imperícia a atuação do profissional que se incumbiu de atividades para as quais não possuía conhecimento técnico suficiente, mesmo tendo legalmente tais atribuições.

A imprudência caracteriza-se quando o profissional, mesmo prevendo a possibilidade de consequências negativas, não leva em consideração o que acredita ser fonte de erro, devendo neste caso ser também realizada perícia para constatação do fato.

Os atos e atitudes de descuido ou desleixo do profissional perante o contratante ou terceiros, ou seja, principalmente aqueles relativos à não participação efetiva na autoria do projeto e/ou na execução do empreendimento, caracteriza-se como negligência ou acobertamento, devendo o profissional ser objeto de atuação pelos Creas, com base no disposto na alínea “c”, art. 6º da Lei nº 5194, de 24 de dezembro de 1966², como segue:

Art.6º-Exerce ilegalmente a profissão de engenheiro, arquiteto ou engenheiro-agrônomo:

c) o profissional que emprestar seu nome a pessoas, firmas, organizações ou empresas executoras de obras e serviços sem sua real participação nos trabalhos delas.

Quando um profissional incorre nesta infração de “Acobertamento” é comum responder por erros técnicos pois, nestes casos o proprietário preocupa-se apenas em reduzir custos sem qualquer preocupação técnica. Grande é a

¹ CONFEA. Decisão normativa nº 69, de 23 de março de 2001. Dispõe sobre aplicação de penalidades aos profissionais por imperícia, imprudência e negligência e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 abr. 2001. Disponível em: <<http://www.confea.org.br/normativos>>. Acesso em: 10 de jun. 2008.

² CONFEA. Lei nº 5194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 27 dez. 1966. Disponível em: <<http://www.confea.org.br/normativos>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

jurisprudência que condena estes profissionais a reparar as obras que acobertaram quando estas causam danos ou apresentam vícios construtivos.

Outro ponto de muita relevância, que deve ser abordado, refere-se a colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes tal como pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, o que é considerado como prática abusiva pelo Código de Defesa do Consumidor³ em seu artigo 39, inciso VIII.

A construtora ou profissional, independentemente do regime sob o qual desempenha a sua atividade, tem o dever de levar a efeito a obra na forma como lhe fora encomendada pelo contratante.

2.1.1 Responsabilidade Civil

O descumprimento de obrigações contratuais ou legais são as principais origens da responsabilidade civil e compreendem as medidas que obrigam o agente causador a reparar o dano moral e material causado a terceiros em razão de ato próprio, por pessoas por quem ele responde ou de fato ou coisa sob a sua guarda que é a chamada responsabilidade subjetiva, ou ainda, em razão de simples imposição legal que é a chamada responsabilidade objetiva.

2.1.1.1 Responsabilidade pela perfeição da obra

Del mar (2008) enfatiza que a principal obrigação do profissional é executar a obra tal como lhe foi encomendada, respondendo inclusive por seus prepostos. Este resultado compreende a obrigação de realizar uma obra, de modo a garantir a sua solidez e a capacidade para atender ao objetivo para o qual foi encomendada, e conseqüentemente, é responsável pelos vícios e defeitos que possa causar.

³ BRASIL. Lei nº 8078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 12 set. 1990. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 09 jun. 2008.

Fundamentado no dever de perfeição, que Meirelles (2005) observa que o Código Civil autoriza quem encomendou a obra a rejeitá-la, quando defeituosa, ou a recebê-la com abatimento de preço, se assim lhe convier. Tanto o autor do projeto quanto o executor respondem pela imperfeição da obra, até que se apure a quem cabe a incorreção profissional, equiparável à culpa comum. Essa culpa surge com a inobservância de norma técnica, de método recomendável, ou, simplesmente, da falta de cuidados usuais na elaboração do projeto ou na sua execução.

Segundo Meirelles (2005), presume-se existir esse tipo de responsabilidade, uma vez que a construção civil é, modernamente, mais do que mero empreendimento leigo, tratando-se de um processo técnico de alta especialização, demandando do profissional, além de conhecimentos técnicos, as noções de estética e arte.

Não se exime o profissional desta responsabilidade ainda que tenha seguido orientações do proprietário, pois, sendo ele detentor de conhecimentos técnicos, não deve seguir recomendações de pessoa leiga, em especial quando disso possa advir defeitos na edificação ou comprometimento à sua segurança. O Código do Consumidor⁴, por sua vez, regula a responsabilidade pelas falhas construtivas em seu artigo doze, que diz:

O fabricante, o produtor, o construtor, nacional ou estrangeiro, e o importador respondem, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, construção, montagem, fórmulas, manipulação, apresentação ou acondicionamento de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos.

2.1.1.2 Responsabilidade pela solidez e segurança da obra

Del Mar (2008) e Meirelles (2005) ressaltam que a responsabilidade pela solidez e pela segurança da obra estão previstas no artigo 618 do Código Civil Brasileiro⁵, entendendo neste caso como empreiteiro toda empresa ou profissional legalmente habilitado, contratado para executar uma construção, conforme segue:

⁴ BRASIL. Lei n° 8078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 12 set. 1990. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 09 jun. 2008

⁵ BRASIL. Lei n° 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Código Civil Brasileiro. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 11 jan 2002. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 09 jun. 2008.

Art. 618-Nos contratos de empreitada de edifícios ou outras construções consideráveis, o empreiteiro de materiais e execução responderá, durante o prazo irredutível de cinco anos, pela solidez e segurança do trabalho, assim em razão dos materiais, como do solo.

São requisitos para que haja a responsabilidade pela segurança e solidez da obra: (a) o vício de solidez e segurança da obra deve ser oculto, já que o Código Civil não tutela o vício aparente pois considera este conhecido e aceito no seu recebimento; (b) a obra deve ser de grande vulto, como uma construção de uma casa ou edifício; e (c) o vício deve comprometer a solidez e a segurança da obra, ao ponto de criar um estado de insegurança quanto à possibilidade de ruína.

A responsabilidade pela solidez e segurança da obra deve ser analisada em consonância com a responsabilidade profissional dos engenheiros, arquitetos e construtores. Segundo Meirelles (2005) esta responsabilidade pode ser transferida ao autor do projeto ou partilhada com os seus equiparados (incorporador), ou que nele interfiram, conforme a culpa de cada um.

2.1.1.3 Responsabilidade pelos materiais

Os danos causados pelo consumidor podem decorrer dos serviços técnicos de construção, bem como de defeitos relativos ao material empregado na obra. Neste caso o construtor contratado pela empreitada responde solidariamente com o fabricante do produto defeituoso (Art. 25 §1º do CDC). O construtor somente poderá ser isento desta responsabilidade caso o contratante tenha especificado ou aceito em orçamento material de qualidade inferior para depender menos. Mesmo neste caso o profissional deverá observar, por princípios éticos, que a qualidade do material não comprometa o resultado da edificação, devendo se opor a colocação de material que ofereça risco ao usuário.

2.1.1.4 Responsabilidade por projetos

Segundo Melhado(1994) projeto pode ser definido como “o conjunto de atividades e serviços, integrante do processo de produção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução”.

Os fatores de degradação estão diretamente relacionados com a concepção do edifício já que é nesta fase em que são definidas as características esperadas dos produtos empregados na construção, as condições de exposição previstas para o ambiente exterior e, principalmente, o comportamento em uso projetado do edifício construído.

Um projeto construtivo pode apresentar falhas de diversas naturezas, tais como inobservância a normas técnicas e à legislação, falhas intrínsecas, de qualidade de trabalho decorrentes de dimensionamento ou especificações inadequadas ou equivocadas, incompatibilidade de materiais, etc.

Segundo Del Mar (2008) o construtor deve ter conhecimento técnico suficiente para não executar um projeto que venha a comprometer a solidez e a segurança da edificação, e neste caso, o construtor é responsável pelos requisitos mesmo se derivados de falhas de projeto, quer por ele contratados, quer pelo dono da obra, restando-lhe chamar o projetista à lide – se cabível – ou exercer o direito de regresso. Assim, desde que sejam verificados e atendidos os requisitos técnicos minimamente aceitos, o construtor não será responsável pelo melhor ou pior desempenho da edificação.

2.1.1.5 Responsabilidade por danos a vizinhos e a terceiros

Por sua própria natureza, a construção comumente causa danos à vizinhança, sejam por recalques no terreno, vibrações, queda de materiais, sejam pelas interferências que a execução da construção propriamente dita. Com relação a estes danos provocados a vizinhos, conforme dita a questão da responsabilidade civil, deverão ser reparados por quem os causa e por quem auferir os proveitos e benefícios da obra, conforme entendimento de Meirelles (2005).

Segundo Meirelles (2005), essa responsabilidade é independente de culpa do proprietário ou do construtor, já que não se origina da ilicitude do ato de construir, mas sim da lesividade do fato da construção. Trata-se, portanto, de responsabilidade sem culpa (Art. 1277 do Código Civil Brasileiro). A responsabilidade do construtor é objetiva, independentemente de apuração de sua culpa. O construtor só não será responsável quando provar culpa exclusiva do terceiro ou a

inexistência de qualquer falha da obra ou do serviço (art. 12 §3º). Logo há uma inversão do ônus probatório, visto que ao prejudicado cumprirá apenas demonstrar que o dano foi decorrente da construção.

Provada a lesão, e desde que decorrente da construção vizinha, configura-se a responsabilidade, que no caso é solidária entre o construtor e o beneficiário da obra, impondo-lhe, portanto, o dever de reparação. O proprietário, porém, tem ação regressiva contra o construtor, se os danos decorreram de culpa de sua parte, o que caracteriza erro de imprudência, negligência e imperícia (Del Mar, 2008).

2.1.1.6 Fatores excludentes da responsabilidade

Certos fatos interferem nos acontecimentos ilícitos e rompem o nexo causal, excluindo a responsabilidade do agente. As principais são:

- Estado de necessidade;
- Legítima defesa;
- Culpa exclusiva da vítima;
- Fato de terceiro;
- Cláusula de não indenizar;
- Caso fortuito ou força maior.

Como “Estado de necessidade” e “Legítima defesa” dificilmente se aplicam a casos que ocorrem na construção civil não serão apresentados aqui.

Um exemplo de “Culpa exclusiva da vítima” são as modificações feitas nas edificações realizadas pelos usuários ou proprietários. Estas modificações podem interferir na estrutura causando danos não previstos e que são de responsabilidade do proprietário. Caso este tenha contratado alguém para realizá-los, poderá ser alvo de uma ação regressiva, porém o construtor estará isento da responsabilidade, a menos que tenha sido responsável pelas alterações.

A culpa de terceiro é quando alguém sem ligação com o empreendimento o danifica, como por exemplo, um caminhão desgovernado bate nos pilares da

garagem de um edifício e destrói estes pilares danificando a estrutura dos andares superiores.

Já a cláusula de não indenizar é aquela por meio da qual uma das partes contratantes declara, com a concordância da outra, que não será responsável pelo dano por essa experimentado, resultante da inexecução ou da execução inadequada de um contrato, dano esse que sem esta cláusula deveria ser ressarcido. A sua validade depende da observância de alguns requisitos, quais sejam: (a) bilateralidade de consentimento; (b) não-colisão com preceito de ordem pública; (c) igualdade de posição da partes; (d) inexistência do escopo de eximir o dolo ou a culpa grave do estipulante; (e) ausência da intenção de afastar obrigação inerente à função. O Código de Defesa do Consumidor considera abusiva esta cláusula mas nada impede que seja estabelecida entre o incorporador e o construtor, na esfera dos contratos apenas civis, isto é, aqueles não regidos pela legislação consumerista.

Caso fortuito é o acontecimento natural, derivado da força da natureza, ou o fato das coisas, como o raio, a inundação, etc, enquanto na força maior há o elemento humano, a ação das autoridades (*factum principis*), como no caso de revolução ou desapropriação.

2.1.2 Normas técnicas

Segundo Del Mar (2008) as normas técnicas são prescrições científicas que ajudam no aperfeiçoamento estrutural, funcional e estético da construção, e sua econômica execução e servem para impor regras no processo de produção industrial visando garantir um padrão mínimo de segurança e de qualidade na medida em que estabelecem, entre outros, a adequação de materiais e componentes utilizados, medidas e padrões corretos, bem como devem ser as informações ao consumidor do produto. De maneira geral estas regras partem do geral e abstrato e chegam ao mais específico.

As normas técnicas têm uma função orientadora e purificadora do mercado e originam-se da necessidade do homem registrar seu conhecimento e aprendizado de modo a repetir e reproduzir as suas ações, conseguindo os mesmos resultados. As normas técnicas são de propriedade comum. São regras criadas pela

sociedade técnica, chanceladas por órgão vinculado ou autorizado pelo governo, que expressam um fator de conhecimento em benefício de toda a sociedade. São instrumentos de desenvolvimento, da qualidade e não podem ser privativas.

As normas técnicas não são leis porque não seguiriam o rito do processo legislativo para a aprovação das leis e nem emanam de órgãos competentes para a edição de leis e nem seguem os preceitos da Lei Complementar n° 95, de 26 de fevereiro de 1998 que dispõe sobre a elaboração, a redação, a alteração e a consolidação das leis. Porém, embora não sejam leis, as normas técnicas têm força obrigatória.

2.1.2.1 Obrigatoriedade das Normas Técnicas

A obrigatoriedade do cumprimento das normas técnicas no Brasil decorre de vários fatores e princípios, previstos implícita ou expressamente em diversos dispositivos legais e aplicáveis às relações de um modo geral, quer se tratem de relação de consumo, quer não. Os fundamentos de natureza jurídica que estabelecem a obrigatoriedade das normas técnicas dependem da situação: a) dever ético-profissional; b) dever contratual; e c) dever legal.

O Código de Ética Profissional do Engenheiro, Arquiteto e Agrônomo, instituído pela Resolução n° 1002 do CONFEA, de 26 de novembro de 2002, estabelece que a profissão realiza-se pelo cumprimento responsável e competente dos compromissos profissionais, munindo-se de técnicas adequadas, assegurando os resultados propostos e a qualidade satisfatória nos serviços e produtos e observando a segurança nos seus procedimentos. Esta resolução ainda estabelece “A profissão é exercida com base nos preceitos do desenvolvimento sustentável na intervenção sobre o ambiente natural e construído e da incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores;”.

Esta resolução praticamente obriga o cumprimento integral de todas as normas técnicas pois pune o profissional que agir de forma irresponsável, conforme as sanções previstas no Art. 76 da Lei n° 5194/66 (advertência reservada, censura pública, suspensão ou cassação do título profissional).

Porém a regra de obrigatoriedade de atendimento às normas técnicas não pode ser considerada absoluta. Comporta exceções pois as normas são recomendações, com base na melhor técnica possível e certificada num determinado momento, para se atingir um determinado resultado. É um instrumento de meio e não de fim. Em determinado momento as técnicas podem sofrer uma evolução e os resultados esperados podem ser atingidos por outros meios, sem perda de qualidade.

É certo que o cumprimento das normas técnicas estabelece uma presunção de conformidade, de qualidade, de atendimento aos requisitos técnicos e a falta, por outro lado, impõe ao profissional o ônus de provar que o produto ou serviço atende aos requisitos mínimos de segurança e qualidades exigidos pela sociedade técnica e o mercado de consumo, ainda que não sejam normalizados.

2.1.3 Garantias

Em geral na construção civil os vícios são ocultos, pois os aparentes se presumem conhecidos pelo dono da obra quando do seu recebimento e por isso a lei estabelece um prazo de 5 (cinco) anos, instituindo em favor do dono da obra garantia pela qual o empreiteiro responde, por culpa presumida, pelos vícios ocultos que ponham em risco a solidez e segurança da obra. Alguns doutrinadores consideram essa garantia do empreiteiro como uma responsabilidade excepcional que decorre do fato de que, normalmente, quem recebe uma obra encomenda de libera a pessoa que a entregou – importando, em princípio, na cessação da responsabilidade – o que não ocorre no caso do art. 618 do Código Civil Brasileiro, que abre exceção à regra.

Del mar (2008) define a garantia como um instituto que resguarda o contratante ou consumidor contra riscos que se manifestam após a instauração da relação jurídica negocial e é inerente à compra e venda inspira no princípio da boa-fé, e delimita as responsabilidades do fornecedor e do consumidor. A garantia é obrigação contratual que gera a obrigação de indenizar. Existem dois tipos de garantia: a legal e a contratual.

A garantia legal, de acordo com o Art. 25 do Código de Defesa do Consumidor (CDC), não pode ser suprimida por vontade das partes, ao contrário da garantia contratual que tem livre conteúdo, conforme dita o Art. 50 do CDC.

De modo geral a garantia contratual é obrigatória pois decorre da lei e obriga o fornecedor a sanar os vícios ocultos e aparentes, de qualidade e quantidade, assim como indenizar o consumidor pelas perdas e danos. A garantia legal independe de termo expresso, existe naturalmente, é implícita e é dever de todos os fornecedores pois referem-se à adequação do produto ou serviço, ou seja, é total e não pode ser condicionada ou restringida.

A garantia contratual é facultativa, eventual, complementar à garantia legal, concedida em favor do consumidor e por decorrer da liberalidade do fornecedor deve ser disposta em termo escrito. Ela obriga o fornecedor, no prazo estabelecido no contrato, a manter a coisa em bom estado, não podendo, sob pena de nulidade, limitar ou restringir os direitos e efeitos da garantia legal. Por ser condicionada a determinadas hipóteses, ela pode ser total ou parcial e pode ampliar condições regulares de adequação e funcionalidade do produto ou serviço.

Ambas as garantias não abrangem os casos de mau uso ou de caso fortuito posterior ao contrato, que tornem o bem inadequado ao uso. A garantia é dada por quem construiu a obra e é ele quem responde pelas conseqüências de quaisquer problemas durante o prazo de garantia legal, seja perante o primeiro adquirente, seja perante os demais que lhe sucederem, dentro do prazo de garantia legal. A garantia contratual por depender da liberalidade das partes pode ser condicionada ao primeiro adquirente.

2.1.4 Decadência e Prescrição

Conceitualmente, segundo Del Mar (2008) decadência é a extinção do direito pela inação de seu titular, que deixa escoar o prazo legal ou voluntariamente fixado para o seu exercício, ou seja, é a causa extintiva do direito, pelo não – exercício no prazo.

A decadência pode ser legal ou convencional. A decadência legal é fixada em lei e é irrenunciável. A decadência convencional, como o próprio nome diz, é

convencionada entre as partes por ocasião da celebração de um negócio jurídico e pode ser renunciada.

Prescrição é a perda da ação atribuída a um direito e de toda a sua capacidade defensiva, em conseqüência do não-uso durante um determinado tempo. Deixando de exercer por um longo tempo o recurso judicial conferido para a defesa do direito violado, seu titular se conforma com a situação de fato, e o ordenamento jurídico, para estabelecer condições de segurança e harmonia na vida social, permite que tal situação se consolide. A prescrição constitui uma perda para o negligente que deixa de exercer seu direito de ação no tempo devido.

Os elementos fundamentais para a caracterização da prescrição são: (a) existência ou pretensão de um direito; (b) inércia de titular de direito; (c) decurso do prazo estabelecido em lei; (d) ausência de uma condição suspensiva, impeditiva ou interruptiva do curso prescricional.

A prescrição está sujeita à suspensão e a interrupção. Uma das hipóteses de suspensão é em razão de pessoas ligadas entre si por determinado vínculo jurídico, o qual dificultaria ou impediria a uma delas a defesa de seu direito. Outra hipótese é o caso dos incapazes, dos ausentes do País e os que estiverem servindo nas Forças Armadas em tempo de guerra. A interrupção da prescrição ocorre quando a parte devedora é comunicada nas formas prevista na legislação em vigor.

2.2 QUALIDADE NAS EDIFICAÇÕES

Segundo Thomaz (2001) a produção de obras e serviços sempre visou o equilíbrio do triênio preço, prazo e qualidade. Aspectos dúbios, subentendidos e omissões causam inúmeros prejuízos a consumidores diretos e indiretos e até mesmo a fornecedores.

Com o objetivo de fornecer produtos de qualidade, várias organizações vêm implantando o “Sistema de Qualidade”, que nada mais é que uma estrutura organizacional, com definições de responsabilidades, procedimentos, processo e recurso para implementação da gestão de qualidade

Na Figura 2.01 é demonstrado, de forma simplificada, o modelo de um sistema de gestão de qualidade.

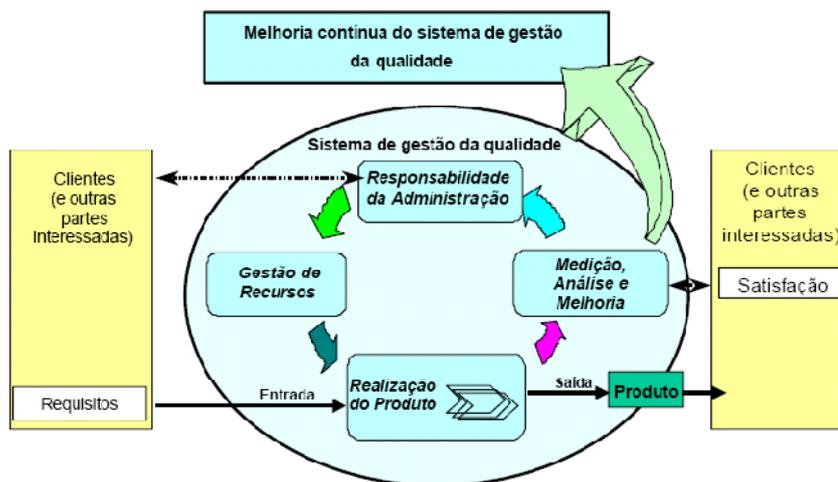


Figura 2.01 - Ilustração do modelo simplificado de um sistema de gestão da qualidade (NBR ISO 9001:2000).

Porém, Yazigi (2003) questiona os grandes esforços para introduzir na construção civil a qualidade total, pois segundo o autor, os conceitos e metodologias relativas à qualidade nasceram para indústria da transformação, sendo necessário adaptar as tais teorias para a construção civil, devido à sua complexidade e características, que dentre elas se destacam:

- reconhecida como indústria nômade;
- criação de produtos únicos, raramente seriados;
- impossibilidade de aplicar produção em série (produto passando por operários fixos), mas sim produção centralizada (operários móveis em torno de um produto fixo);
- utilização de mão-de-obra intensiva e pouco qualificada, caracterizando-se pela eventualidade, baixa remuneração, alta rotatividade e baixa possibilidade de promoção, gerando baixa motivação;
- realização de parte de seus trabalhos sob intempéries;
- o produto é geralmente único na vida do usuário;

- utilização de especificações complexas e, por vezes, conflitantes e confusas;
- as responsabilidades são dispersas e pouco definidas; e
- o grau de precisão é menor do que o utilizado em outras indústrias.

Os problemas das construções brasileiras resultam de grande conjugação de fatores, na interpretação de Thomaz (2001), como falta de investimentos, a impunidade devido à morosidade da justiça e a visão distorcida de alguns empresários da construção. Ainda, segundo o autor, outros fatores comprometem a qualidade na construção civil, entre eles:

- péssima remuneração dos profissionais de projeto e de construção;
- obsolescência nos currículos e o ensino compartimentado nas várias disciplinas dos cursos de arquitetura e engenharia;
- desconhecimento de estudos sobre as patologias dos edifícios;
- baixo índice de reciclagem técnica dos profissionais; e
- sobrecarga de funções dos engenheiros de obras, que geralmente também têm de assumir funções burocráticas e administrativas, de forma simultânea.

Apesar das dificuldades citadas, é necessário que as empresas e os profissionais da construção civil consigam entender e implementar sistemas de qualidade nas obras executadas, considerando que atualmente a qualidade virou sinônimo de competitividade.

Com o objetivo de estabelecer os primeiros conceitos de qualidade, a entidade internacional de normalização, International Organization for Standardization - ISO, lançou em 1987 a ISO 9000, que reúne as normas mais completas e atualizadas sobre a uniformização de conceitos, padronização de modelos para garantia da qualidade e, finalmente, fornecimento de diretrizes para implantação de gestão de qualidade nas organizações, em vários países.

Segundo Melhado (1994), as normas ISO motivam as empresas a adotarem normas de garantia da qualidade, com objetivo de demonstrar aos clientes que seu sistema de qualidade está de acordo com padrões internacionais.

Em 1998 o Governo instituiu em 1998 o “Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)”, que tem como objetivo geral elevar os

patamares da qualidade e produtividade da construção civil, por meio da criação e implantação de mecanismos de modernização tecnológica e gerencial, contribuindo para ampliar o acesso à moradia para a população de menor renda.

CAPÍTULO 3

PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES

No Brasil são grandes os avanços nas pesquisas como por exemplo: as Normas Técnicas para construção, especificação de materiais e de desempenho; nos materiais e nas técnicas construtivas, com o objetivo de aumentar a qualidade final do produto e reduzindo ao máximo os custos.

Degussa (2008) entende patologia como parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis e à terapia cabe estudar a correção e a solução desses problemas patológicos, inclusive aqueles devidos ao envelhecimento natural.

Cánovas (1988) cita que a “American Railway Engineering Association” publicou em 1918 uma recopilação de 25 (vinte e cinco) acidentes ocorridos em construção de concreto, classificando-os segundo sua origem em: erros de materiais, de projetos, de execução, cargas excepcionais e descimbramentos prematuros, alicerces insuficientes e incêndios, terminando essa recopilação insistindo que somente mediante uma cuidadosa inspeção seria possível diminuir o número de acidentes. Ainda segundo Cánovas (1988) a durabilidade e a resistência de uma estrutura dependem dos cuidados que se tenham em todas as fases de uma obra, à saber: projeto, construção e na manutenção.

Segundo Thomaz (2001), muitas patologias podem ser atribuídas ao negligenciamento de ações, à desconsideração de agentes agressivos ou mesmo ao pequeno conhecimento de processos degenerativos.

Cánovas (1988) aponta como uma das principais causas da patologia no concreto armado a falta de qualidade dos materiais empregados em sua execução e conclui que a patologia do concreto armado é conseqüência da falta de qualidade - imposta por uma série de normas e prescrições, logo, a patologia é uma conseqüência do não cumprimento das normas.

Nos próximos itens serão tratadas de forma sistêmica, as manifestações patológicas devido às fundações e na estrutura, principalmente, de concreto armado.

3.1 PATOLOGIAS NAS FUNDAÇÕES

Segundo Milititsky (2008) uma fundação é o resultado da necessidade de transmissão de cargas ao solo pela construção de uma estrutura. Seu comportamento é afetado por inúmeros fatores que podem ser anteriores ao projeto, passando pela construção e finalizando com os efeitos de acontecimentos pós-implantação, incluindo sua possível degradação. O aparecimento de problemas pode ter origem ou mesmo depender de uma imensa variedade de aspectos, alguns deles considerados como detalhes e menos significativos.

Um bom projeto de fundações passa necessariamente por um bom plano de investigações geotécnicas. A NBR 8036 (ABNT,1983) recomenda que o número de sondagens e a sua localização em planta dependem do tipo da estrutura, de suas características especiais e das condições geotécnicas do subsolo.

A NBR 6484 (ABNT,2001) prescreve o método de execução de sondagens de simples reconhecimento de solos, com SPT, cujas finalidades, para aplicações em Engenharia Civil, são: a) a determinação dos tipos de solo em suas respectivas profundidades de ocorrência; b) a posição do nível d'água; e c) os índices de resistência à penetração (N) a cada metro.

A escolha do tipo de fundação segundo Thomaz (2001), além das características de resistência e deformabilidade do solo, na suas diversas camadas, deve ser observada levando em consideração outros fatores, tais como:

- características e estado de conservação das obras vizinhas, quando se faz necessário proceder a um levantamento do estado destas obras, antes do início das escavações ou execução das fundações, procurando identificar recalques, fissuras e integridade da rede de esgoto;
- características das fundações e subsolos das edificações vizinhas, visando identificar cota de apoio das fundações, necessidade de reforços nessas fundações, efeitos prováveis em decorrência do desconfinamento do solo e sobreposição de bulbos de pressão;
- nível do lençol freático, presenças de matacões, material orgânico e aterros; e

- análise do nível de vibrações resultante, em caso de execução de estaca, nas obras vizinhas.

Milititsky (2008) organiza o estudo das patologias da fundação na sequência descrita abaixo:

1. investigação de subsolo e seus impactos na ocorrência de patologia. Ausência, falha e insuficiência na caracterização das condições do subsolo são as causas freqüentes na adoção de soluções inadequadas;
2. análise e projeto de fundações, destacando os mecanismos de interação solo x estrutura;
3. procedimentos construtivos;
4. eventos pós-conclusão, como alteração de uso e carregamentos;

De acordo com as etapas descritas acima, o autor apresenta o seguinte fluxograma:

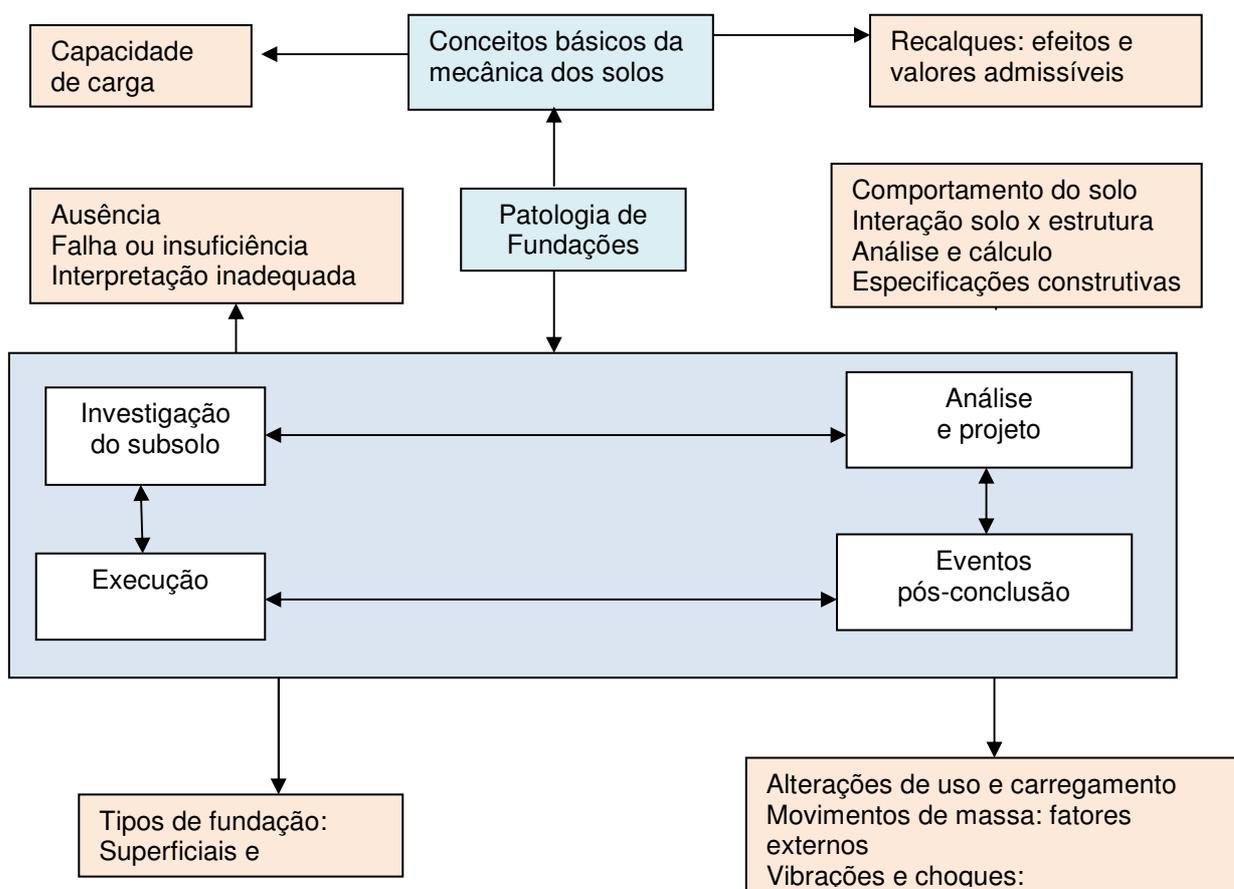


Figura 3.01 – Fluxograma das etapas de projeto e possíveis causas de patologias (Milititsky, 2008).

Segundo Colares (2006), a forma adequada de transmissão dos esforços deve atender aos requisitos básicos: segurança com relação à ruptura e recalques compatíveis com a estrutura. A análise desses recalques em fundações é fundamental para o bom comportamento estrutural das edificações, podendo evitar o aparecimento de patologias. Estes estudos têm sido desconsiderados por grande parte dos profissionais que dimensionam as fundações apenas em relação à ruptura do solo, o que não garante o bom funcionamento estrutural.

Segundo Milititsky (2008) o problema de recalque é bastante complexo, pois não existe um limite reconhecido a partir do qual se considera problemática a segurança ou o desempenho da estrutura

A manifestação reconhecível de ocorrência de movimento nas fundações é o aparecimento de fissuras nos elementos estruturais, sempre que a resistência dos componentes da edificação ou conexão entre os elementos é superada pelas tensões geradas na movimentação. Muitas vezes as movimentações das fundações são ocasionadas por fatores externos como por exemplo a escavação em terreno vizinho, vibrações próximas e carregamento em terreno vizinho independentemente do elemento estar bem dimensionado e ter sido bem executado.

A NBR 6122(ABNT, 1996) orienta, que qualquer obra de fundação, escavação ou rebaixamento de lençol d'água feita próximo a construções existentes deve ser projetada levando em conta seus eventuais efeitos sobre estas construções. Recomendação essa também prevista na NBR 9061(ABNT, 1985), que enfatiza a preocupação quanto ao escoamento ou ruptura de terreno de fundação, quando a escavação atinge nível abaixo da base de fundações num terreno vizinho, este terreno pode deslocar-se para o lado da escavação produzindo recalques ou rupturas.

De acordo com Dal Molin (1988), a alteração no estado de tensões no solo, devido à escavação próxima a edificação, causa deformação no solo. No caso de algum elemento de fundação ou da edificação, estiver próximo às regiões em que ocorreram as deformações, estas sofrerão movimentações e conseqüentes surgimentos de trincas e fissuras em seus elementos. As edificações executadas com fundações superficiais são as mais afetadas (Figura 3.02).

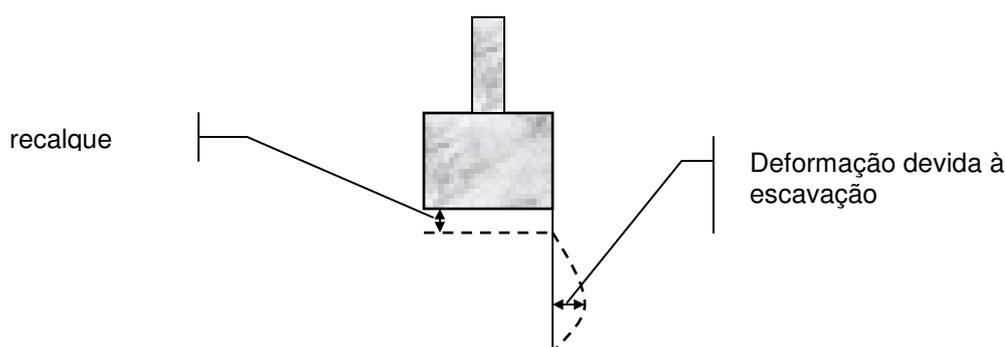


Figura 3.02 – Recalque de fundação proveniente da deformação do solo devido à escavação (DAL MOLIN, 1988).

Caputo (1989) diz que a superposição dos campos ou bulbos de pressão é causa de recalques bastando haja a intersecção dos bulbos de transmissão de tensões ao solo pelas fundações dos prédios vizinhos (Figura 3.03), ou execução de aterros, alterando os valores das tensões efetivas atuantes na área interceptada, e, conseqüentemente provocando recalque nesta região, na edificação mais antiga.

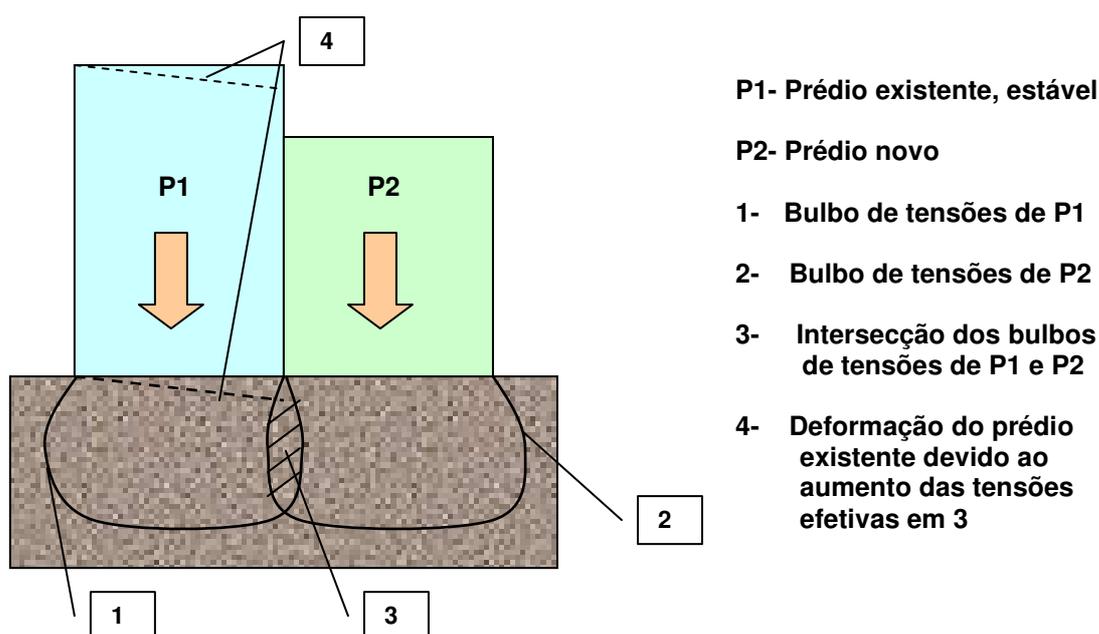


Figura 3.03 – Intersecção dos bulbos de tensões de duas edificações vizinhas (CSTC, 1983 apud SILVA, 1993).

Na pesquisa realizada por Silva (1993), referente a problemas em fundações correntes no Estado do Rio Grande do Sul, as fissuras causadas por movimentações das fundações, possuem algumas características básicas:

- podem ser horizontais, verticais ou inclinadas;
- no caso de movimentação diferencial nas fundações, a edificação apresenta, na maioria dos casos, pelo menos uma parede com fissura inclinada, exceto quando partes da edificação, executadas sem juntas entre elas, possuem carregamentos diferenciados (Figura 3.04-a), com fundações assentes a diferentes profundidades (Figura 3.04-b) ou executadas com elementos de fundações diferentes e descontínuos (Figura 3.04-c), quando surgiram fissuras verticais, nos locais onde deveria existir uma junta de movimentação;

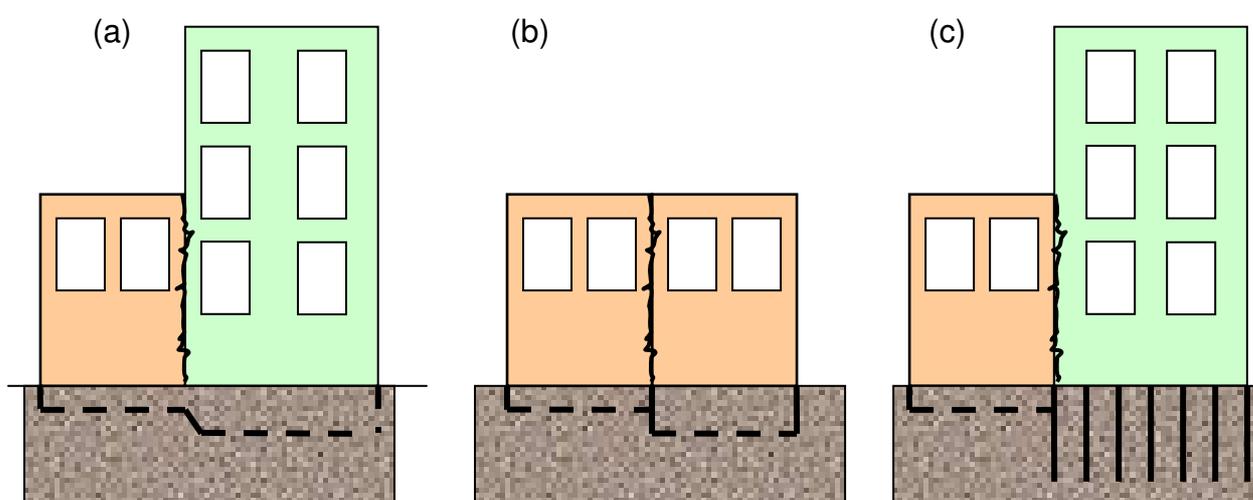


Figura 3.04 – Exceções de tipo de fissura em edificações devido a movimentações diferenciais (SILVA, 1993).

- aparecem em ambas as fases do componente atingido;
- no caso de edificações com alvenarias portantes e com vários pavimentos, as fissuras aparecem em todos os pavimentos e com mesma intensidade; no caso de edificações com estrutura de concreto armado, as fissuras são mais expressivas nos pavimentos inferiores;
- geralmente tem maior abertura em uma das extremidades;
- quando houver várias fissuras terão, aproximadamente, a mesma direção, portanto, não apresentando configuração mapeada; e
- a configuração depende da homogeneidade de cada componente. No caso de uma alvenaria com boa aderência entre a argamassa e o bloco cerâmico, frente a um recalque diferencial, a fissura será semelhante a da Figura 3.05-a, caso

contrário, a fissura irá se desenvolver na interface argamassa/bloco, conforme Figura 3.05-b.

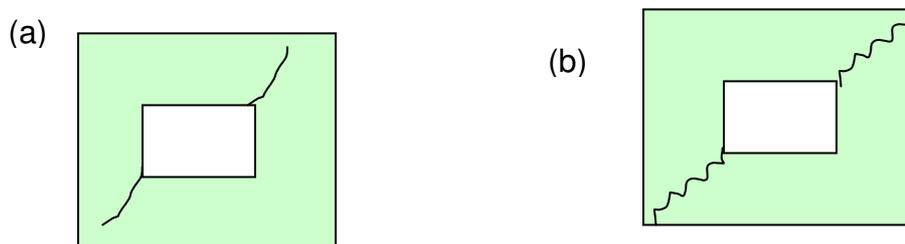


Figura 3.05 – Tipos de fissuras em alvenarias devido a movimentações diferenciais das fundações (SILVA, 1993).

Segundo Milititsky (2008) são relativamente comuns os problemas no processo de investigação do subsolo. Estes problemas podem comprometer os resultados obtidos e o projeto. São relativamente comuns os erros na localização do sítio da obra (execução feita em local diferente), localização incompleta, adoção de procedimentos indevidos ou ensaio não padronizado, uso de equipamento com defeito ou fora de especificação, falta de nivelamento dos furos em relação à referência bem identificada e permanente, má descrição do tipo de solo, entre outros.

Não podem ficar de fora os procedimentos fraudulentos de geração de resultados, que são muito difíceis de serem identificados mas que, segundo o autor, são freqüentes e por isso ele recomenda a contratação de empresas comprovadamente idôneas para realizar estes ensaios, bem como a supervisão nos trabalhos de campo.

3.1.1 Eventos Pós-Conclusão das Obras

Milititsky (2008) cita que existem casos em que ao final da construção a fundação apresentava comportamento adequado mas, por causa de eventos pós-conclusão, tem depois alteradas sua segurança e estabilidade. Alguns itens a seguir explicitados podem ter sua ocorrência prevista e permitem a adoção de medidas preventivas ainda durante a fase de projeto; outros, entretanto, são imprevisíveis ou fortuitos e acabam sendo tratados como acidentes ou problemas.

3.1.1.1 – Alteração no Uso da Edificação

Em grandes centros urbanos ocorrem alterações no uso das edificações, como por exemplo, um sobrado residencial que devido ao grande valor econômico dos imóveis da região, passa a ser utilizado como uma obra comercial tendo alguns de seus cômodos utilizados como depósito. As sobrecargas de projeto são decididas em função da utilização inicialmente prevista pelo layout de funcionamento, sendo alteradas substancialmente, com implantação ou aumento de elementos especiais, mezaninos e outros, provocando aumento de carga nas fundações.

Segundo Milititsky (2008), quando ocorrem modificações no uso de uma estrutura as solicitações podem variar, ocasionando elevação ou alteração de cargas incompatíveis com suas fundações. Essa é uma situação típica de transformação ou alteração de uso de prédios comerciais ou industriais, quando as sobrecargas atuantes sofrem incremento significativo.

É sempre importante verificar as condições para as quais as fundações foram efetivamente projetadas, considerando as cargas da estrutura propriamente dita e também seu entorno, antes de permitir a alteração de uso das instalações.

As novas situações de distribuição ou concentração de cargas podem provocar recalques ou exceder a capacidade das fundações existentes, que já recalcam na construção original, causando o aparecimento de fissuração indesejada e mesmo acidentes importantes.

Segundo Milititsky (2008), em relação à alteração de uso de terrenos vizinhos, dois tipos de situação podem ocorrer: Uma nova construção edificada sem o cuidado essencial de promover junta entre ela e a já existente. Essa situação é mais freqüente do que se poderia supor, e também ocorre em ampliações de obras em que a nova etapa é construída sem junta. Outra situação ocorre quando são realizadas construções de grande porte ou estocagem de materiais pesados junto a prédios com fundações diretas ou profundas leves, ocasionando superposição de pressões e recalques adicionais na edificação antiga.

3.2 PATOLOGIAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Conforme Mehta e Monteiro (1994), o concreto pode ser considerado durável quando foi adequadamente dosado, lançado e curado. Porém, Cánovas (1988) pondera que o concreto é um material formado por cimento, agregados, água e em alguns casos, aditivos e os defeitos de cada um destes materiais podem influir sobre as características mais importantes do concreto: resistências mecânicas, estabilidade e durabilidade.

A degradação do concreto raramente é devida a uma única causa, em estágios mais avançados de degradação do material, mais de um fenômeno deletério estará em ação (METHA, MONTEIRO, 1994).

Segundo Nince (1996), em pesquisa realizada nas estruturas de concreto armado executadas na Região Centro-Oeste, constatou que em Goiânia as manifestações patológicas de maiores incidências no concreto armado são as fissuras, a segregação e a corrosão, conforme Figura 3.06. O somatório das patologias é superior a 100% devido à superposição de manifestações e corresponde a 152,7%.

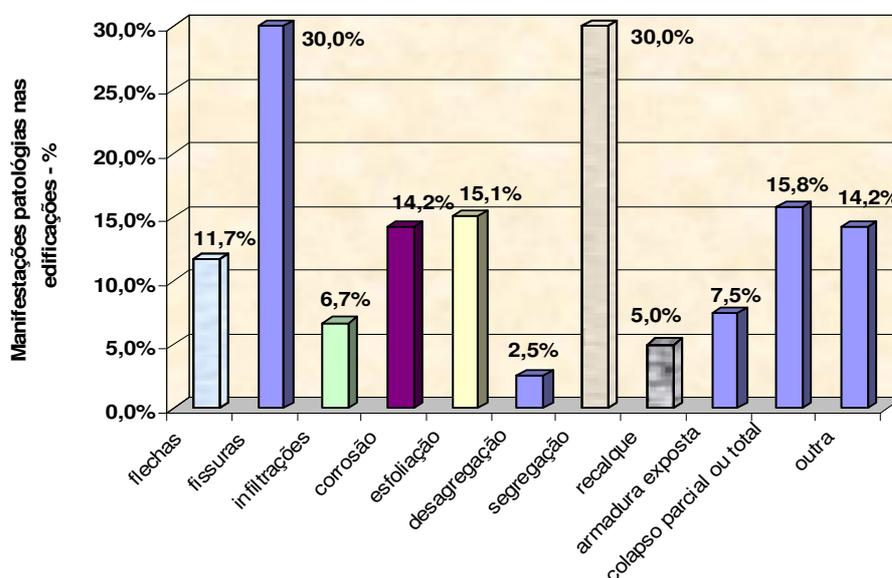


Figura 3.06 – Incidência de manifestações patológicas em estruturas de concreto executadas em Goiânia (NINCE, 1996).

Neste trabalho são abordadas as patologias nas estruturas de concreto armado: fissuras, deformação estrutural, corrosão das armaduras, lixiviação de compostos hidratados, falta de qualidade e espessura do cobrimento, irregularidade geométrica, segregação do concreto, falhas de projetos e de manutenção.

3.2.1 Fissuras

Em todas as construções, que tem sua estrutura executada em concreto, fissuras podem surgir depois de anos, dias ou mesmo horas. As causas destas fissuras são várias e de diagnóstico difícil. O termo fissura é utilizado para designar a ruptura ocorrida no concreto sob ações mecânicas ou físico-químicas (FIGUEIREDO, 1989).

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2003), as fissuras são consideradas agressivas quando sua abertura na superfície do concreto armado ultrapassa os seguintes valores:

- 0,2 mm para peças expostas em meio agressivo muito forte (industrial e respingos de maré);
- 0,3 mm para peças expostas a meio agressivo moderado e forte (urbano, marinho e industrial);
- 0,4 mm para peças expostas em meio agressivo fraco (rural e submerso).

A posição das fissuras nos elementos estruturais, sua abertura, sua trajetória e seu espaçamento, podem indicar a causa ou as causas que as motivaram. Na Figura 3.07, em pesquisa sobre as fissuras em estruturas de concreto armado, Dal Molin (1988) detectou as principais causas de fissuras, com as respectivas incidências:

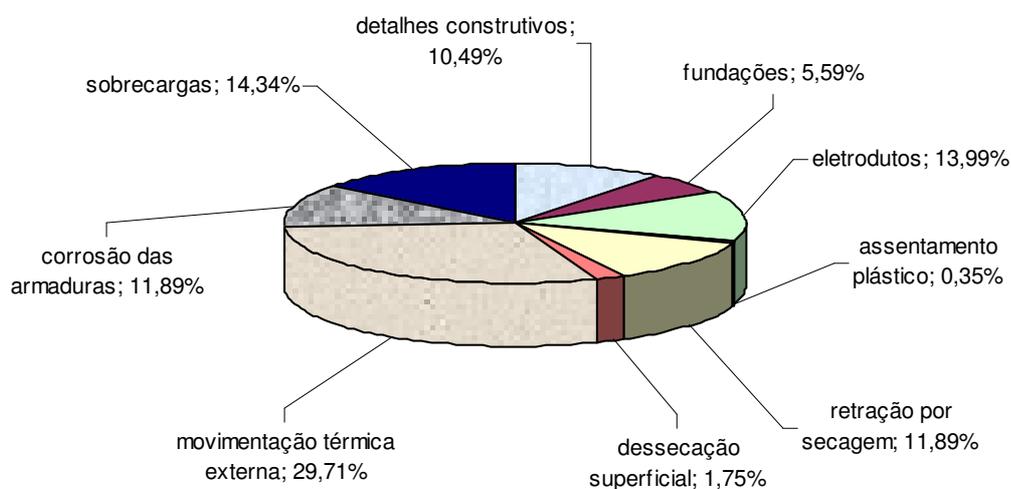


Figura 3.07 – Tipos e incidência de fissuras em concreto armado (DAL MOLIN, 1988).

Considerando as características dos documentos analisados para realização desta pesquisa e a impossibilidade de realizar ensaios de laboratórios para análise físico-química dos elementos estruturais, as fissuras foram classificadas em dois grupos: um com as fissuras devidas aos materiais constituintes ou falhas construtivas, quando serão abordadas as causas relativas ao assentamento plástico, dessecação superficial, retração por secagem e retração térmica externa, e, no segundo grupo as fissuras decorrentes de cargas estruturais.

3.2.1.1 Fissuras devidas aos materiais constituintes ou falhas construtivas

As fissuras relativas ao assentamento plástico surgem algumas horas após o concreto fresco ter sido lançado, vibrado e acabado, no entanto, a superfície do concreto tende a continuar assentando. Nesse momento, com o aparecimento de restrições, como de agregado graúdo e de barras de aço, são propícias a formação de fissuras que se desenvolverão acima dessas obstruções (GUZMÁN, 2002). Dal Molin (1988) afirma que o assentamento plástico ocorre geralmente durante o

período que antecede a pega, portanto deve este intervalo ser o menor possível visando diminuir a sedimentação do concreto.

O fator que influencia o aparecimento das fissuras devido à dessecação superficial é a evaporação rápida da água da superfície do concreto lançado, principalmente, em ambientes secos, denominada de “zona de cura afetada”. Esta fissuração se inicia no momento em que a taxa de evaporação da água da superfície do concreto, excede a taxa de água de exsudação, segundo Al-Fadhala e Hover (2001).

A National Ready Mixed Concrete Association (1960), apud Al-Fadhala e Hover (2001), publicou uma versão simplificada da fórmula de Menzel, adotando o parâmetro de 1 kg/m²/h de água evaporada, como um indicativo potencial de risco de fissuração por retração plástica, valor esse atualmente aceito por vários autores. A taxa de evaporação de água, das equações citadas, é calculada com base na temperatura do concreto e do ar, umidade relativa e velocidade do vento medida a cinquenta centímetros acima da superfície analisada (Figura 3.08).

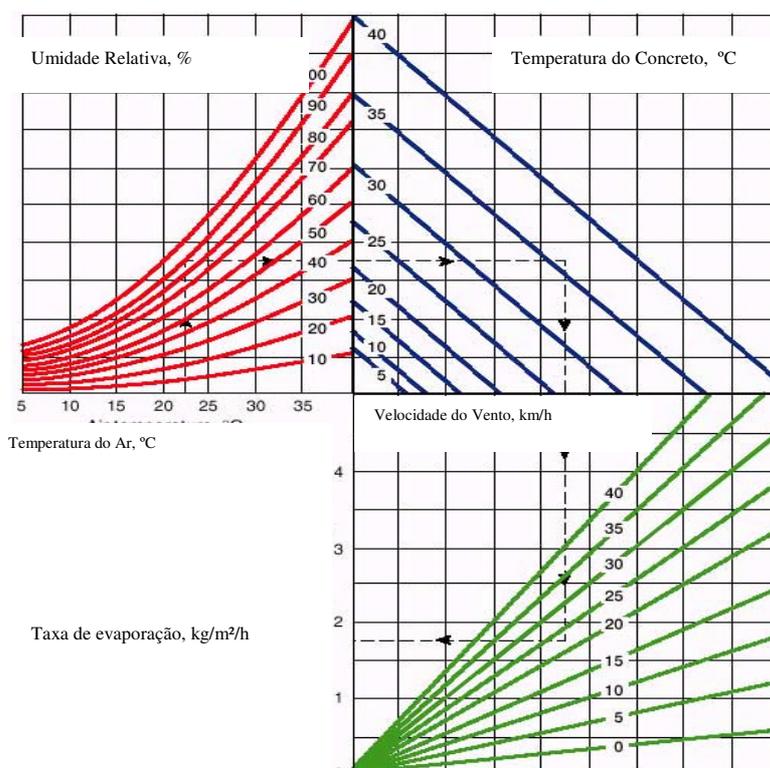


Figura 3.08 – Ábaco da taxa de evaporação (MENZEL, 1954 apud CEMENT.CA, 2006).

Em alguns casos, a cura adequada pode evitar o aparecimento das fissuras por dessecação superficial, porém em ambientes com baixa umidade do ar, alta temperatura ou ventos fortes, a cura usual pode não evitar a patologia. A adoção de aditivos anti- evaporantes, lançados no concreto antes da execução da cura, agem de forma a evitar a rápida evaporação da água superficial (BESERRA, 2005). Apesar destas constatações, segundo Aïtcin (2002), a cura é sempre melhor do que não adotar nenhum procedimento de cura.

As fissuras decorrentes da retração por secagem decorrem da contração volumétrica da pasta pela saída da água do concreto conservado em ar não saturado. Esta retração ocorre em função da evaporação da água interna do concreto, iniciando-se a partir da superfície em contato com o ambiente, prolongando-se em direção ao interior da peça (DAL MOLIN, 1988). Os agregados, que ocupam 65% a 75% do total do volume do concreto têm uma maior influência no controle da retração.

Os fatores que influenciam a capacidade das partículas do agregado de restringirem a retração por secagem são a compressibilidade do agregado e extensibilidade da pasta, a aderência entre a pasta e o agregado, o grau de fissuração da pasta de cimento e a contração dos agregados devido à secagem. A compressibilidade do agregado tem a maior influência na magnitude da retração por secagem do concreto (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE -ACI 224R, 1990).

As fissuras originadas devido a variações térmicas externas podem ser decorrentes de influências externas, mudanças nas condições ambientais, incêndios e influências internas, como o calor de hidratação do cimento (DAL MOLIN, 1988).

O aspecto das fissuras por retração térmica é muito semelhante ao das fissuras por retração por secagem, sendo perpendiculares ao eixo principal dos elementos, de largura constante e produzindo o seccionamento do elemento. A falta ou construção inadequada de juntas de dilatação dará lugar a fissuras se o concreto não resistir (ARANHA, 1994).

3.2.1.2 Fissuras devidas às cargas estruturais

Os elementos estruturais são dimensionados com base nas solicitações a que serão submetidos. Havendo um acréscimo das cargas atuantes ou uma falha na execução do concreto, surgem as fissuras estruturais. As ocorrências podem ter origens na etapa do projeto, execução e/ou utilização, segundo Souza e Ripper (1998).

Nas fissuras devido à flexão e ao esforço cortante, a seção de momento máximo e descontinuidade no diagrama de esforço cortante, as fissuras são aproximadamente ortogonais à armadura de flexão. Nessa região, a tensão de tração atinge seu valor máximo, superando a resistência do concreto. As fissuras são praticamente verticais no terço médio do vão e inclinam-se à aproximadamente a 45°, junto aos apoios, devido à influência do esforço cortante. Em ambos os casos, elas não ultrapassam a altura da linha neutra, conforme verificado na Figura 3.09. (HELENE, 2003).

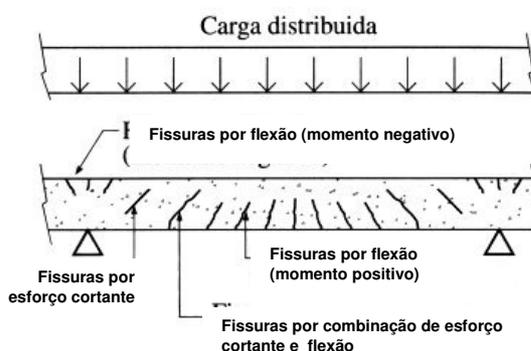


Figura 3.09 – Representação esquemática das patologias observadas em vigas de concreto armado com fissuração devido ao esforço cortante e flexão (HELENE, 2003).

Nos elementos estruturais submetidos à torção diagonal, tem-se fissuras a 45° em cada face da peça, do tipo helicoidal, como indicada na Figura 3.10. Na maioria dos casos os elementos estruturais submetidos à torção são, também, submetidos à flexão e ao esforço cortante. Quando a tensão de tração na diagonal supera a resistência à tração do concreto, ocasiona uma ruptura brusca (HELENE, 2003).

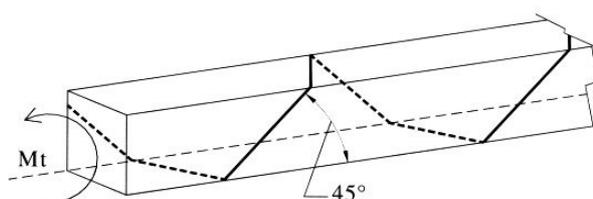


Figura 3.10 – Representação esquemática da fissuração devido ao esforço de torção diagonal (HELENE, 2003).

As fissuras produzidas pela ação de esforço de tração axial são apresentadas perpendicularmente à direção do mesmo, conforme Figura 3.11a. Este tipo de deformação é pouco freqüente no concreto armado, tendo em vista que as armaduras tendem a absorver as solicitações (CÁNOVAS, 1988). Ainda, segundo o autor, os elementos estruturais submetidos à compressão axial apresentam fissuras geralmente paralelas à direção de aplicação da força (Figura 3.11b). Mas, vários outros fatores podem interferir na forma de apresentação das fissuras, entre algumas podemos citar: a esbeltez da peça, tipo de agregado utilizado na composição do concreto e coação transversal existentes nos extremos do elemento, ver Figura 3.11c (CÁNOVAS, 1988).

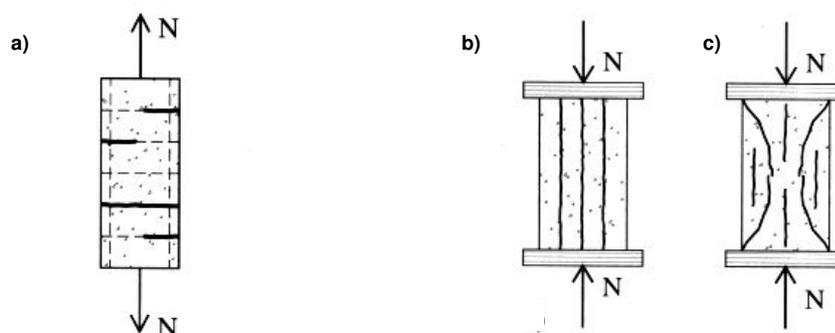


Figura 3.11 – Representação esquemática da fissuração devido ao esforço de tração e compressão (CÁNOVAS, 1988).

3.2.2 Deformação estrutural

Segundo Sabbatine (1998), as estruturas executadas na década de sessenta, possuíam vão médio entre apoios de quatro metros, sendo que as atuais o vão médio é de sete metros, como conseqüência as estruturas apresentam maiores

deformações. Ainda, em relação às mudanças do tempo de colocação em carga da estrutura, associadas a deformabilidade do concreto, entende que ocorreu uma mudança radical na amplitude de deformação lenta total da estrutura, que pode ser estimada em quatro vezes maior do que das estruturas da década de sessenta.

Segundo Kuperman (2007) a fluência dos concretos carregados a baixas idades é maior nas primeiras semanas de carregamento se comparada com concretos carregados a idades maiores. Esse comportamento é devido ao maior grau de hidratação dos concretos mais velhos, que apresentam estrutura interna mais compacta e menos água disponível.

A NBR 6118(ABNT, 2003) prevê as análises global e localizada das deformações, de maneira que a estrutura seja verificada como um todo e em partes, e estabelece limites de deformabilidade. A consideração da fluência no cálculo estrutural é obrigatória por essa norma e pode ser obtida por uma análise simplificada ou complexa. A norma técnica nacional correlaciona o valor da fluência do concreto aos valores de módulo de elasticidade, dimensões do elemento estrutural, umidade e outros, em função do conhecimento já adquirido nas pesquisas realizadas.

A NBR 6118(ABNT, 2003) orienta que na falta de ensaios específicos e quando não existirem dados mais precisos sobre o concreto usado na idade de 28 dias, o módulo de elasticidade pode ser estimado pela fórmula:

$$E = 5600 \times \sqrt[2]{f_{ck}}$$

3.2.3 Corrosão das Armaduras

Segundo Aranha (1994), a corrosão das armaduras é uma das principais patologias que se tem observado nas estruturas de concreto armado. (Figura 3.12) Segundo o autor, a permeabilidade do concreto, devido à alta relação água/cimento e à dosagem inadequada, a falha na elaboração do projeto estrutural e/ou na execução da obra, quando não garantem os cobrimentos das armaduras normalizados, constituem-se nas principais causas da corrosão das armaduras.



Figura 3.12– Corrosão da armadura em laje. (Crea/GO)

A corrosão das armaduras é um processo eletroquímico que para ocorrer necessita da presença simultânea de umidade e do oxigênio (Figura 3.13). O processo de corrosão ocorre quando a célula eletroquímica estabelece um processo anódico e um processo catódico. O processo anódico não pode ocorrer até que o filme protetor ou passivo de óxido de ferro seja removido ou tornando permeável pela ação de íons Cl^- (SOUZA; RIPPER, 1998).

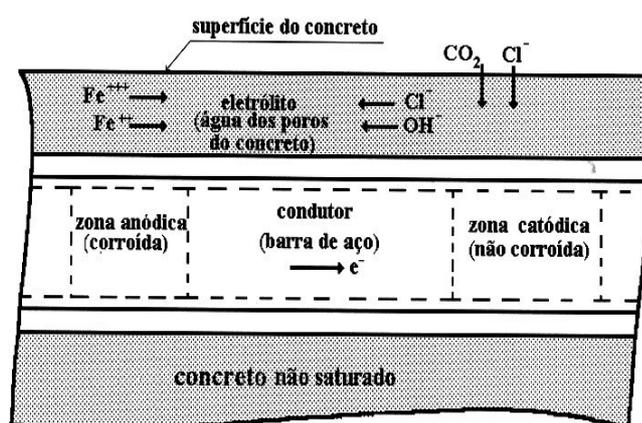


Figura 3.13 – Célula de corrosão no meio concreto armado (SOUZA; RIPPER, 1998).

Segundo Cascudo (1997), a pasta de cimento Portland possui de 20% a 25% de hidróxido de cálcio, conferindo a essa uma alcalinidade suficiente para manter acima de 12,5 o pH do concreto, garantido a passividade da armadura do

aço que necessita que o concreto tenha pH acima de 11,5. Segundo o autor a causa mais comum da corrosão na Região Centro-Oeste é decorrente da carbonatação

A existência de gás carbônico na atmosfera, juntamente com a umidade (a considerada ótima varia entre 50% a 70%), reage principalmente com Ca(OH)_2 , resultando no CaCO_3 , que reduz o pH da água dos poros da pasta de cimento para aproximadamente nove, destruindo a camada de passivação de óxido de ferro, podendo ocorrer corrosão desde que estejam presentes o oxigênio e a umidade (MEHTA, MONTEIRO, 1994).

Na corrosão, há a transformação do aço das armaduras em óxido ferroso, que provoca um aumento do volume de seis a dez vezes em relação ao volume original. Devido a esta expansão ocorre a fissuração e desprendimento do concreto localizado na região do cobrimento. Na Figura 3.14, são apresentados valores estimativos de diminuição da seção transversal das armaduras ($\Delta\varnothing$), com as respectivas conseqüências (HELENE, 2003).

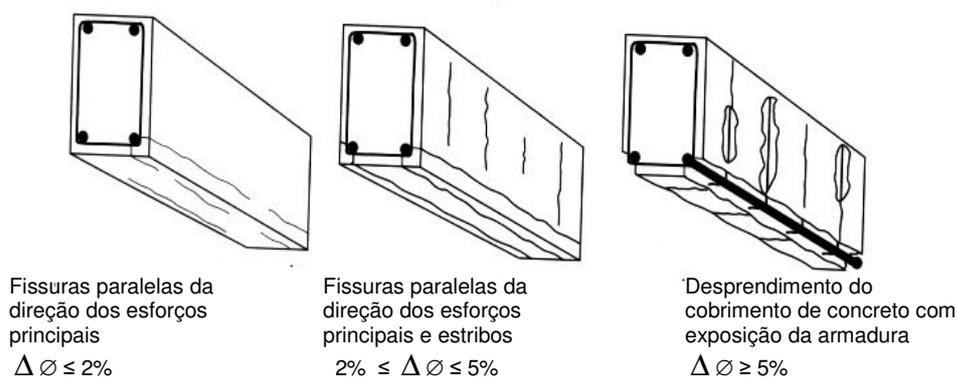


Figura 3.14 – Representação esquemática das patologias tipicamente observadas em vigas de concreto afetadas por corrosão (HELENE, 2003).

3.2.4 Lixiviação de compostos hidratados

A água é o solvente universal por excelência. A lixiviação é a ação extrativa ou de dissolução que os compostos hidratados da pasta de cimento podem sofrer quando em contato com a água. (JORGE, 2001).

A água pura ou ácida em contato com a pasta de cimento, tendem a hidrolisar ou dissolver os seus compostos contendo cálcio. No caso de água corrente

ou infiltração sob pressão, caso dos reservatórios de água e das piscinas, ocorre uma diluição contínua, até que a maior parte do hidróxido de cálcio, tenha sido retirado por lixiviação, expondo os outros constituintes cimentícios, entre eles os silicatos e aluminatos, à decomposição química (MEHTA, MONTEIRO, 1994).

Conforme Laner (2001) e Freire (2005), com a dissolução do hidróxido de cálcio da pasta de cimento, ocorrem vazios provocando maior porosidade na matriz da pasta de cimento do concreto, tornando seu meio mais ácido, podendo reduzir o pH do extrato aquoso dos poros do concreto, com risco de despassivação da armadura. Segundo Carasek (2005b), a desestabilização dos silicatos e aluminatos aumentam ainda mais a porosidade da pasta, com redução da resistência mecânica do concreto.

Na lixiviação do hidróxido de cálcio, com a conseqüente formação do carbonato de cálcio insolúvel, ocorre o aparecimento de eflorescência caracterizada por depósitos de cor branca na superfície do concreto, conforme Figura 3.15 (NEVILLE, 1997). Algumas vezes, esse depósito aparece sob a forma de estalactites.

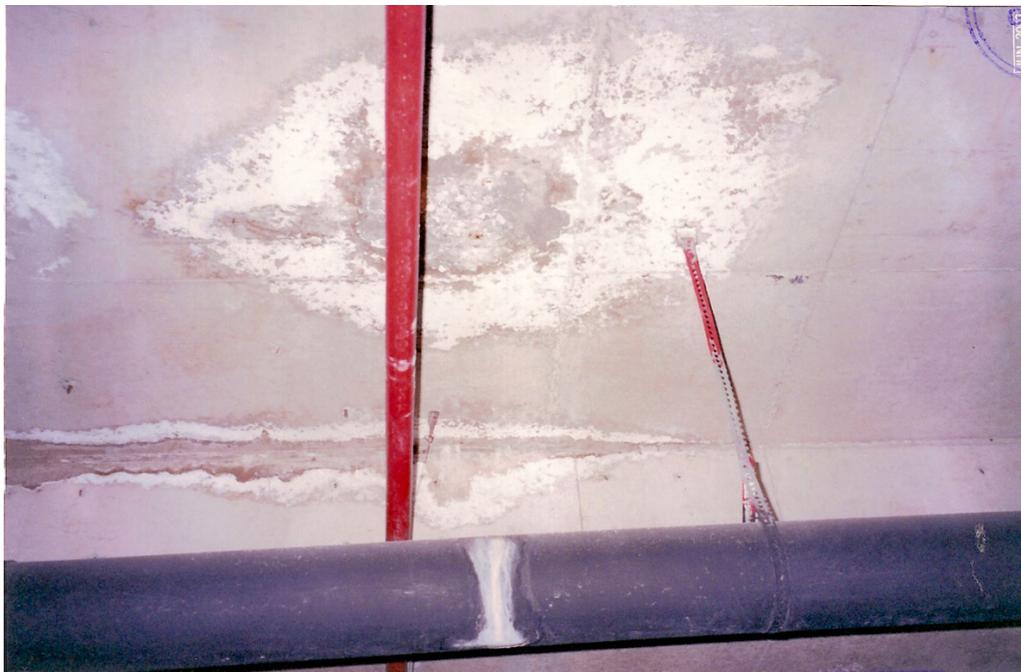


Figura 3.15 - Vista de uma laje térrea com eflorescência devido ao processo de lixiviação, devido à falha na impermeabilização. (Neville, 1997)

3.2.5 Falta de qualidade e espessura do cobrimento

A NBR 6118(ABNT, 2003) afirma que a durabilidade das estruturas é dependente da qualidade e da espessura do concreto do cobrimento da armadura, determinando a sua resistência à maioria dos fenômenos de degradação. Ela estabelece que na impossibilidade de ensaios comprobatórios de desempenho da durabilidade da estrutura frente ao tipo e nível de agressividade, deverão ser adotados os seguintes requisitos, conforme consta do Quadro 3.1, para elementos estruturais de concreto armado:

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Cobrimento nominal mm	
I	Fraca	Laje	20
		Viga/Pilar	25
II	Moderada	Laje	25
		Viga/Pilar	30
III	Forte	Laje	35
		Viga/Pilar	40
IV	Muito Forte	Laje	45
		Viga/Pilar	50

Quadro 3.01 – Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal (NBR 6118, 2003).

Porém, Helene (1993) ressalta que a qualidade efetiva do concreto superficial de cobrimento e proteção dependem, também, da adequabilidade da forma, do aditivo desmoldante e, principalmente, da cura adequada desta superfície. Conforme pode ser observado na Figura 3.16 a viga em concreto armado apresenta má qualidade do concreto de cobrimento, bem como a deficiência de espessura do mesmo. Na Figura 3.17 observa-se que o pilar e a viga apresentam má qualidade.



Figura 3.16 - Vigas em concreto armado sem qualidade e espessura de cobrimento. (Crea/GO)



Figura 3.17 – Viga e Pilar em concreto armado sem qualidade. (Crea/GO)

3.2.6 Irregularidade geométrica dos elementos de concreto armado

Segundo Aranha (1994), as irregularidades geométricas dos elementos de concreto armado são modificações, em relação ao especificado no projeto estrutural e/ou no projeto de fôrmas, na geometria dos elementos, podendo ocorrer em nível de planeza, esquadro ou nas alterações das dimensões das seções das peças acima do tolerado pela NBR 14931 (ABNT,2004) (Quadro 3.02).

Dimensão (a) cm	Tolerância (t) Mm
$a \leq 60$	± 5
$60 < a \leq 120$	± 7
$120 < a \leq 250$	± 10
$a > 250$	$\pm 0,4\%$ da dimensão

Quadros 3.02 – Tolerâncias dimensionais para seções transversais de elementos estruturais (NBR 14931, 2004).

A qualidade da madeira utilizada na execução de fôrmas é enfatizada por Yazigi (2003), orientando que sejam observadas a inexistências dos seguintes defeitos: desvios dimensionais, arqueamento, encurvamento, encanoamento, nós, rachaduras, fendas, perfurações por insetos ou podridão, bem como deverá também ser observada a classe de qualidade industrial, quando da utilização de madeira serrada de coníferas e quando da utilização de madeira compensada, os defeitos mais freqüentes são: desvios dimensionais, número de lâminas inadequado à sua espessura, desvio de esquadro ou de superfície. Cuidados nas execuções das fôrmas e do escoramento podem evitar irregularidades geométricas dos elementos em concreto armado, conforme mostra a Figura 3.18.



Figura 3.18- Vigas em concreto armado com irregularidades geométricas. (Crea/GO)

3.2.7 Segregação do concreto

Mehta e Monteiro (1994) definem a segregação como sendo a separação do concreto fresco de tal forma que a sua distribuição deixa de ser uniforme, comprometendo sua compactação, essencial para atingir o potencial máximo de resistência e durabilidade (Figura 3.19). A causa da segregação é uma combinação de consistência inadequada, massas específicas excessivamente distintas, armaduras em alta densidade, condições inadequadas de transporte, lançamento e adensamento do concreto.



Figura 3.19- Elementos em concreto armado com segregação.(Crea/GO)

A NBR 14931(ABNT, 2004) recomenda que o concreto deve ser lançado com técnica que elimine ou reduza significativamente a segregação entre seus componentes, observando-se maiores cuidados quanto maiores forem à altura de lançamento e a densidade de armadura. Principalmente, quando a altura de queda livre do concreto ultrapassar a dois metros, no caso de peças estreitas e altas.

3.2.8 Reação Álcali Agregado

Ainda pouco estudada pelo meio técnico, a reação álcali-agregado em estruturas é de recuperação cara e complexa e por isso, apesar de não ter sido encontrado nenhuma ocorrência em nosso estudo, esta patologia será apresentada de forma breve para que seja lembrada de sua possibilidade de ocorrência ainda que rara em nosso estado.

Segundo Hasparyk (2005), a reação álcali-agregado (RAA) é definida como sendo a reação química que ocorre entre alguns minerais presentes nos agregados e hidróxidos alcalinos, na estrutura interna do concreto. Geralmente a principal fonte destes hidróxidos é o cimento Portland utilizado na confecção do concreto. A reação requer a atuação conjunta de água, agregado reativo e álcalis em teores suficientes. Logo a prevenção deve ser feita a partir da eliminação de um dos fatores, com o emprego de:

- Isolamento da umidade
- Agregados inertes
- Cimentos com baixos teores de álcalis;
- Emprego de materiais mitigadores da RAA

Alguns dos efeitos mais comuns gerados pelo efeito da expansão desta reação são microfissuras, perda de aderência da pasta de cimento junto aos agregados, movimentações de juntas de dilatação/contração e de concretagem, entre outras (VALDUGA, 2002)

Segundo o *Comitê de Especialistas do Ibracon para Reações Expansivas em Estruturas de Concreto/2º semestre de 2005*, a reação álcali-agregado tem sido comumente dividida em três tipos: Reação Álcali-Sílica (RAS), Reação Álcali-Silicato (RASS) e Reação Álcali-Carbonato (RAC). Em todos os casos, a consequência principal é a expansão continuada do concreto ao longo de 60 anos e sua consequente fissuração.

- **Reação Álcali-Sílica (RAS):** é a principal e mais recorrente no Brasil e acontece quando os vários tipos de sílica reativa presentes nos agregados reagem com os íons hidroxila existentes nos poros do concreto. A sílica reage com os álcalis sódio e potássio formando um gel sílico-alcalino,

altamente instável, que começa a absorver água e a se expandir, ocupando um volume maior que os materiais que originaram a reação.

- **Reação Álcali-Silicato (RASS):** é o tipo de RAA mais encontrado em barragens construídas no Brasil e em blocos de fundação na região do Grande Recife. Consiste na reação entre álcalis disponíveis e alguns tipos de silicatos eventualmente presentes em certas rochas sedimentares, rochas metamórficas e ígneas. É uma reação que está basicamente relacionada à presença de quartzo tensionado, quartzo microcristalino a criptocristalino e minerais expansivos do grupo dos filossilicatos.
- **Reação Álcali-Carbonato (RAC):** é a mais rara de todas e acontece quando certos calcários dolomíticos são usados como agregado em concreto e são atacados pelos álcalis do cimento, originando uma reação denominada desdolomitização. Trata-se de uma reação bem complexa, cujas conseqüências são bem mais graves, mas ainda existem várias divergências sobre o provável mecanismo da reação.

Em maio de 2008 foi lançada a NBR 15577(ABNT, 2008) cujo título geral é “Agregados – Reatividade álcali-agregado” e foi dividida em seis partes:

1. Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto;
2. Coleta, preparação e periodicidade de ensaios de amostras de agregados para concreto;
3. Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis;
4. Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado;
5. Determinação da mitigação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado;
6. Determinação da expansão em prismas de concreto.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

Gil (2002) define pesquisa como o procedimento racional e sistemático, com o objetivo de oferecer respostas aos problemas propostos, sendo que uma pesquisa pode ser classificada em bibliográfica, documental ou experimental. O autor diferencia a pesquisa bibliográfica e a documental pela natureza das fontes. Enquanto na pesquisa bibliográfica são utilizados livros e outras contribuições de diversos autores, a pesquisa documental utiliza diversos tipos de documentos e materiais que não receberam, ainda, tratamento analítico; nesta categoria estão os documentos conservados em arquivos de órgãos públicos e instituições privadas.

A presente pesquisa pode ser classificada como documental, considerando que para viabilizar a sua realização, foram pesquisados os arquivos do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Goiás- Crea/GO.

O Crea/GO é um órgão oficial que possui em seus arquivos processos com relatórios ou laudos técnicos organizados de forma cronológica e em sua grande maioria, com documentos fotográficos. No entanto, as construtoras, os profissionais, os sindicatos e associações das empresas construtoras não possuem em seus arquivos nenhum registro documental sobre as patologias que ocorrem em suas obras. Por esses motivos, optamos pela escolha dos arquivos do Crea/GO para realização desta pesquisa documental.

4.1 ARQUIVOS DO CREA-GO

O Crea-GO possui, no período de 1998 a julho de 2008, aproximadamente 900 processos de denúncias e solicitações de laudos de constatação, sendo que dentro desses, 545 processos referem-se a vícios construtivos, ocorridos em edificações com até dez anos de construção, processos estes denominados de “denúncias” e “laudo de constatação”. Observou-se que a maioria dos processos são referentes aos últimos sete anos.

Os processos formalizados no Crea/GO são oriundos da impossibilidade de negociação entre os proprietários/contratantes e os profissionais/construtoras, devido principalmente à falta de conhecimento jurídico dos profissionais envolvidos acerca dos direitos dos adquirentes dos imóveis executados, bem como de suas responsabilidades no que se referem às garantias do imóvel construído.

Os relatórios de constatação, que são parte integrante dos processos do Crea-Go, são elaborados por equipe técnica, constituída de servidores do próprio Conselho, com o objetivo de intermediar futuras ações conciliatórias ou, na impossibilidade dessa, instruir o processo para viabilizar a análise pela Comissão de Ética Profissional e da Câmara Especializada, da modalidade do profissional.

Consta dos relatórios analisados a caracterização do empreendimento, com as seguintes informações:

- número do processo protocolado;
- nome e endereço do interessado (contratante ou proprietário da obra);
- endereço, área e data da entrega da obra;
- nome da empresa executora, quando for o caso, e do profissional responsável técnico pela execução da obra, juntamente com a respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica - ART;
- as manifestações patológicas detectadas, com as prováveis causas;
- documentos fotográficos, projetos e outros que se fizerem necessário; e
- manifestação do profissional responsável explicando o que pode ter ocorrido no imóvel.

4.2 METODOLOGIA ADOTADA PARA A COLETA DE DADOS

Dal Molin (1988) afirma que a metodologia adotada nos estudos, sobre os problemas que ocorrem em edificações tem sido realizada de maneira bastante diversificada, tanto na coleta de dados como na apresentação dos resultados, dificultando uma análise comparativa entre as pesquisas realizadas

Andrade (1997) afirma que existem dois tipos de metodologia para proceder aos levantamentos de manifestações patológicas, como segue:

- **Metodologia 1**, intitulada por Magalhães (2004) como “Método da Incidência”: caracteriza-se por contabilizar apenas uma vez cada tipo de problema, com a mesma causa, que ocorreu em determinada edificação, independente do número de vezes e lugares diferentes em que se manifestavam, este método foi adotado nas pesquisas realizadas por Dal Molin (1988), Nince (1996) dentre outros; e
- **Metodologia 2**, intitulada de “Método de Intensidade”, também por Magalhães (2004): leva em consideração a quantidade de danos que aparecem em cada obra individualmente, contabilizando-se cada uma das manifestações ocorridas em cada local como uma ocorrência; exemplos de estudos que foram utilizados esta metodologia, tem-se: Aranha (1994), o próprio Andrade (1997), Guimarães (2003) e outros.

Para uma análise, ambos os métodos estão corretos, porém, as informações que interessam ao pesquisador devem ser bem definidas na etapa de planejamento do estudo, a fim de se evitar que sejam coletados dados poucos relevantes ao objetivo do trabalho (ANDRADE, 1997).

Brandão (2007) quando elaborou seu trabalho, utilizou o Método da Incidência como metodologia recomendada para seu estudo ao observar que nos relatórios e laudos, elaborados pelo Crea/GO e pela Caixa Econômica Federal, não constam o número de ocorrências de uma mesma patologia e sim somente a incidência da mesma. Outro fator que corrobora com a escolha do método em questão, é o fato de que o objetivo geral deste estudo é identificar os tipos de problemas patológicos nas edificações.

4.3 COLETA DE DADOS

Para viabilizar o levantamento das manifestações patológicas das edificações, foram realizadas pré-análises em 100 (Cem) dos 545(Quinhentos e Quarenta e Cinco) relatórios elaborados pelo Crea/GO, com objetivo de detectar quais as patologias que eram constatadas com maior frequência, bem como para fixar as características das edificações pesquisadas. A pesquisa executada por Brandão (2007) aponta quais as patologias que incidem com maior frequência bem como aponta várias características dos imóveis em estudo.

Posteriormente, foi elaborada pelo autor a *Ficha de Levantamento de Dados*, que conceitualmente foi dividida, pelas características dos dados a serem levantados, em quatro partes.

Na primeira parte, conforme consta da Figura A.01, constam os dados considerados obrigatórios, que tem o objetivo de identificar a edificação e determinar sua caracterização. Na segunda parte (Figura A.02), constam as características da fundação desde a etapa anterior ao projeto até alguns procedimentos utilizados na execução, bem como a identificação das patologias que ocorreram. Na terceira parte (Figura A.03), constam as características da fase da estrutura propriamente dita desde a fase anterior ao projeto até alguns procedimentos utilizados na execução, bem como a identificação das patologias que ocorreram. E por último, conforme consta da Figura A.04, a conclusão quanto ao tipo de erro técnico cometido pelos profissionais e as observações diversas.

A seguir são abordados todos os itens que constituem cada uma das quatro partes da ficha de levantamento de dados.

4.3.1 Informações Gerais

Estes dados têm como objetivo caracterizar as edificações, para posterior análise das manifestações patológicas em função destes itens, quais sejam:

- *itens de identificação da edificação*: número do processo e ano de protocolo;

- *informações complementares da edificação*: Endereço da Obra, Responsável(is) Técnico(s), Autores do Projeto de Fundação e do Projeto Estrutural e empresa ou profissional responsável pelo controle tecnológico e pelo concreto usinado, caso tenha sido utilizado na obra;
- *uso*: classificação da edificação segundo sua utilização: residencial unifamiliar, residencial coletiva, comercial, industrial, misto, entidade pública e outros;
- *local*: local em que a edificação foi executada (capital ou interior);
- *área*: classificação da edificação segundo sua área, sendo que para viabilizar a sistematização dos resultados, foram agrupadas em seis intervalos, como segue: até 100 m², 101 a 500 m²; 501 a 1000 m², 1001 a 5000 m², 5001 a 10000 m² e acima de 10000 m²;
- *idade*: tempo decorrente entre a data da entrega da obra e da formalização do processo no Crea/GO, limitado até dez anos que é o objeto deste estudo, agrupados em intervalos de um ano;
- *obra executada por*: identificação do tipo de responsabilidade, se executada por profissional autônomo ou por profissional no quadro técnico de empresa devidamente registrada no Crea/GO, sem identificação do executor da obra;
- *obra afetada*: identificação do local de ocorrência das patologias detectadas, se a ocorrência ocorreu na própria obra executada ou em edificações localizados nas proximidades da obra em questão, devido à interferência da execução da mesma;
- *Número de Imóveis/ Obras afetadas*: quantidade de imóveis afetados pela obra em estudo;
- *tipo de estrutura*: as estruturas foram classificadas em concreto armado convencional, estrutura metálica, estrutura mista (concreto e estrutura metálica na cobertura ou concreto e estrutura metálica), alvenaria convencional ou estrutural e outras; e
- *avaliação geral*: classificação quanto ao nível de comprometimento da edificação frente às patologias apresentadas, conforme segue:
 - *baixa gravidade*: quando as patologias detectadas interferem somente na estética da edificação;

- *gravidade moderada*: é considerada quando as patologias detectadas comprometem o conforto e qualidade de vida dos usuários, necessitando de intervenção para evitar futuras patologias mais graves;
- *alta gravidade*: caracteriza a edificação que necessita de imediata intervenção técnica para restabelecer suas características iniciais de uso e estabilidade;
- *desmoronamento parcial*: ocorre quando parte da edificação vem a desabar, necessitando impreterivelmente de intervenção técnica; e
- *desmoronamento*.

4.3.2 Fundação

Os relatórios e laudos pesquisados, no que se refere a fundações indicavam a ocorrência de recalques, indicando, pelas características dos dados e dos documentos quais as possíveis causas da patologia em questão. A Ficha de Levantamento de Dados, no que se refere a fundação considerando estes itens, quais sejam:

- *sondagem*: indica se houve a realização de sondagem para caracterizar o terreno da obra ou a impossibilidade de determinar tal situação;
- *Ensaio de acordo com a NBR 6122(ABNT, 1997)*: determinar se, caso tenha sido realizada a sondagem, se foi realizada a sondagem à percussão, de acordo com qual norma foi realizada devido à época de realização da obra e dos projetos, bem como se o profissional responsável pela obra entendeu que não seria necessário realizar a sondagem ou se tinha conhecimento desta situação corroborando para avaliar a conduta geral do profissional na execução da obra. Determinar se foram realizados ensaios de laboratório ou se o profissional tinha conhecimento desta situação corroborando também para avaliar a conduta geral do profissional na execução da obra;
- *Tipo de fundação*: determinar qual o tipo de fundação foi executada e facilitar a avaliação posterior da conduta do profissional;

- *Projeto*: avaliar a conduta do profissional em relação a este quesito determinando a apresentação, a disponibilidade e a acessibilidade do projeto na obra assim como a sua elaboração de acordo com as normas técnicas vigentes;
- *Concreto Fundação*: determinar qual o tipo de concreto utilizado, se houve determinação da dosagem e a realização de ensaios para garantir as características especificadas em projeto;
- *Patologia detectada*: determinar a incidência da patologia e quando necessário a gravidade que esta patologia ocorreu;

4.3.3 Estrutura

Os relatórios e laudos pesquisados foram elaborados após a conclusão das edificações, portanto, todas as manifestações patológicas detectadas no concreto armado foram no estado endurecido. Para identificação das patologias que fariam parte da ficha de levantamento, foram utilizados os critérios adotados por Brandão (2007) complementados com as observações nos processos considerados, como segue:

- *Projeto*: avaliar a conduta do profissional em relação a este quesito determinando a apresentação, a disponibilidade e a acessibilidade do projeto na obra assim como a sua elaboração de acordo com as normas técnicas vigentes;
- *Patologia detectada*: determinar a incidência da patologia e quando necessário a gravidade que esta patologia ocorreu;
- *Ensaio*: determinar se na fase de estrutura foram realizados ensaios para controle tecnológico do material empregado;
- *Concreto*: determinar qual o tipo de concreto utilizado, se houve determinação da dosagem e a realização de ensaios para garantir as características especificadas em projeto;
- *Lançamento*: determinar qual a forma utilizada para o lançamento do concreto;

4.3.4 Conclusão e Observações

A necessidade de inserir este campo na ficha de avaliação parte do fato de existirem inúmeros relatórios elaborados, decorrentes de reclamações de proprietários de edificações vizinhas de construções, quanto a danos causados em seu imóvel, devidos a fatores já descritos no capítulo anterior, no item patologia devido às fundações.

As manifestações patológicas que foram observadas com maior frequência, na pré-análise dos relatórios são:

- *trincas e fissuras;*
- *concreto com resistência abaixo do especificado (falta de ensaio para determinação de dosagem);*
- *escolha do tipo de fundação inadequada; (falta de ensaio de sondagem);*
- *não obediência ao projeto de fundação e estrutural;*
- *recalques;*
- *vibração;*
- *desabamento parcial; e*
- *desabamento total.*

4.3.4.1 Conclusão referente à conduta do profissional

Para classificação referente ao tipo de erro técnico cometido pelo profissional, foram utilizados somente os relatórios elaborados pelo Crea-GO, considerando que esta caracterização é realizada pela Comissão de Ética Profissional, quando da análise dos processos e determinação da penalidade a ser aplicada pela conduta do profissional, ou mediante informações prestadas pelos próprios profissionais envolvidos no processo, na fase de sua instrução.

Conforme relatado no capítulo dois, a legislação profissional classifica o erro técnico em três categorias:

- *imperícia*: é caracterizada quando o profissional se incumbir de atividades para as quais não possua conhecimento técnico suficiente, mesmo tendo legalmente essas atribuições;
- *imprudência*: é caracterizada quando o profissional que, mesmo podendo prever conseqüências negativas, é imprevidente e pratica ato ou atos que caracterizem a imprudência, ou seja, não leva em consideração o que acredita ser fonte de erro; e
- *negligência*: caracteriza-se pela não participação efetiva do profissional na autoria do projeto ou na execução do empreendimento, também, é denominado de acobertamento profissional.

4.4 PROCESSAMENTO DOS DADOS LEVANTADOS

Um dos objetivos deste estudo é identificar quais as patologias mais recorrentes em relação ao tipo de edificação (uso), área e idade, denominados de “filtros de pesquisa”. Também serão estudados os tipos de patologias detectadas em obras executadas por profissionais autônomos e empresas construtoras e serão identificados os tipos de erro técnico cometidos.

Para proceder e estabelecer as relações entre os dados obrigatórios e as patologias detectadas foi indispensável à elaboração de um Sistema de Gerenciamento de Bancos de Dados (SGBDs), que são ferramentas usadas no processamento e no armazenamento organizado de dados em computadores.

Este Sistema de Gerenciamento de Bancos de Dados (SGBDs), foi desenvolvido no **Microsoft Office Access**, também conhecido por **MSAccess**, que é um sistema relacional de administração de banco de dados da Microsoft, que combina o Microsoft Jet Database Engine com uma interface gráfica do utilizador (graphical user interface). O sistema “Access”, permite gerenciar o banco de dados, alimentando informações e depois é utilizado para classificar, organizar e mostrar em forma de relatório as informações constantes desses.

A linguagem de programação utilizada pelo sistema “Access” é a VBA (Visual Basic for Applications) consiste em dois arquivos, um que se denomina BackEnd, onde ficam armazenadas todas as tabelas com seus respectivos relacionamentos, e outro denominado FrontEnd, onde ficam armazenados os

códigos fontes, formulários, módulos, consultas, macros, etc. Para rodar os aplicativos desenvolvidos é necessário que o usuário possua em sua estação de trabalho o MSAccess instalado ou pelo menos o seu Runtime que vem a ser uma versão enxuta do MSAccess que servirá apenas para rodar os aplicativos sem a possibilidade de desenvolvimento. A linguagem utilizada para proceder aos filtros de pesquisa foi a “*Structured Query Language – SQL*”, que é um conjunto de comandos de manipulação de banco de dados utilizado para criar e manter a estrutura desse banco de dados, além de incluir, excluir, modificar e pesquisar informações nas tabelas dele. A linguagem SQL não é procedural, logo é possível especificar o que deve ser feito, e não como deve ser feito.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E ANÁLISE

Neste capítulo, através do programa de processamento utilizado – MSAccess, são identificados para todas as etapas executivas, o número e o tipo de manifestações detectadas em relação à idade, área e uso. Também, são analisados, as características das construções e os tipos de patologias incidentes nas construções, bem como os tipos de erros técnicos cometidos por profissionais, inclusive observando o comportamento do profissional.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUE APRESENTARAM OCORRÊNCIAS PATOLÓGICAS

Após a pré-análise em 100 processos, foram realizados levantamentos em todos os processos totalizando 545 edificações executadas no Estado de Goiás, no período de janeiro de 1998 a julho de 2008, sendo que deste total 120 edificações apresentaram manifestações patológicas relacionadas à fundação e/ou a estrutura. Dentre aquelas que apresentaram problemas, 40% somente em relação estrutura e o restante apresentaram problemas tanto na fundação quanto na estrutura.

Segundo dados obtidos junto ao Crea-GO, foram executadas no Estado de Goiás 117.649 edificações, no período de janeiro de 1998 a julho de 2008. Os resultados foram classificados nos mesmos intervalos de área adotados para coleta dos dados desta pesquisa e divididos por uso da edificação, conforme Quadro 5.01.

Faixas	Residencial	Comercial	Industrial	Outros e Especiais (Escolas, Hospitais, Creches, etc)	Total
Até 100,00 m ²	27.155	6.266	184	1.978	35.583
101 a 500 m ²	46.661	11.623	419	7.644	66.347
501 a 1.000 m ²	2.284	2.524	260	1.912	6.980
1.001 a 5.000 m ²	1.322	1.530	588	1.400	4.840
5.001 a 10.000 m ²	882	210	156	165	1.413
Acima de 10.001 m ²	1.846	237	148	255	2.486
Total	80.150	22.390	1.755	13.354	117.649

Quadro 5.01 – Número de edificações executadas no Estado de Goiás – Período de jan/1998 a jul/2008 (CREA-GO, 2008).

5.1.1. Em relação à Área Executada

Agrupando os índices de manifestações patológicas de todas as edificações que apresentaram problemas na fundação e/ou estrutura em intervalos de área, o maior índice de manifestações patológicas está concentrado no intervalo de 101 m² a 500 m² com 45% das incidências, seguido das edificações com área no intervalo de 501 m² a 1000 m² com 22,5%.(Figura 5.01).

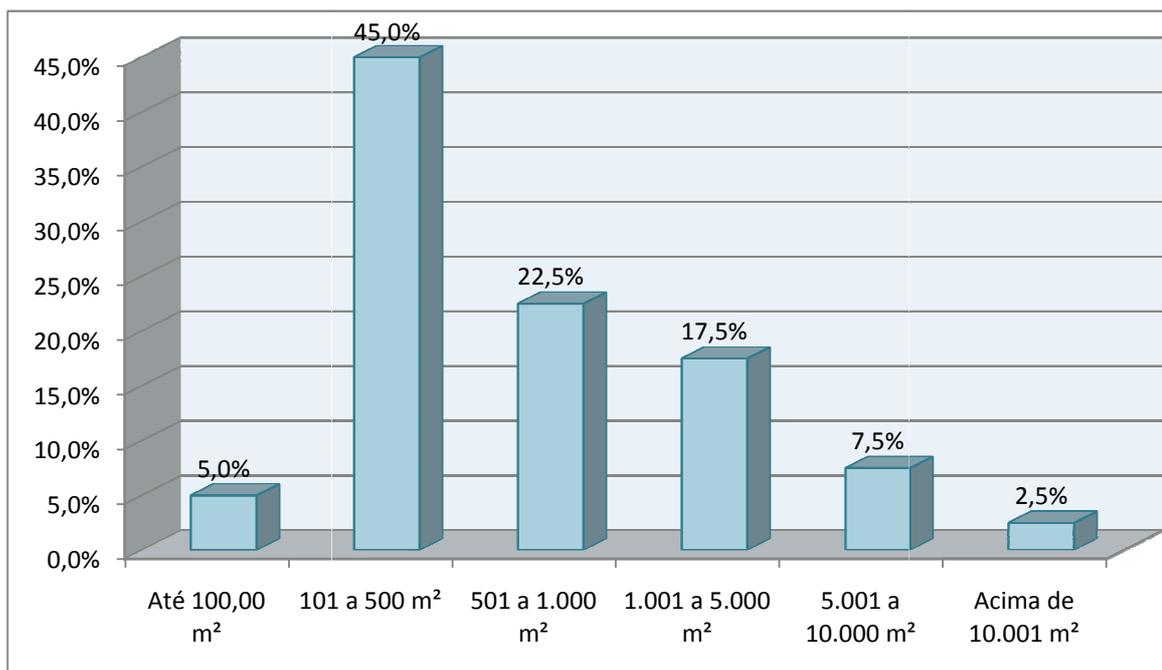


Figura 5.01 - Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação à área da edificação – Amostra pesquisada.

5.1.2. Em relação ao número de edificações executadas no Estado

Considerando todas as edificações executadas no estado e agrupando estes resultados segundo os mesmos intervalos de área do Gráfico 5.01, o resultado é apresentado no Gráfico 5.02.

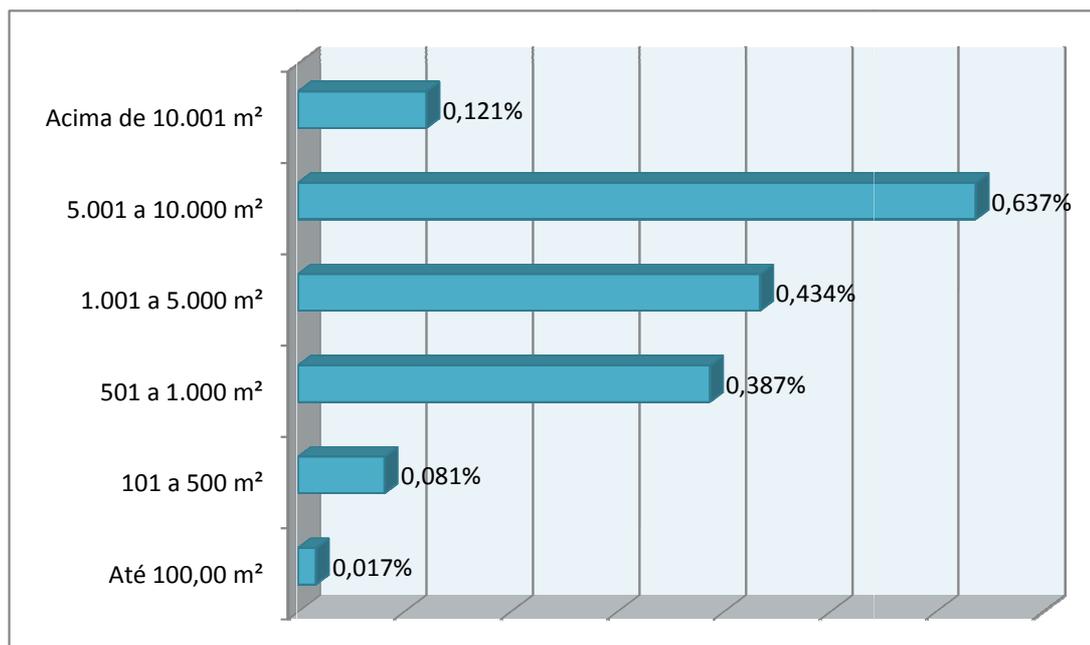


Figura 5.02 - Gráfico do percentual de edificações que apresentam manifestações patológicas em relação ao número de unidades executadas – Período de jan/1998 a jul/2008.

Assim como também foi constatado por Brandão (2007) o maior percentual pertence, na sua maioria, às empresas construtoras que contam geralmente com um acompanhamento técnico constante, além de toda estrutura administrativa.

Esta situação leva ao entendimento de que a relação empresa/cliente, após a entrega e ocupação do imóvel, fase chamada pelas empresas de pós-venda, não está sendo eficiente, considerando que somente são levados ao conhecimento oficial, situações onde a negociação não foi eficiente e que o profissional ou a empresa não quis ou não pode resolver aquela patologia do imóvel, ou seja, antes do proprietário de um imóvel procurar formalizar processos junto ao Crea-GO, em geral várias tentativas de negociação já ocorreram, conforme ressaltou Brandão (2007).

5.1.3. Em relação ao uso da edificação

Na Figura 5.03, que considera o índice de manifestações patológicas e o tipo de utilização da edificação, pode-se observar que a edificação destinada a residência unifamiliar apresentou índice de 47,5% de manifestações patológicas, seguido da residencial coletiva com 35% e da comercial com 12,5%.

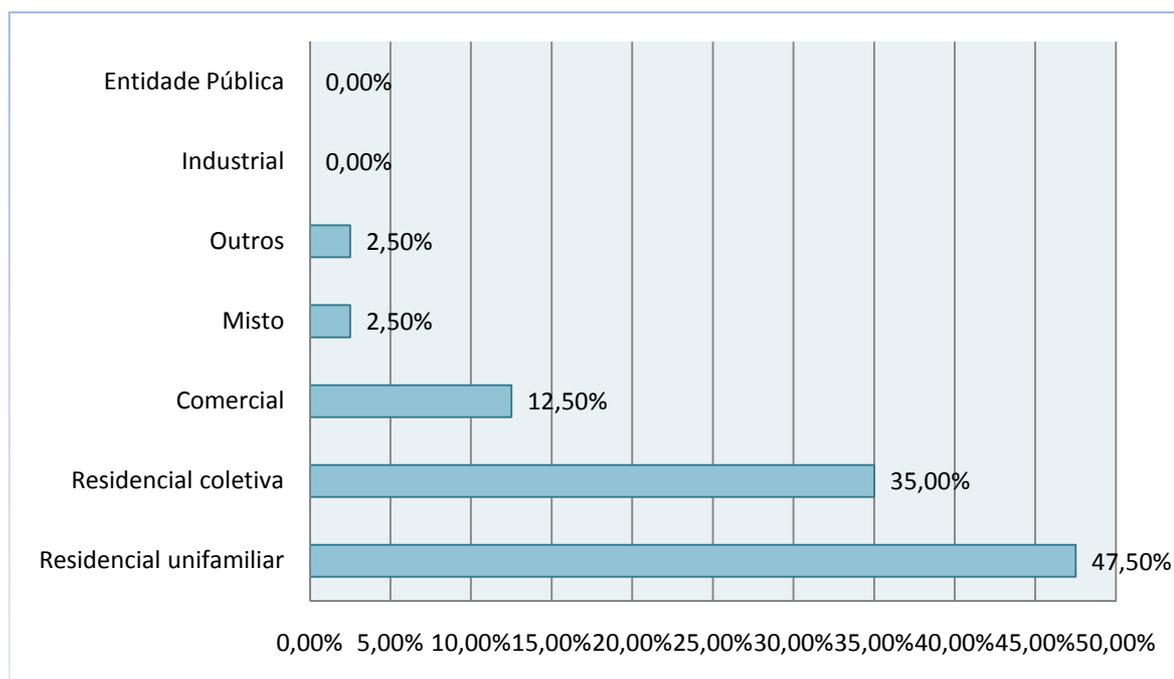


Figura 5.03 - Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação ao tipo de uso da edificação.

Apesar de não ter havido nenhuma ocorrência no tipo de uso das edificações destinadas à indústria e a entidade pública não significa que não tenha ocorrido nenhuma patologia. Significa que não houve nenhuma ocorrência oficial que fora levada ao conhecimento do Crea-GO.

5.1.4. Em relação à idade

O índice de manifestações patológicas, analisado em relação à idade da edificação, indica que 45% das ocorrências foram detectadas no primeiro ano de idade da edificação (Figura 5.04).

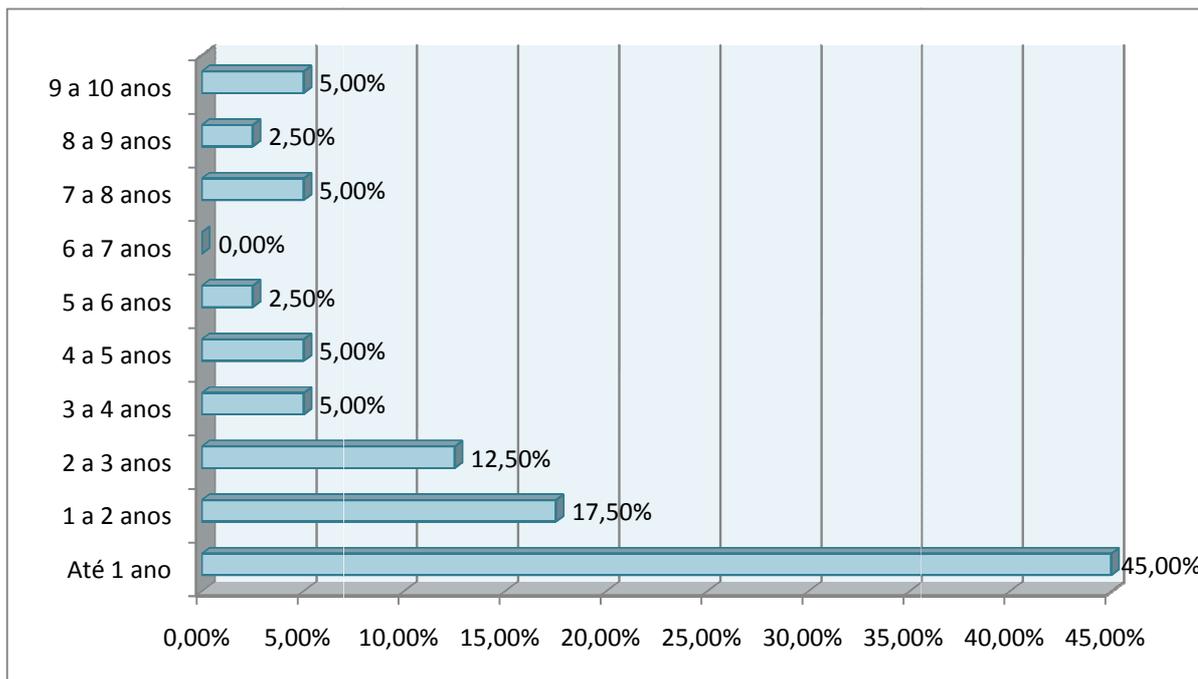


Figura 5.04 - Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação à idade da edificação.

A pesquisa de Brandão (2007) apresentou uma curva decrescente, com uma sutil diferença a partir do terceiro ano, enquanto a pesquisa realizada por Bernardes et al. (1998) demonstra uma queda contínua. Nessa pesquisa, porém, após o terceiro ano houve uma manutenção do número das ocorrências indicando que as patologias nas etapas pesquisadas tornaram evidentes logo no início da vida útil dos empreendimentos.

5.1.5. Em relação ao uso e à forma de execução

Analisando as ocorrências de manifestações patológicas do uso e pela forma de execução, seja por profissional sem vínculo, profissional autônomo, seja por aquele pertencente ao quadro técnico de empresas, obtêm-se o Quadro 5.02.

Uso	Executada Por	Percentagem
Residencial unifamiliar	Profissional(is) autônomo(s)	45,00%
Residencial coletiva	Profissional(is) autônomo(s)	25,00%
Residencial coletiva	Profissional(is) em QT de empresa	10,00%
Comercial	Profissional(is) em QT de empresa	7,50%
Comercial	Profissional(is) autônomo(s)	5,00%
Residencial unifamiliar	Profissional(is) em QT de empresa	2,50%
Misto	Profissional(is) autônomo(s)	2,50%
Outros	Profissional(is) em QT de empresa	2,50%

Quadro 5.02 – Ocorrências patológicas em edificações agrupadas pelo Uso e pela forma de execução.

5.1.6. Em relação ao comprometimento de uso da edificação

Conforme observado, na Figura 5.05, os maiores índices correspondem às edificações que apresentam comprometimentos considerados baixos e moderados, com 45% e 40%, respectivamente. Conseqüências das patologias pesquisadas e que atingem a solidez e a segurança dos empreendimentos com até dez anos de idade é o desmoronamento parcial e total, que apresentou índices de 7,5% e 2,5%, respectivamente, dos relatórios e laudos pesquisados.

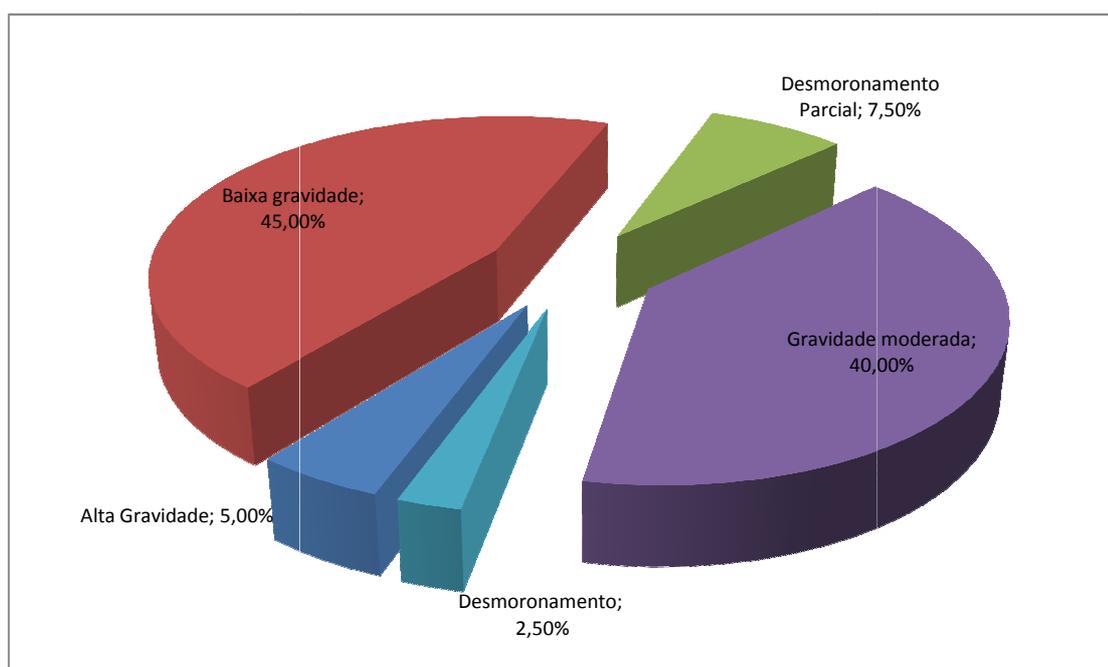


Figura 5.05 - Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação ao comprometimento de uso da edificação.

5.1.7. Em relação à conduta do profissional

A Figura 5.06 identifica os índices de manifestações patológicas de acordo com a conduta do profissional julgada pelo Creago nos respectivos processos. Em alguns casos a conduta do profissional foi enquadrada em mais de uma situação devido a sua forma de executar as etapas consideradas neste estudo.

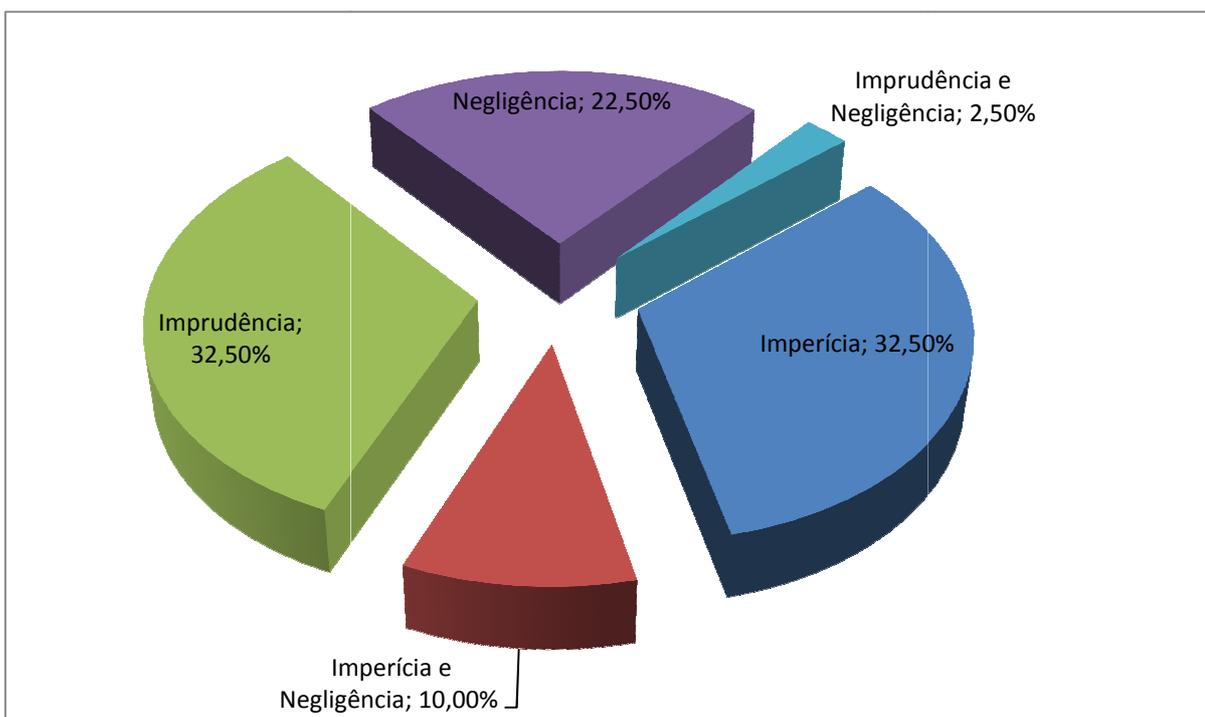


Figura 5.06 - Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação à Conduta do Profissional.

Finalizando esta parte, destacam-se os principais resultados obtidos, como se segue:

- que 22,02% das edificações denunciadas no Crea/GO , no período de janeiro de 1998 a julho de 2008, registraram problemas patológicos na fundação e/ou na estrutura de concreto armado;
- que as edificações com área entre 101 m² a 500 m², apresentaram o maior percentual de ocorrência de manifestações patológicas, com índice de 45,00%, em relação às edificações que apresentaram manifestações patológicas na

fundação e/ou na estrutura de concreto armado das edificações executadas no Estado de Goiás, no período de janeiro de 1998 a julho de 2008;

- que as edificações destinadas à uso residencial unifamiliar apresentaram o maior índice com 47,50% em relação às edificações que apresentaram manifestações patológicas na fundação e/ou na estrutura de concreto armado das edificações executadas no Estado de Goiás, no período de janeiro de 1998 a julho de 2008;
- que em relação ao comprometimento de uso da edificação, frente às manifestações patológicas constatadas, verificou-se que o índice para baixa gravidade foi de 45%, seguida das classificadas como de gravidade moderada com 40%, indicando necessidade de intervenção técnica, índice preocupante por se tratar de empreendimentos com até cinco anos de idade;

5.2 TIPOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DETECTADAS NAS ETAPAS PESQUISADAS

Considerando as características dos laudos e relatórios pesquisados, quando da ocorrência de patologia nas etapas pesquisadas – fundações e estruturas, constavam dos mesmos, somente, a existência da patologia e a avaliação da gravidade do dano em relação à edificação, todavia, sem a descrição detalhada das causas. Na seqüência textual são apresentados os gráficos dos tipos e índices das manifestações patológicas, em relação a cada uma das etapas pesquisadas.

5.2.1 Fundação

5.2.1.1 Em relação à distribuição da gravidade dos danos nas fundações.

Conforme pode ser observado na Figura 5.07, 37,50% das edificações pesquisadas apresentaram patologias nas fundações, sendo destas, 66,67% apresentaram patologias que foram classificadas como de gravidade baixa, ou seja, são edificações com fissuras estabilizadas, decorrentes de movimentações das fundações e sem tendência ao agravamento da situação.

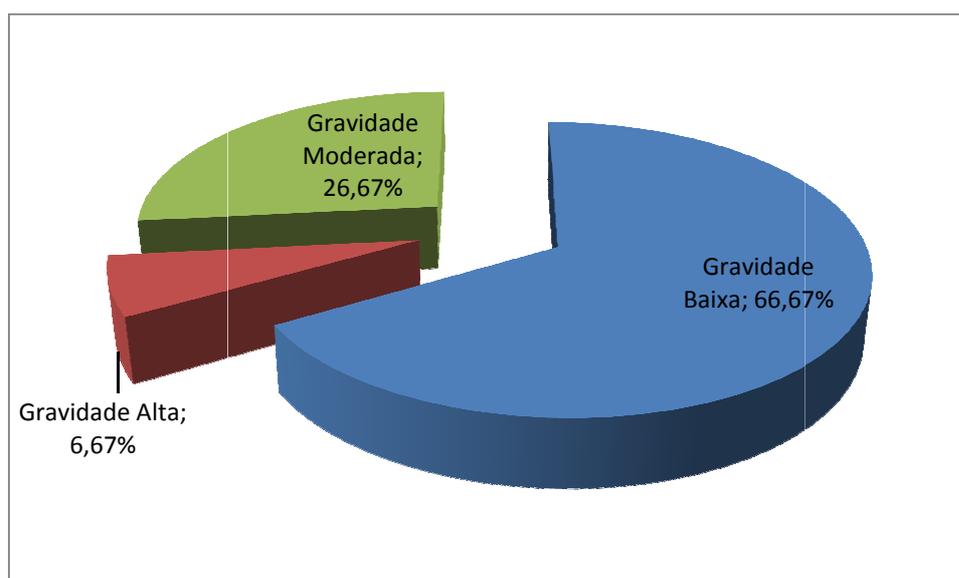


Figura 5.07 - Distribuição da gravidade dos danos nas fundações.

Dentre aquelas edificações que apresentaram patologias, aquelas classificadas como de gravidade alta representaram 6,67% das ocorrências, lembrando que de alta gravidade são os danos que constituem em rachaduras, em número e tamanho expressivos.

As edificações que apresentaram distorções e desaprumo, tendentes ao agravamento, podendo representar até ameaça de desmoronamento parcial ou total e foram classificadas como de gravidade moderada apresentaram um índice de 26,67%. Conforme Brandão (2007) estas são edificações com fissuras ativas, decorrentes de movimentações das fundações e com tendência ao agravamento da situação.

5.2.1.2 Em relação ao uso da edificação.

Nas edificações residenciais unifamiliares, na etapa de fundação e contatando cada ocorrência de patologia como um único evento, o recalque correspondeu ao maior índice de manifestação patológica com 45,45%, seguido da Escavação Não Protegida Junto à Divisa com 36,37% e do desmoronamento com 18,18%. Para o uso residencial unifamiliar não foram encontradas ocorrências de vibração, choque, alteração do uso da edificação e da edificação vizinha.

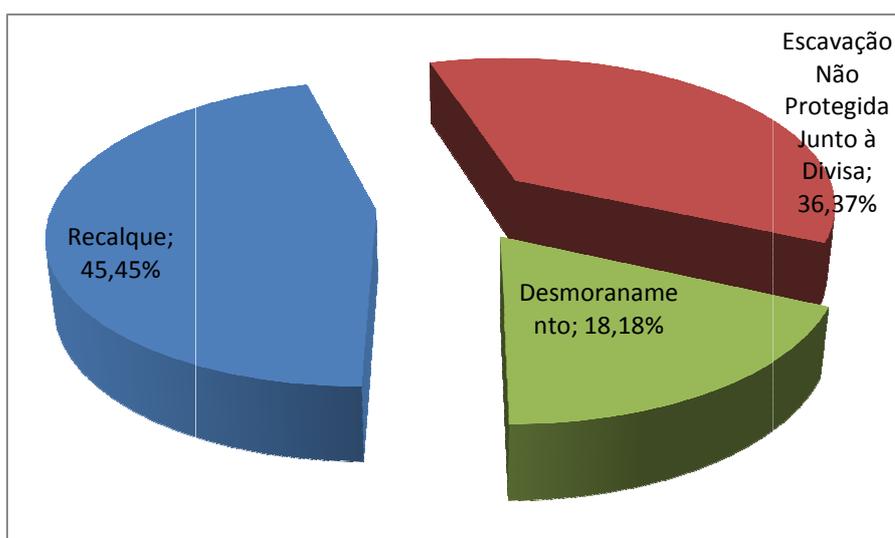


Figura 5.08 – Índices de manifestações patológicas da fundação em relação à edificação de uso residencial unifamiliar

Nas edificações residenciais de uso coletivo, na etapa de fundação, a maior incidência ocorreu na patologia de recalque com 55,56% dos casos. Desmoronamento e Escavação não protegida junto à divisa ocorreram em 22,22% dos casos cada uma.

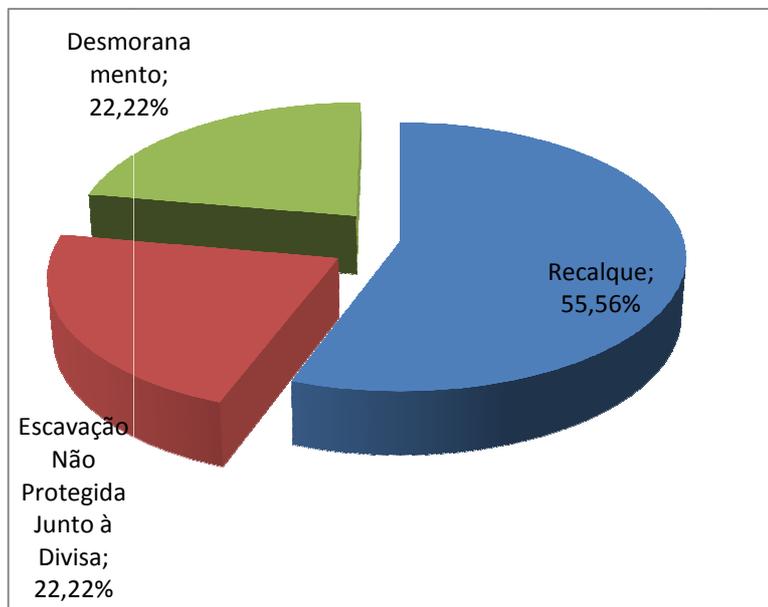


Figura 5.09 – Índices de manifestações patológicas da fundação em relação à edificação de uso residencial coletivo.

Nas edificações de uso comercial na etapa de fundação a patologia que apresentou a maior ocorrência foi o desmoronamento com um índice de 40%, seguida pelo recalque com um índice de 30%. Estes resultados juntamente com os demais são apresentados na Figura 5.10.

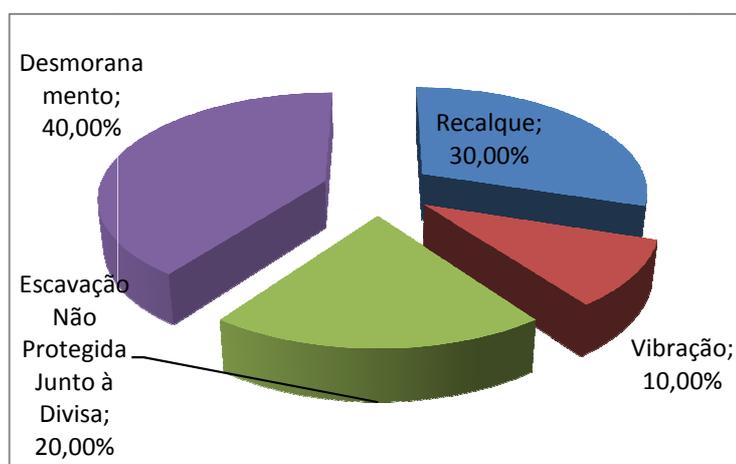


Figura 5.10 – Índices de manifestações patológicas das fundações em relação à edificação de uso comercial.

Na etapa de fundação das edificações destinadas a uso misto ou especial, em geral edificações com maior custo para a sua execução, a única patologia que ocorreu foi recalque em gravidade baixa.

O alto índice de ocorrência de recalque deve-se ao fato de que os profissionais, tanto aqueles que executam quanto os que elaboram os projetos de fundação, não procuram realizar os testes para conhecer as características do solo onde será realizado o empreendimento. Em geral apresentam como justificativa o custo elevado dos ensaios comparado com o custo da obra ou que como já construíram ou projetaram na região do empreendimento, conhecem o terreno.

A possibilidade de recalque diminui de acordo com a importância do empreendimento e/ou as exigências do contratante como a situação encontrada nas edificações destinadas a uso misto ou especial.

5.2.1.3 Em relação à área da edificação.

Nas fundações, em relação aos relatórios e laudos pesquisados (amostra pesquisada), as edificações com área entre 101 m² a 500 m² apresentaram índice de ocorrência de 43,48%, seguida das edificações com área no intervalo de 501 a 1.000m². Os demais intervalos apresentaram a soma dos índices inferior a 27% (Figura 5.11).

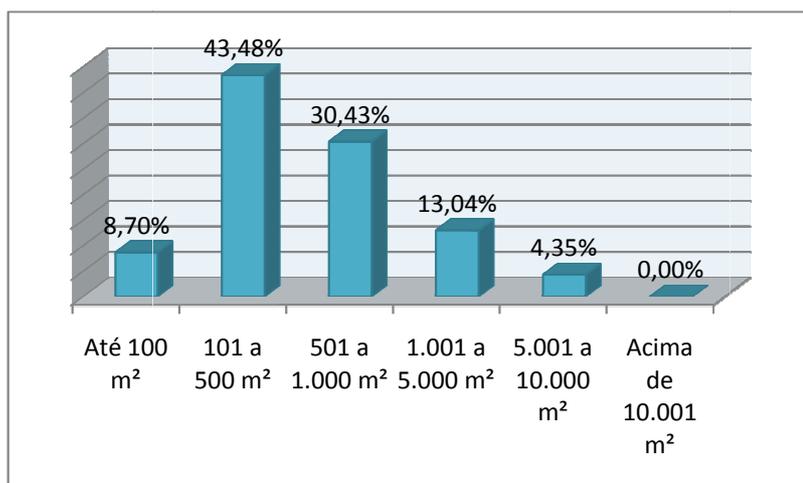


Figura 5.11 – Distribuição de manifestações patológicas nas fundações em relação à área da edificação – Amostra pesquisada.

Porém, quando da análise do número de manifestações patológicas, detectadas em relação ao número de edificações executadas, no período de janeiro de 1998 a julho de 2008, verifica-se que as maiores ocorrências foram nas edificações com área no intervalo de 501 a 1.000m² com 0,9026%, seguidas das edificações com área entre 5.001 m² a 10.000 m² com 0,6369%. Lembrando que estes índices indicam o percentual de edificações que apresentaram, oficialmente, problemas patológicos nas fundações, em relação ao total de obras executadas no Estado, no citado período (Figura 5.12).

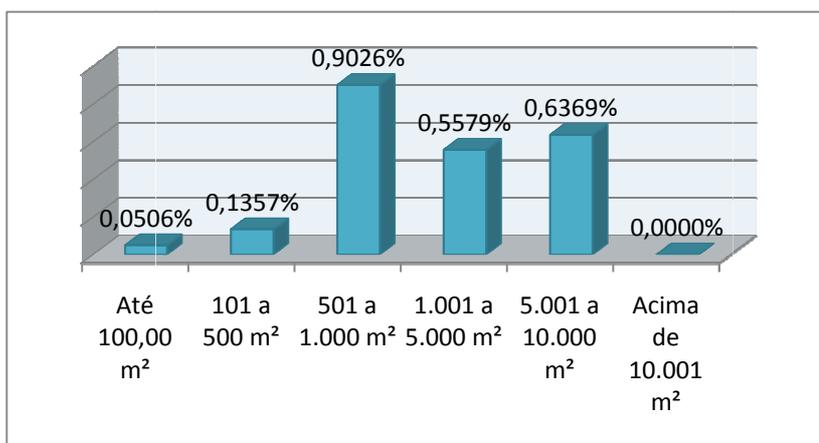


Figura 5.12 – Percentual de edificações com manifestações patológicas nas fundações em relação ao número de unidades executadas – Período jan/1998 a jul/2008.

5.2.1.4 Em relação à idade da edificação.

Nas fundações, conforme Figura 5.13, é possível verificar que 52,17% das ocorrências detectadas ocorreram até o primeiro ano de idade das edificações, neste período ocorreram: 38,90% das patologias detectadas como de baixa gravidade moderada, 43,80% referentes às de gravidade moderada e ocorreram 100% dos desmoronamentos parciais e totais.

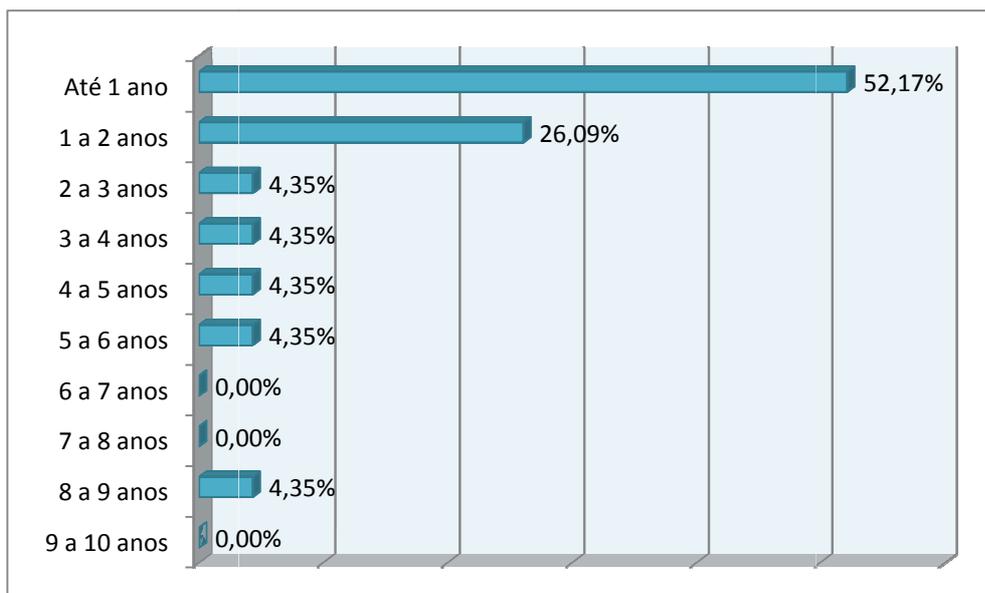


Figura 5.13 – Distribuição das manifestações patológicas nas fundações em relação à idade da edificação.

5.2.1.5 Outras Patologias

Vibração, patologia causada por equipamentos industriais, de compactação do solo ou de cravação que causam deslocamento do solo foram encontradas em apenas 2,5% dos casos.

Choque, não foi encontrado em nenhum caso. Milititsky (2008) aponta que este tipo de patologia em fundação é mais freqüentes em áreas de cais, ancoradouros e pontes. Também não foram encontradas nenhuma ocorrência de alteração de uso da edificação ou do imóvel limítrofe.

5.2.1.6. Em relação à elaboração do projeto de fundação

Nos processos protocolizados no Crea/GO, os profissionais eram questionados se houve a elaboração de um projeto de fundação. Na Figura 5.14 são apresentados os índices de manifestações patológicas em relação à elaboração do projeto de fundação. Ressalto que apenas foram contabilizadas edificações que apresentaram patologias nas etapas estudadas.

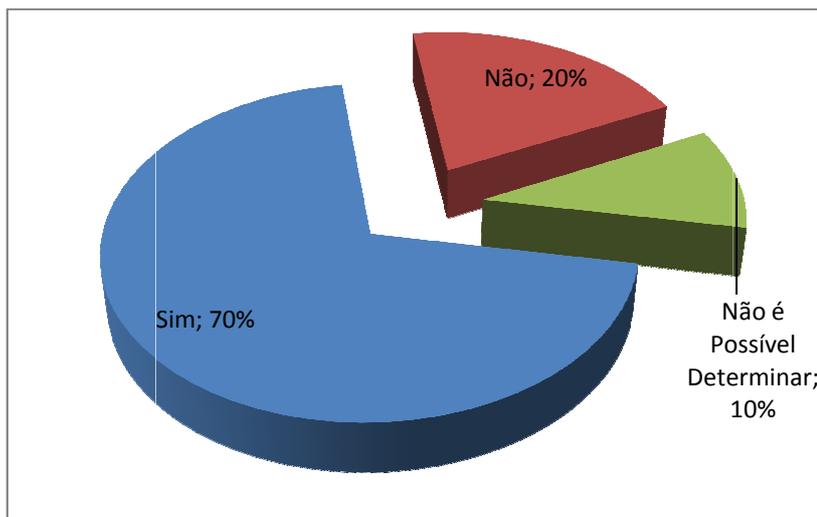


Figura 5.14 - Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação à elaboração do projeto de fundação.

5.2.1.7. Em relação à conduta do profissional em relação à entrega e uso do projeto de fundação

Foram desconsiderados os casos onde o projeto não foi elaborado ou em que não foi possível determinar se o projeto teria sido elaborado. Na Figura 5.15 são apresentados os resultados em relação à entrega do projeto para o proprietário e na Figura 5.16, se os projetos estariam presentes na obra. Estes índices refletem a despreocupação dos profissionais em relação aos procedimentos que antecedem à execução propriamente dita.

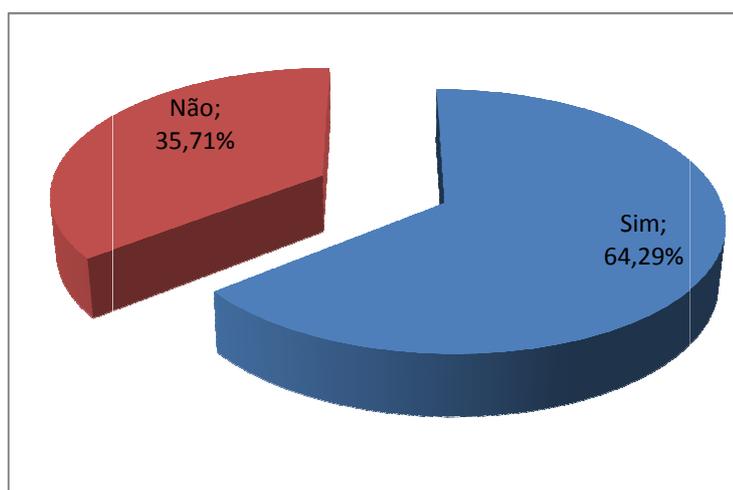


Figura 5.15 - Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação à entrega do projeto de fundação ao proprietário

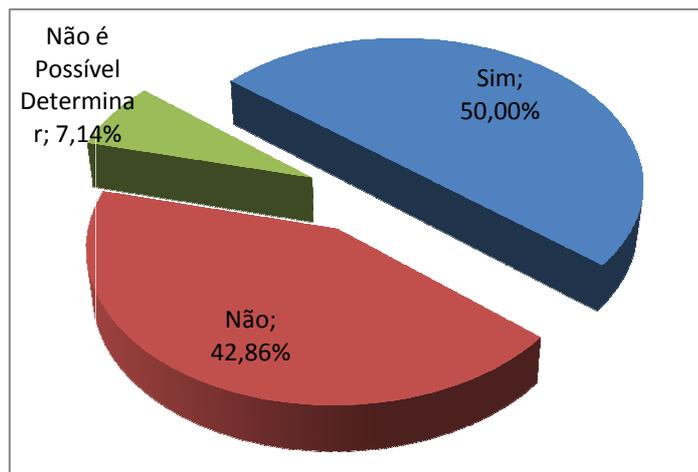


Figura 5.16 - Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação à permanência do projeto de fundação na obra

O Art. 18 da Lei nº 5194/66 diz que “As alterações do projeto ou plano original só poderão ser feitas pelo profissional que o tenha elaborado”. Este artigo obriga ao cumprimento integral do projeto elaborado não permitindo qualquer alteração ou adequação que não seja pelo autor. Alguns dos projetos de fundação, mesmo quando elaborados, não oferecem aos profissionais responsáveis pela execução, todas as informações necessárias para a execução segura do empreendimento.

5.2.1.8. Em relação à fundação utilizada

As ocorrências de manifestações patológicas, também, foram analisadas em relação ao tipo de fundação utilizada. Os resultados estão correlacionados na Figura 5.17.

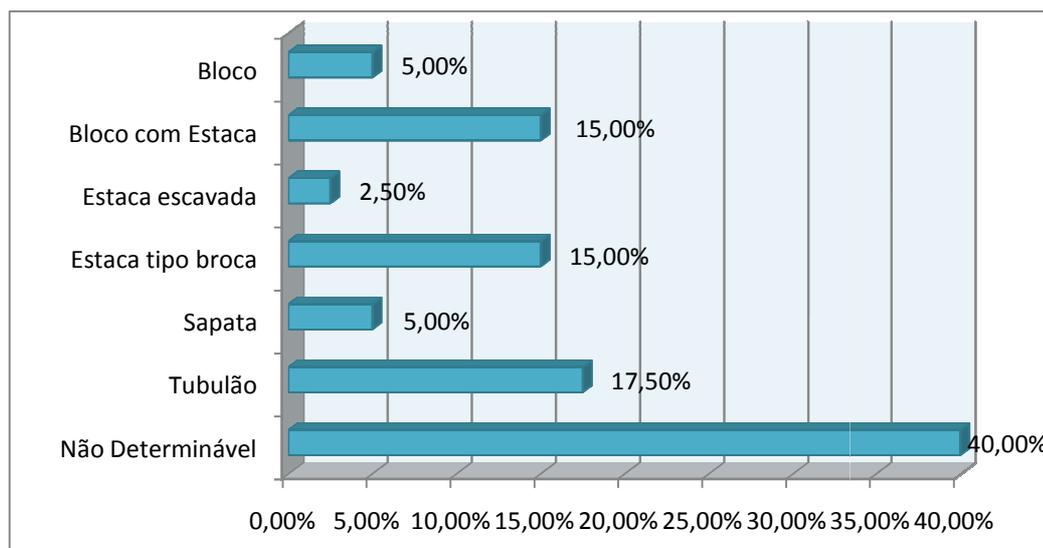


Figura 5.17 - Gráfico do índice de manifestações patológicas em relação ao tipo de fundação executada.

Em 40% dos casos não foi possível determinar o tipo de fundação utilizada pois nestes casos houve a informação de que não havia sido elaborado um projeto de fundação.

5.2.1.9. Danos causados por construções nas edificações limitrofes

Um bom projeto de fundações passa necessariamente por um bom plano de investigações geotécnicas. Segundo Thomaz (2001) deve se verificar as características das fundações e subsolos das edificações vizinhas, visando identificar cota de apoio das fundações e necessidade de reforços. Considerando, que os recalques, serão as prováveis conseqüências decorrentes do desconfinamento do solo, e, principalmente, sobreposição de bulbos de pressão. No caso de execução de fundações que resultem em vibrações, deverá ser procedido um acompanhamento minucioso nas obras vizinhas.

Portanto, pode-se concluir que é elevado o número de ocorrências de manifestações patológicas decorrentes de construção vizinha, sendo que as patologias mais freqüentes nas edificações afetadas pelas construções são: trincas e fissuras com 27,91% paredes danificadas com 25,58% e abatimento de piso

18,60%, estas patologias e mais os desabamentos: parcial (2,33%) estão diretamente relacionados com o solo, principalmente, com as sobreposições de bulbos de pressão e desconfinamento do solo, devido à execução de escavações. No caso das paredes danificadas não foram detectadas fissuras ou trincas, tendo surgido apenas um deslocamento desta parede, provavelmente por um deslocamento de toda a construção. (Figura 5.18).

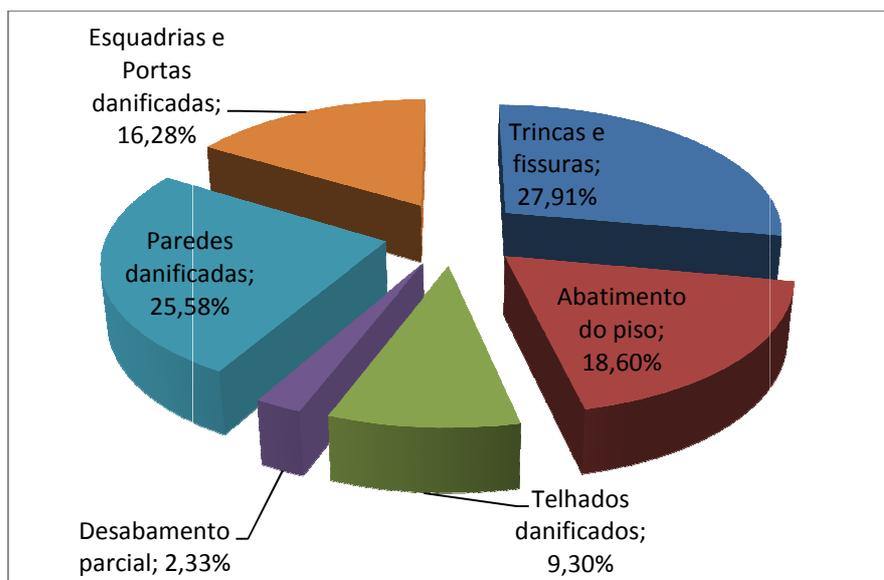


Figura 5.18 - Distribuição das manifestações patológicas verificadas nas edificações limítrofes às construções.

Conforme pode ser observado na Figura 5.19, 53,49% das ocorrências de patologias em edificações limítrofes às construções, ocorreram até o primeiro ano de conclusão da obra causadora dos danos.

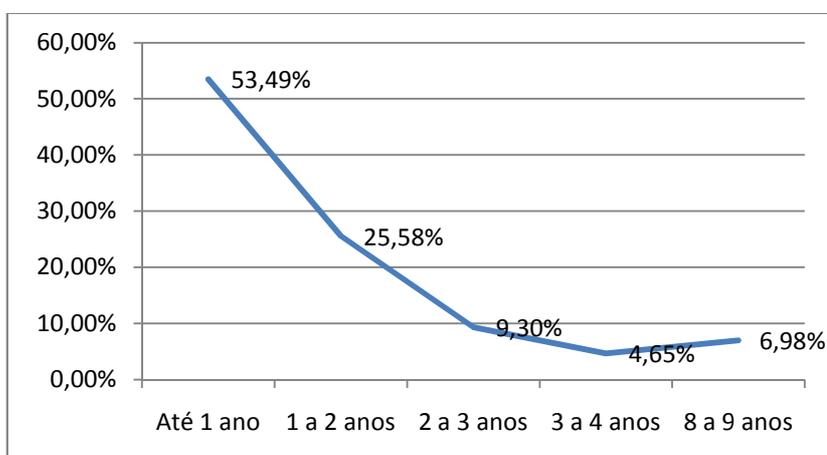


Figura 5.19 - Distribuição das manifestações patológicas em relação à idade das construções nas edificações limítrofes.

As construções causadoras das patologias em edificações limítrofes foram classificadas por área e comparadas aos números de construções realizadas no Estado de Goiás, no período de janeiro de 1998 a julho de 2008. Constata-se que as construções com área entre 5001 m² a 10000 m² com 1,274% das unidades construídas, seguidas das construções com área entre 501 m² a 1.000 m² com índice de 0,387 %, foram os tipos de construções que mais causam danos às edificações próximas (Figura 5.20).

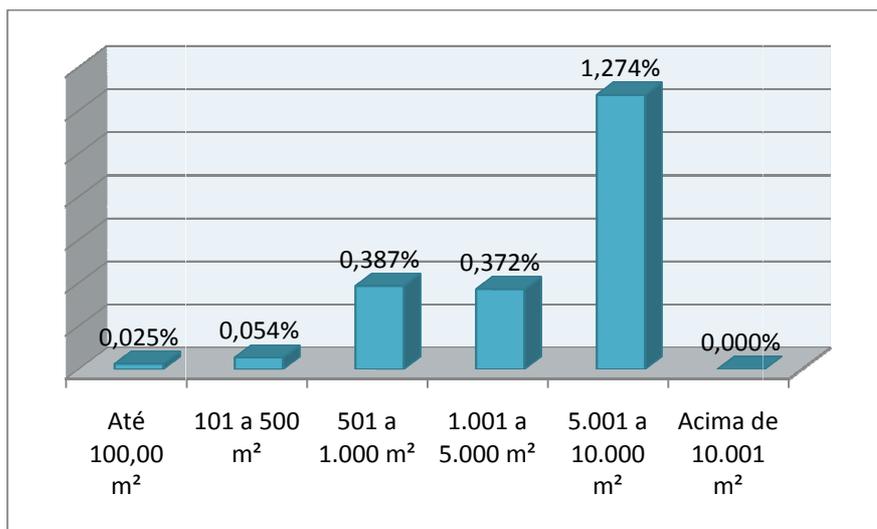


Figura 5.20 - Percentual de edificações que causaram manifestações patológicas nas edificações limítrofes em relação ao número de unidades executadas – Período jan/1998 a jul/2008.

Tal situação deve-se ao fato de que por serem construções de maior porte, há movimentação de terra, que pode causar segundo a NBR 9061 (ABNT, 1985), deslocamento do terreno vizinho produzindo recalques ou rupturas. Outro aspecto, que não pode ser ignorado, é a superposição dos bulbos de pressão causados devido às cargas finais das obras deste porte (DAL MOLIN, 1988), pois, a maioria das construções executadas com mais de 5000 m², são de múltiplos andares (prédios).

5.2.2 Estrutura (pilar, viga e laje)

Inicialmente são apresentados os índices das patologias recorrentes nos pilares, vigas e na laje ao mesmo tempo. Os índices serão inicialmente analisados separadamente sem correlacionar com nenhuma outra patologia.

5.2.2.1 Segregação (pilar, viga e laje)

Primeiramente tem-se os resultados referentes à segregação. Em 77,5% dos casos não ocorreu segregação em nenhuma das peças da supraestrutura e em 12,50% dos casos ocorreu apenas nos pilares. Os resultados são apresentados no Quadro 5.03.

Pilar	Vigas	Lajes	Perc.
Sim	Sim	Não	7,50%
Sim	Não	Não	12,50%
Não	Sim	Não	2,50%
Não	Não	Não	77,50%

Quadro 5.03 – Ocorrências da patologia de segregação nas peças da estrutura.

Conforme demonstra o quadro 5.03, a segregação é uma patologia com uma incidência pequena demonstrando que os cuidados durante o lançamento e adensamento do concreto são observados na maioria dos empreendimentos. A incidência da patologia em apenas uma das peças estruturais deveu-se principalmente por causa da falta de cuidado no lançamento e adensamento do concreto.

5.2.2.2 Corrosão e patologias correlacionadas(falta de cobrimento e irregularidade geométrica)

Em relação à corrosão das armaduras, os índices levantados na pesquisa são apresentados no Quadro 5.04.

Pilar	Vigas	Lajes	Perc.
Sim	Sim	Não	10,00%
Sim	Não	Não	7,50%
Não	Sim	Não	7,50%
Não	Não	Sim	2,50%
Não	Não	Não	72,50%

Quadro 5.04 – Ocorrências da patologia de corrosão nas peças da estrutura.

5.2.2.3 Falta de cobrimento e Irregularidade geométrica

As patologias acima possuem correlação direta ou indireta com corrosão na medida em que pode expor a armadura ao processo deletério da corrosão. Primeiramente no Quadro 5.05, são analisados os índices da falta de cobrimento das peças da estrutura. Os profissionais apresentaram, visando obter uma melhor defesa em seus processos éticos, laudos com as espessuras do cobrimento. Nos casos em que o profissional não apresentou tal documento, um profissional designado pelo Crea/GO elaborou um laudo de constatação e verificou a espessura do cobrimento. Em 57,50% os cobrimentos atendiam ao mínimo determinado pela norma vigente na época. Ressalta-se que se for considerada a NBR 6118(ABNT, 2003) este índice seria maior, porém, não poderia ser considerada como uma patologia pois atendeu-se ao que a norma vigente na época determinava.

Pilar	Vigas	Lajes	Perc.
Sim	Sim	Sim	5,00%
Sim	Sim	Não	17,50%
Sim	Não	Não	15,00%
Não	Sim	Não	5,00%
Não	Não	Não	57,50%

Quadro 5.05 – Ocorrências da patologia de falta de cobrimento nas peças da estrutura.

Quando da análise da patologia de irregularidade geométrica, patologia esta relacionada principalmente por causa do descuido com o projeto e a execução das formas, os resultados são apresentados no Quadro 5.06.

Pilar	Viga	Lajes	Perc.
Sim	Sim	Não	22,50%
Sim	Não	Não	12,50%
Não	Sim	Não	5,00%
Sim	Sim	Sim	2,50%
Não	Não	Não	57,50%

Quadro 5.06 – Ocorrências da patologia de irregularidade geométrica nas peças da estrutura.

5.2.2.4 Fissuras

Em relação às fissuras estruturais, em 55% das edificações não foram encontradas nenhuma fissura estrutural nas peças da estrutura. Em 2,50% dos casos foram encontradas fissuras estruturais em todas as peças da estrutura. Estes resultados juntamente com os demais são apresentados no Quadro 5. 07

Pilar	Viga	Lajes	Perc.
Sim	Sim	Não	7,50%
Sim	Não	Não	20,00%
Sim	Sim	Sim	2,50%
Sim	Não	Sim	2,50%
Não	Sim	Não	7,50%
Não	Não	Sim	5,00%
Não	Não	Não	55,00%

Quadro 5.07 – Ocorrências da patologia de fissuras estruturais nas peças da estrutura.

Analisando as fissuras causadas pelos materiais, em 72,50% não houve ocorrência deste tipo de fissura, em 2,50% dos casos apareceram fissuras devido aos materiais em todas as peças estruturais simultaneamente. Os demais resultados juntamente com estes são apresentados no Quadro 5.08.

Pilar	Viga	Lajes	Perc.
Sim	Sim	Sim	2,50%
Sim	Sim	Não	5,00%
Não	Sim	Sim	2,50%
Sim	Não	Sim	2,50%
Não	Não	Sim	5,00%
Sim	Não	Não	10,00%
Não	Não	Não	72,50%

Quadro 5.08 – Ocorrências da patologia de fissuras materiais nas peças da estrutura.

As fissuras construtivas apresentaram a segunda maior incidência dentre as fissuras ficando atrás das fissuras por cargas estruturais. Em 60% dos casos não ocorreram fissuras e em 2,50% dos casos ocorreram fissuras em todas as peças da supraestrutura. Em 10% ocorreram fissuras nos pilares e nas vigas e em 2,50% dos casos ocorreram fissuras nas vigas e nas lajes. Os demais resultados e os citados anteriormente são apresentados no Quadro 5.09

Pilar	Viga	Lajes	Perc.
Sim	Sim	Sim	2,5%
Sim	Sim	Não	10,0%
Não	Sim	Sim	2,5%
Não	Sim	Não	7,5%
Sim	Não	Não	17,5%
Não	Não	Não	60,0%

Quadro 5.09 – Ocorrências da patologia de fissuras construtivas nas peças da estrutura.

5.2.2.5 Manifestações patológicas nas estruturas em relação ao uso da edificação

5.2.2.5.1 Edificação residencial unifamiliar

Em relação à etapa de supraestrutura, dividindo os resultados por peças estruturais, nos pilares a maior incidência ficou nas Irregularidades geométricas e na Falta de cobertura, respectivamente com 36,84% e 31,58%, seguidas pelas fissuras construtivas e corrosão com 21,05% cada. As patologias de manchas e flambagem não foram encontradas em nenhuma residência unifamiliar. Os resultados encontram-se na Figura 5.21.

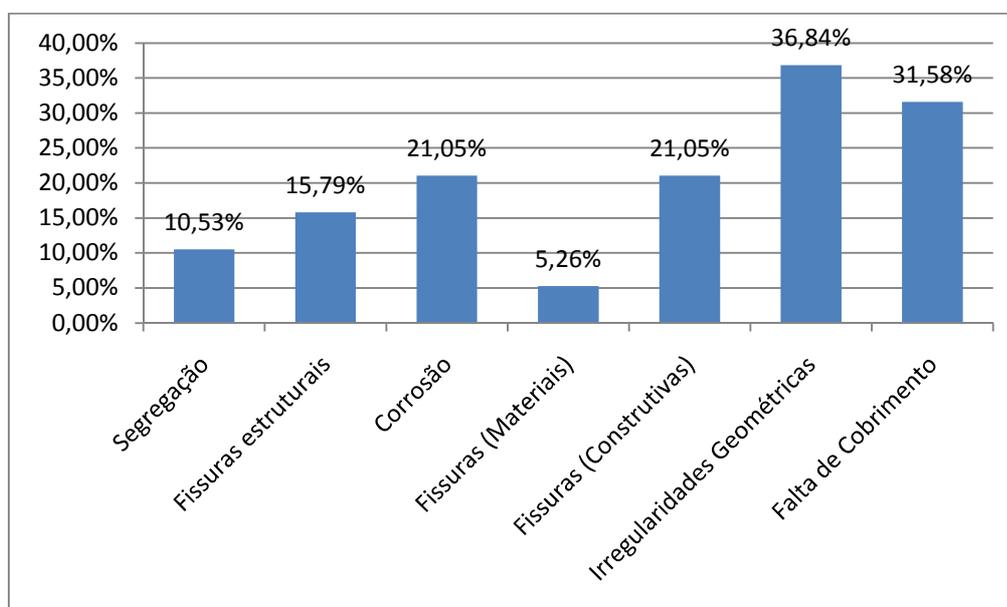


Figura 5.21 – Índices de manifestações patológicas ocorridas nos pilares em relação à edificação de uso residencial unifamiliar.

Quando se analisa as vigas, o maior índice de patologias ocorreu nas Irregularidades Geométricas com 36,84%, seguidas da falta de cobertura com 31,58%. As fissuras construtivas apresentaram um índice de 21,05%. Não houve incidência de manchas e nem corrosão. Os dados constam na Figura 5.22.

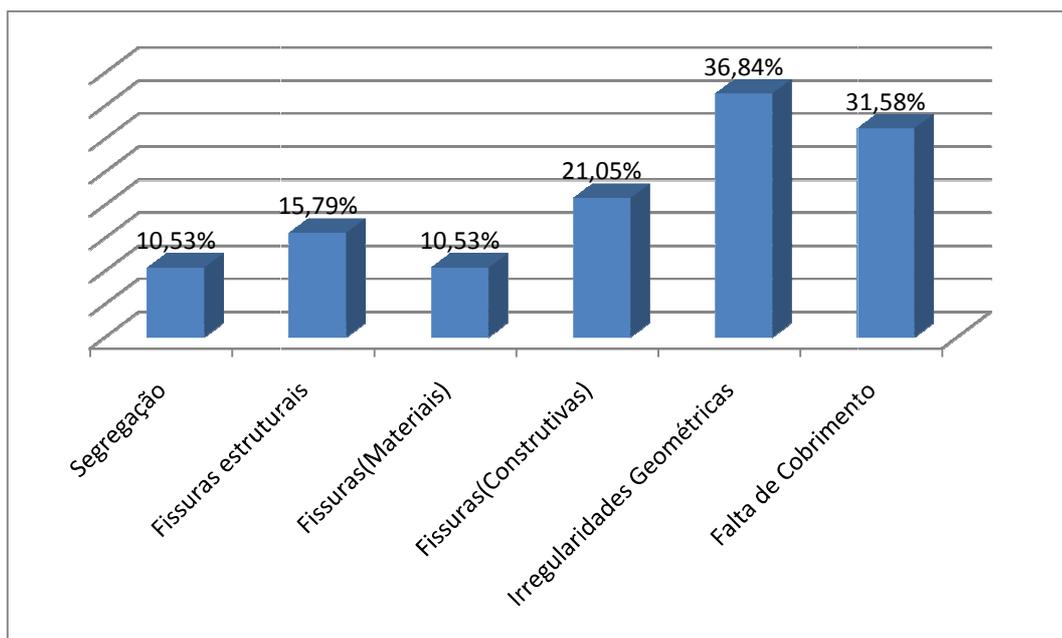


Figura 5.22 – Índices de manifestações patológicas ocorridas nas vigas em relação à edificação de uso residencial unifamiliar.

Nas lajes não houve incidência de Segregação, Lixiviação, Corrosão, Manchas e de fissuras construtivas. O maior índice de patologias ocorreu na flexão/cisalhamento e nas fissuras materiais, ambas com um índice de 10,53%. As patologias de fissuras estruturais, falta de cobertura e irregularidades geométricas ocorreram em 5,26% dos casos cada uma. Os resultados são apresentados na Figura 5.23.

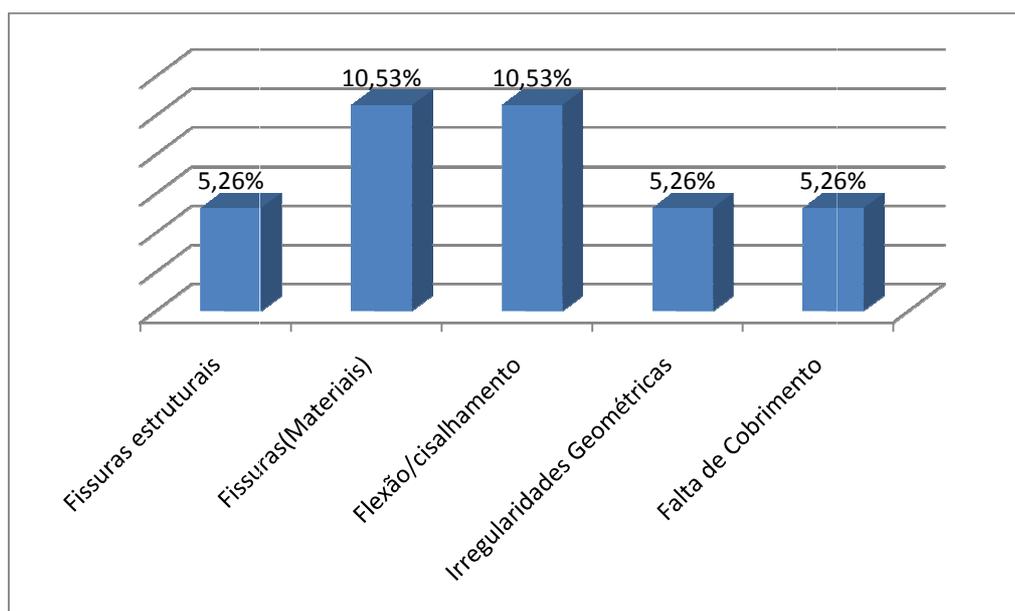


Figura 5.23 – Índices de manifestações patológicas ocorridas nas lajes em relação à edificação de uso residencial unifamiliar.

5.2.2.5.2 Edificação residencial coletiva

Analisando a ocorrência das manifestações patológicas dos pilares, tem-se que a maior incidência ocorreu na falta de cobrimento e nas fissuras estruturais ambas com 28,57% seguidas pelas irregularidades geométricas e pelas fissuras construtivas com 21,43%, cada uma. Tal situação deve-se ao descuido do profissional com a correta colocação das formas bem como um descuido com o controle tecnológico das peças. Não houve incidência de Segregação, corrosão, flambagem, manchas e fissuras materiais. Por isso estas patologias não constam da Figura 5.24.

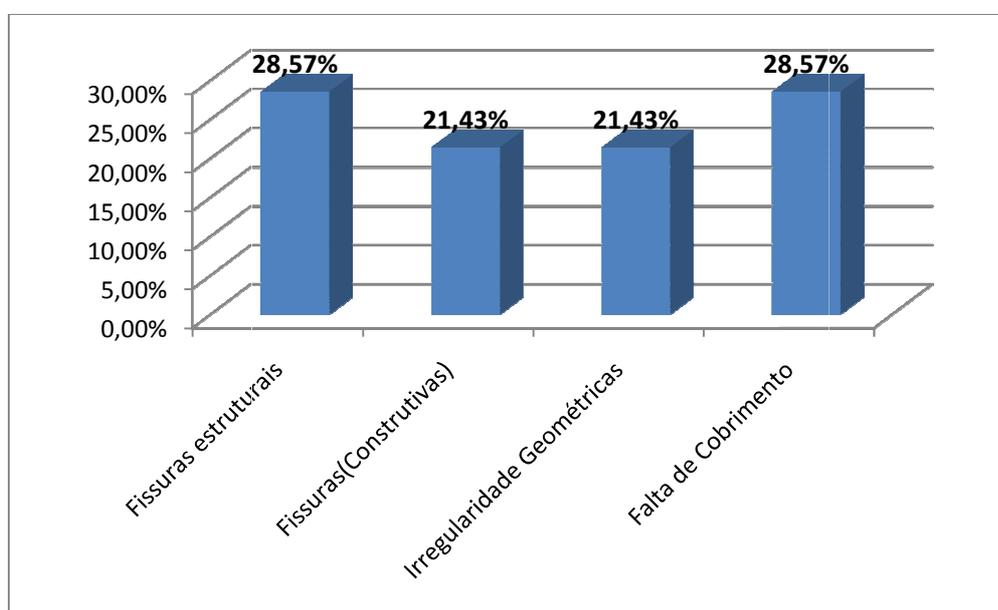


Figura 5.24 – Índices de manifestações patológicas dos pilares em relação à edificação de uso residencial coletiva.

Nas vigas as patologias de segregação, corrosão, flambagem, manchas e fissuras materiais não ocorreram. As fissuras construtivas ocorreram em maior incidência com 28,57% seguida pela fissuras estruturais, flexão/cisalhamento, falta de cobrimento e irregularidades geométricas com um índice de 14,29% cada.

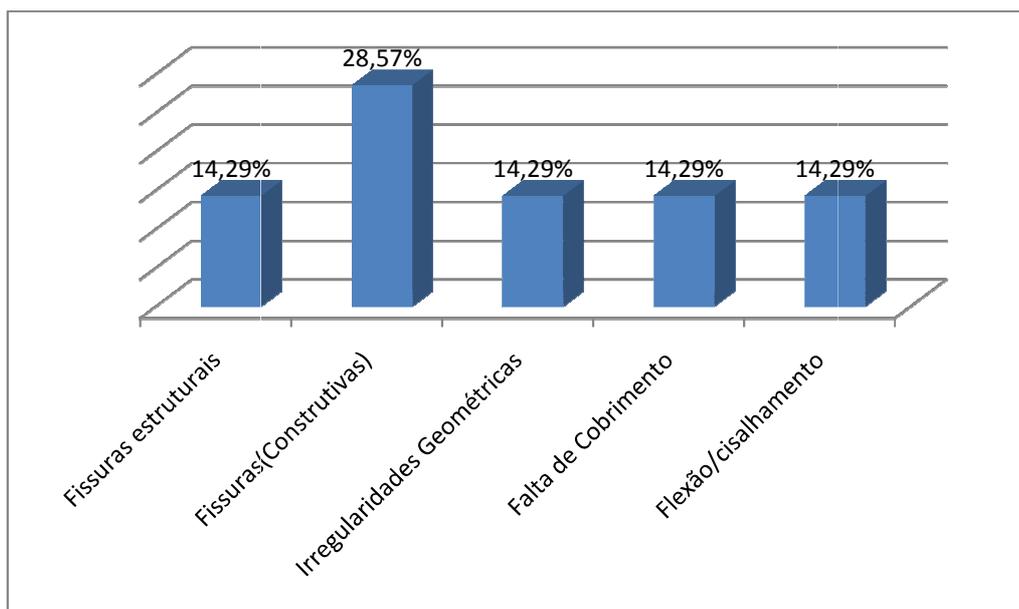


Figura 5.25 – Índices de manifestações patológicas nas vigas em relação à edificação de uso residencial coletiva.

Nas lajes das edificações de uso coletivo não houve incidência das patologias de segregação, manchas, irregularidades geométricas e falta de cobertura, razão pela qual foram excluídas da Figura 5.26. A maior incidência ocorreu com as fissuras estruturais com um índice de 14,29%. Flexão, Lixiviação, corrosão, Fissuras construtivas e de materiais apresentaram um índice de 7,14% cada uma.

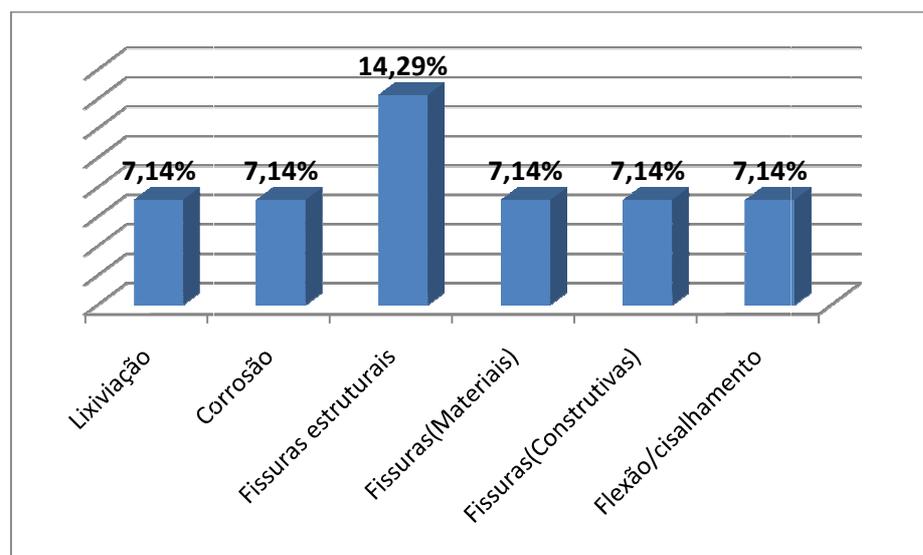


Figura 5.26 – Índices de manifestações patológicas das lajes em relação à edificação de uso residencial coletiva.

5.2.2.5.3 Edificação comercial

Nos pilares das edificações para uso comercial não foram detectadas as patologias de corrosão e manchas. O maior índice foi encontrado na irregularidade geométrica com 60% seguido das patologias de segregação e fissuras construtivas com 40% cada índice. Estes altos índices refletem o descuido e a negligência com que as formas das peças estruturais normalmente são tratadas nas obras contribuindo para a ocorrência de patologias facilmente evitáveis. A figura 5.27 demonstra estes resultados.

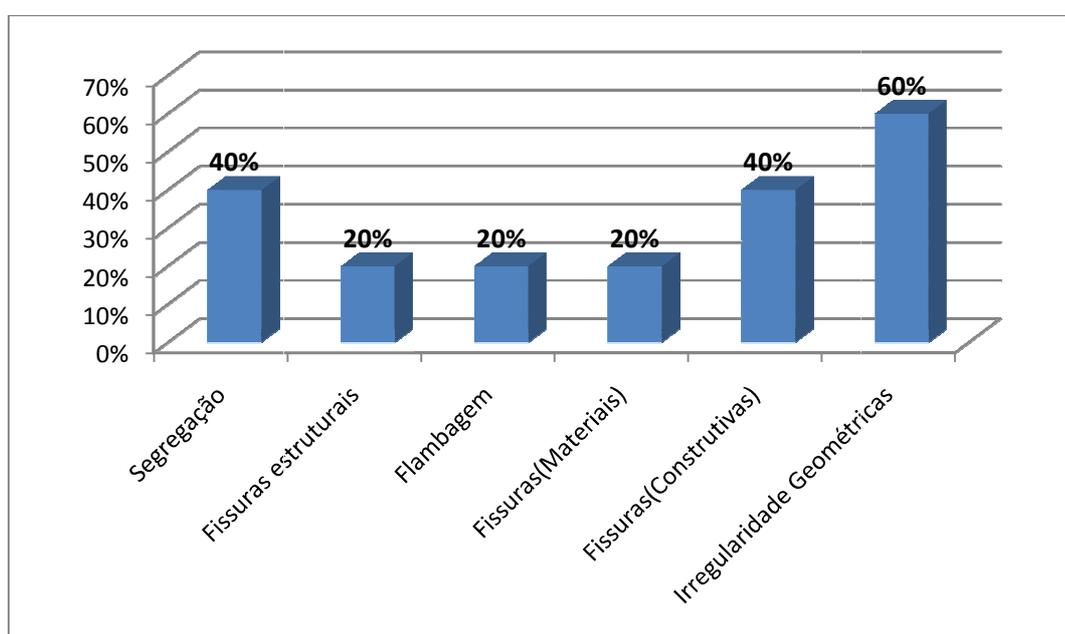


Figura 5.27 – Índices de manifestações patológicas dos pilares em relação à edificação de uso comercial.

Quando se analisa as vigas, a patologia manchas não ocorreu em nenhuma das edificações de uso comercial e a que apresentou a maior incidência foram as fissuras estruturais com um percentual de 40% dos casos. As outras patologias apresentaram um índice 20% e os resultados estão na Figura 5. 28.

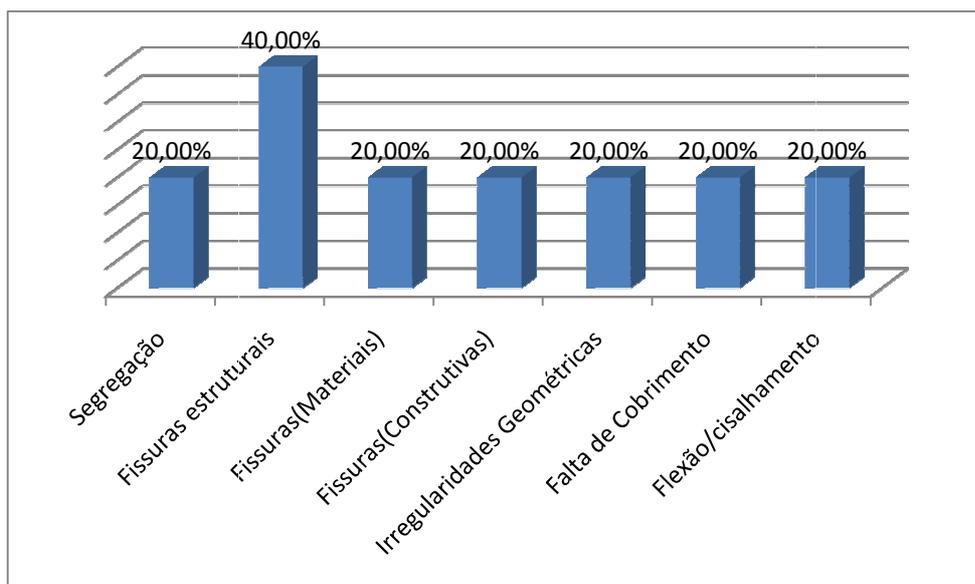


Figura 5.28 – Índices de manifestações patológicas das vigas em relação à edificação de uso comercial.

Analisando as lajes as patologias de segregação, lixiviação, corrosão, manchas, flexão/cisalhamento e as irregularidades geométricas não tiveram nenhuma ocorrência. As patologias falta de cobertura e as fissuras estruturais, construtivas e materiais tiveram um mesmo índice de ocorrência de 20% cada. Os resultados estão na Figura 5. 29.

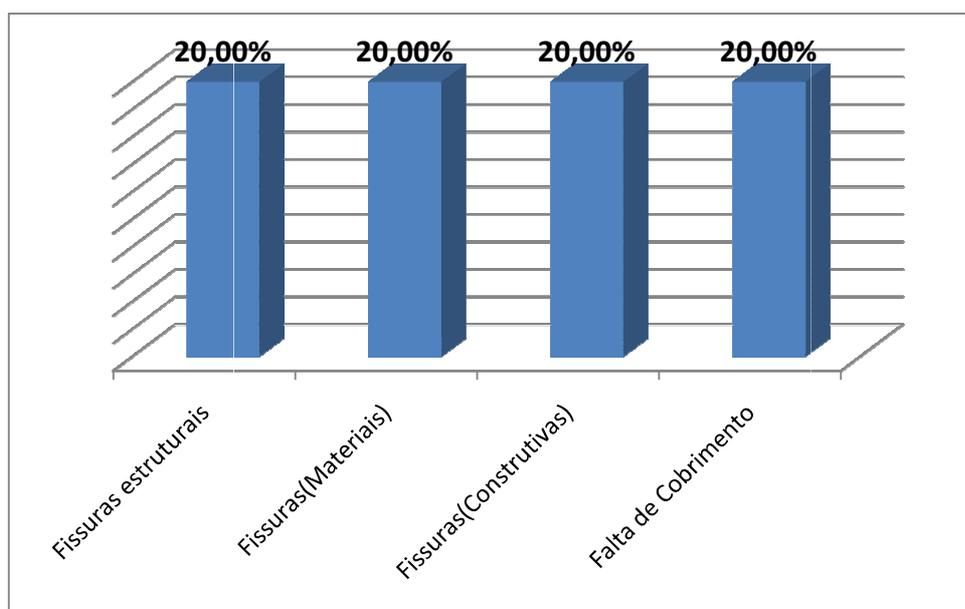


Figura 5.29 – Índices de manifestações patológicas das lajes em relação à edificação de uso comercial.

5.2.2.5.4 Edificação de uso misto e especial

As patologias de corrosão, flambagem e manchas não ocorreram nos pilares. Os maiores índices ocorreram com as irregularidades geométricas, segregação e as fissuras estruturais com um índice de 100 % cada uma, seguidas pelas patologias de fissuras construtivas e materiais com um índice de 50% cada. Assim como ocorreu com os pilares e conforme demonstrando no Quadro 5.27, esta situação reflete a situação de descaso com que as formas das peças estruturais são tratadas pelos profissionais.

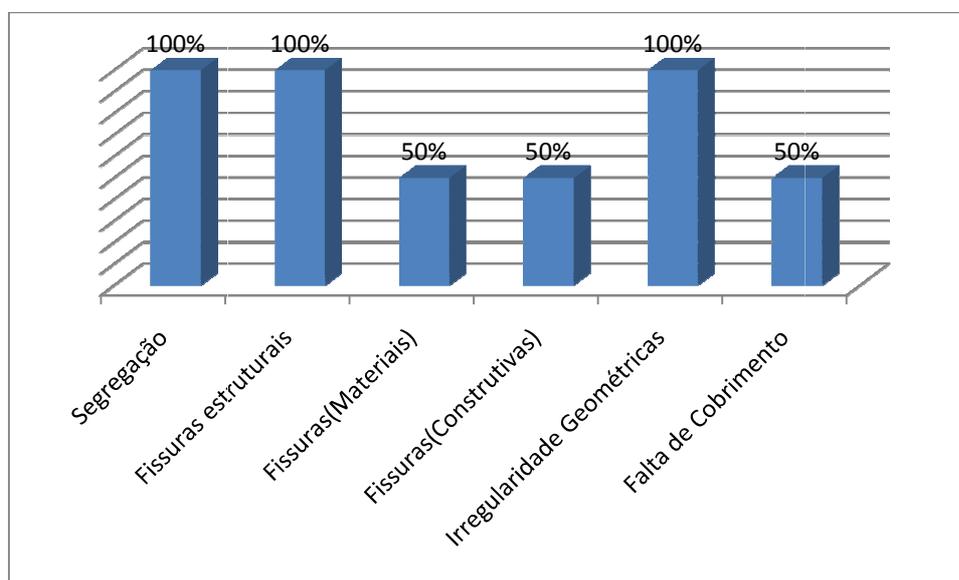


Figura 5.30 – Índices de manifestações patológicas dos pilares em relação à edificação de uso misto e especial.

Nas vigas das edificações de uso misto e especial não foram encontradas nenhuma ocorrência da patologia de fissuras estruturais e construtivas, corrosão, manchas e fissuras por flexão ou cisalhamento. Falta de cobertura e irregularidades geométricas foram as patologias com maior ocorrência apresentando um índice de 100% cada. Seguidas pela segregação e fissuras materiais com um índice de 50% cada. Situação que é reflexo do que já fora encontrado nos pilares e nas vigas.

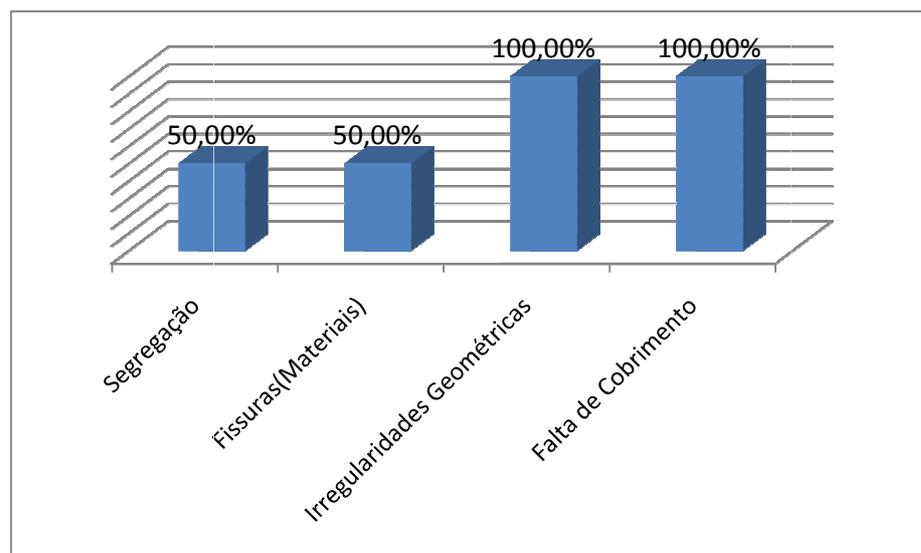


Figura 5.31 – Índices de manifestações patológicas das vigas em relação à edificação de uso misto e especial.

Nas lajes das edificações de uso misto ou especial não foram detectadas nenhuma patologia.

5.2.2.6 Flexão/Cisalhamento nas Vigas

Em relação às flexão/cisalhamento nas Vigas, os resultados são apresentados na Figura 5.32

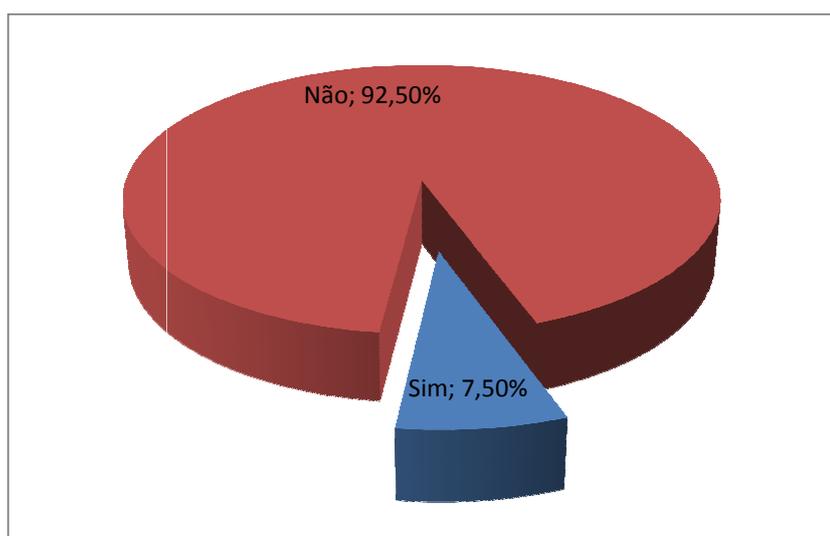


Figura 5.32– Índices de manifestações patológicas em relação à flexão/cisalhamento nas Vigas.

5.2.2.7 Flambagem e Manchas

Em apenas 2,50% dos casos ocorreram flambagem nos pilares. Esta patologia ocorreu nos casos em que ocorreram desmoronamento. Não foram detectadas manchas nas peças da estrutura.

Assim como Brandão (2007) observou, os índices descritos nos itens 5.2.2.1 à 5.2.2.7 evidenciam que a qualidade dos projetos elaborados, bem como, a realização de controle tecnológico do concreto está sendo relegada pelos profissionais que acreditam, erradamente, que o mais importante em uma execução seria apenas cumprir a expectativa para custo e o prazo.

Na pesquisa realizada por Nince (1996), nas estruturas de concreto armado executadas na Região Centro-Oeste, constatou que em Goiânia as manifestações patológicas, classificadas em ordem decrescente de ocorrência, são: fissuras, segregação, colapso parcial ou total, esfoliação, corrosão, flechas, armadura exposta, infiltrações, recalque e desagregação. Assim como Brandão (2007), os índices obtidos nesta pesquisa não podem ser comparados aos obtidos por ela, tendo em vista que as metodologias das pesquisas foram diferentes, conforme foi abordado no capítulo quatro.

5.2.2.8 Índices de manifestações patológicas em relação à área da edificação

Nas estruturas de concreto armado a maior incidência de manifestação patológica, foi no intervalo de área de 101 m² a 500 m² com 48,28%, compatível com o resultado encontrado por Brandão (2007) em sua pesquisa. Em seguida as edificações com área no intervalo de 501 a 1.000m² apresentaram um índice de 24,14% seguida das edificações no intervalo de 1.001 a 5.000m² com um índice de 13,79%. Os demais índices ficaram abaixo de 14% (Figura 5.33).

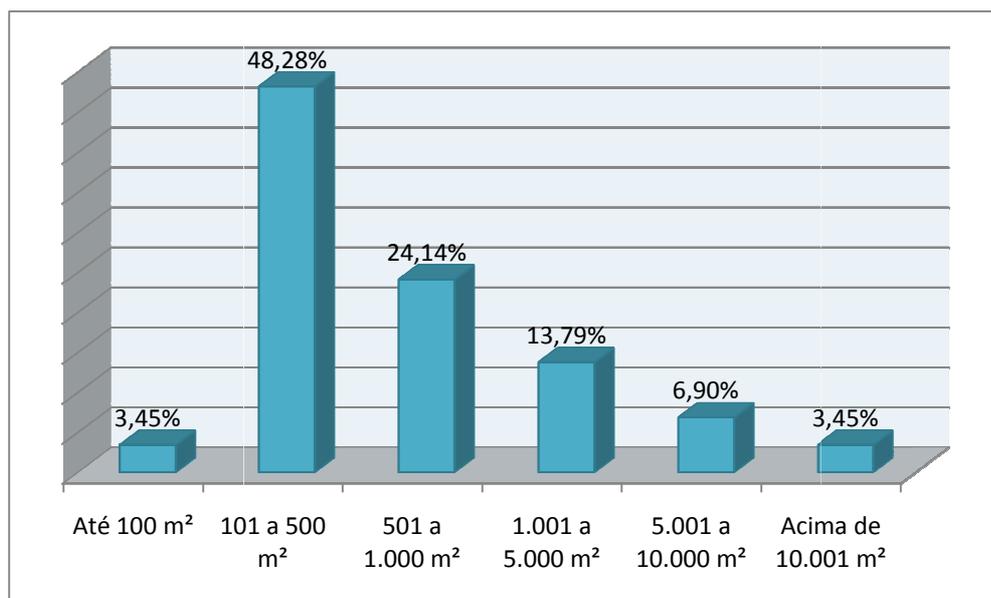


Figura 5.33 – Distribuição de manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado em relação à área da edificação – Amostra pesquisada.

O índice de manifestação patológica, quando as ocorrências são analisadas em relação à área construída e ao número de obras executadas no Estado de Goiás, no período de janeiro de 1998 a julho de 2008, pode-se constatar que as edificações com áreas entre 5001 m² a 10000 m² apresentaram o maior índice de 1,2739%. (Figura 5.34).

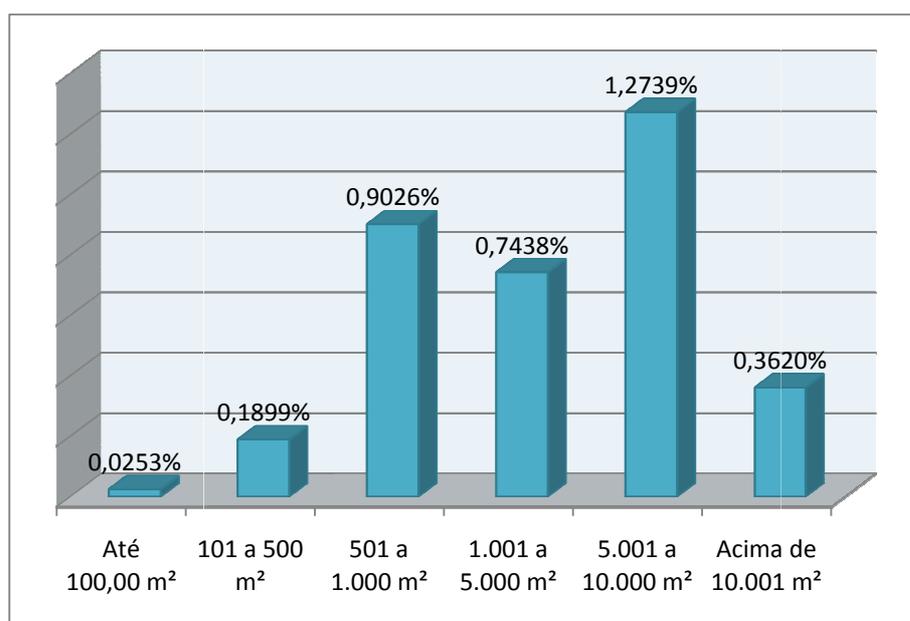


Figura 5.34 – Percentual de edificações com manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado em relação ao número de unidades executadas – Período jan/1998 a jul/2008.

Os maiores índices ficaram no intervalo de 501 a 10.000m². pois o número de edificações executadas é relativamente menor que as outras conforme mostrado no Quadro 5.01. Considerando que estas edificações normalmente são edificações verticais ou com grande aproveitamento econômico (comercial ou industrial) tal situação deve ser observada mais de perto, pois, afetam a segurança de muitas pessoas que utilizam estas edificações.

5.2.2.9 Índices de manifestações patológicas em relação à idade da edificação

Nas estruturas de concreto armado, 40% das manifestações patológicas detectadas ocorreram no primeiro ano de idade da edificação, sendo seguida pelo segundo ano com 16,67% e pelo terceiro ano com 13,33%. Os demais totalizaram 30% sendo que os maiores índices foram nos anos em que apareceram a patologia de corrosão (Figura 5.35).

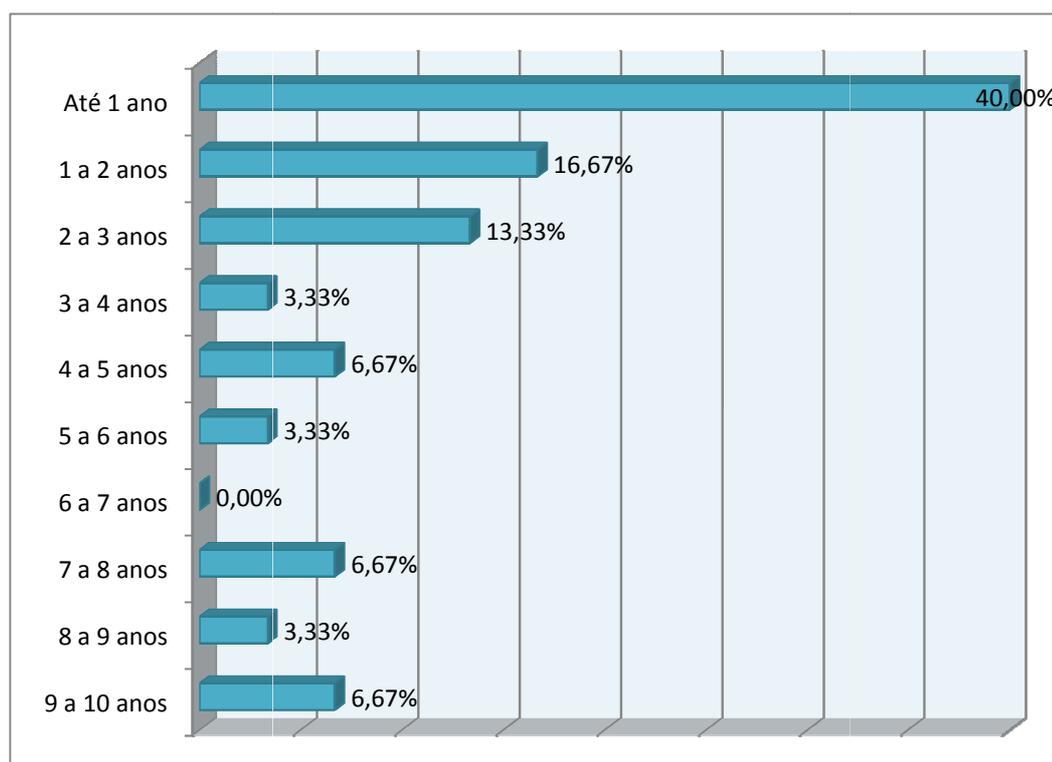


Figura 5.35 – Distribuição das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado em relação à idade da edificação.

5.2.2.10. Em relação à realização de ensaios de dosagem do concreto

O acompanhamento tecnológico durante todas as etapas e em todos os materiais e serviços empregados em uma obra é um mecanismo importante para saber se o resultado esperado será atingido. Quando se fala em fundação e em estrutura, maior ainda deve ser esta preocupação pois conforme dito no Capítulo 3, o custo para reparo pode chegar a 5 vezes o gasto com a execução.

Alguns profissionais iniciaram o devido controle tecnológico e depois deixaram de fazê-lo, acreditando em uma ilusória redução de custo e de tempo. Outros profissionais, ao se depararem com patologias e sem saberem as causas, contrataram os serviços de acompanhamento tecnológico quando a obra já se encontrava em avançado estado de execução. Algumas das obras por serem térreas tem em seu cronograma a execução de determinada peça estrutural apenas uma vez. O Quadro 5.10 apresenta os resultados quanto aos índices em relação à realização dos serviços de dosagem do concreto utilizado na fundação, nos pilares, nas vigas e nas lajes.

Fundação	Pilar	Vigas	Laje	Perc.
Não Realizada	Não Realizada	Não Realizada	Não Realizado	47,50%
Não Realizada	Não Realizada	Não Realizada	Realizado	5,00%
Não Realizada	Não Realizada	Não Realizada	Não é Possível Determinar	5,00%
Não Realizada	Realizada	Não Realizada	Não Realizado	5,00%
Não Realizada	Realizada	Não Realizada	Realizado	2,50%
Não Realizada	Realizada	Realizada	Realizado	2,50%
Realizada	Realizada	Realizada	Realizado	12,50%
Realizada	Não Realizada	Não Realizada	Não Realizado	5,00%
Realizada	Não Realizada	Não Realizada	Realizado	2,50%
Realizada	Não Realizada	Realizada	Realizado	2,50%
Não é Possível Determinar	Não Realizada	Não Realizada	Realizado	7,50%
Não é Possível Determinar	Não Realizada	Não é Possível Determinar	Realizado	2,50%

Quadro 5.10 – Ocorrências patológicas em relação à realização dos serviços de dosagem do concreto utilizado na fundação, nos pilares, nas vigas e nas lajes.

5.2.2.11. Em relação à realização de ensaios de compressão do concreto

Outro ensaio importante e muito conhecido é o do Ensaio de Compressão do Concreto cujo único objetivo equivocadamente visto por muitos profissionais seria o de aferir a resistência do concreto. Os resultados são apresentados no Quadro 5.11 e estão correlacionados na fundação, nos pilares, nas vigas e nas lajes. Em alguns casos não foi possível determinar se houve ou não a realização dos ensaios pois o profissional, em sua conduta negligente, não soube precisar a informação.

Da mesma forma que os dados apresentados no Quadro 5.10, a conduta do profissional influencia nos resultados apresentados na medida em que não observa as boas técnicas e os preceitos das normas técnicas vigentes.

Fundação	Pilar	Vigas	Lajes	Perc.
Não Realizada	Não Realizado	Não Realizado	Não Realizado	42,50%
Não Realizada	Não Realizado	Não Realizado	Realizado	5,00%
Não Realizada	Não é Possível Determinar	Não Realizado	Não Realizado	10,00%
Não Realizada	Não Realizado	Não Realizado	Não é Possível Determinar	2,50%
Não Realizada	Realizado	Realizado	Realizado	2,50%
Não Realizada	Não é Possível Determinar	Não Realizado	Não é Possível Determinar	2,50%
Não Realizada	Não é Possível Determinar	Não Realizado	Realizado	2,50%
Não Realizada	Não é Possível Determinar	Não Realizado	Não é Possível Determinar	2,50%
Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	10,00%
Realizado	Não é Possível Determinar	Não Realizado	Realizado	2,50%
Realizado	Não é Possível Determinar	Realizado	Realizado	2,50%
Realizado	Não Realizado	Não Realizado	Não Realizado	2,50%
Realizado	Não Realizado	Não Realizado	Realizado	2,50%
Não é Possível Determinar	Não é Possível Determinar	Não Realizado	Realizado	2,50%
Não é Possível Determinar	Não Realizado	Realizado	Não é Possível Determinar	2,50%
Não é Possível Determinar	5,00%			

Quadro 5.11 – Ocorrências de manifestações patológicas em relação à realização do ensaio de compressão no concreto utilizado na fundação, pilares, vigas e nas lajes.

5.2.2.12. Em relação à realização de ensaios do Módulo de Elasticidade do concreto

Ainda dentro da utilização do controle tecnológico temos que um ensaio importante é o do Módulo de Elasticidade do Concreto pois é a partir dele que se tem o controle da maneira e do momento correto para desforma das peças evitando a ocorrência de uma grande deformação nas peças, denominada fluência.

No Quadro 5.12 são apresentados os índices de manifestações patológicas em relação à realização do ensaio do módulo de elasticidade do concreto utilizado na fundação, nos pilares, nas vigas e nas lajes respectivamente.

Fundação	Pilar	Vigas	Lajes	Perc.
Não Realizada	Não Realizado	Não Realizado	Não Realizado	52,50%
Não Realizada	Não Realizado	Não Realizado	Não é Possível Determinar	2,50%
Não Realizada	Realizado	Realizado	Realizado	2,50%
Não Realizada	Realizado	Não Realizado	Não Realizado	2,50%
Não Realizada	Não é Possível Determinar	Não Realizado	Não Realizado	20,00%
Não Realizada	Não é Possível Determinar	Não Realizado	Não é Possível Determinar	2,50%
Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	5,00%
Não é Possível Determinar	Não Realizado	Não Realizado	Não Realizado	2,50%
Não é Possível Determinar	Não é Possível Determinar	Não Realizado	Não Realizado	2,50%
Não é Possível Determinar	Não Realizado	Não é Possível Determinar	Não é Possível Determinar	2,50%
Não é Possível Determinar	5,00%			

Quadro 5.12 – Ocorrências de manifestações patológicas em relação à realização do ensaio de Módulo de Elasticidade do concreto utilizado na fundação, pilares, vigas e nas lajes.

Pela forma da distribuição dos dados, a conduta negligente ou imprudente dos profissionais fica evidenciada, seja por desconhecerem as normas técnicas, seja por acreditarem apenas na eficiência das concreteiras. Tal situação ficou demonstrada nos outros resultados apresentados abaixo.

5.2.2.13. Em relação ao modo de fabricação do concreto

No Quadro 5.13 estão correlacionados os índices de manifestações patológicas em relação à realização à maneira que o concreto foi fabricado.

Fundação	Pilar	Vigas	Laje	Perc
Na Obra	Na Obra	Na Obra	Na Obra	15,00%
Na Obra	Usinado	Usinado	Não foi possível determinar / Não se aplica	2,50%
Na Obra	Na Obra	Na Obra	Não foi possível determinar / Não se aplica	22,50%
Na Obra	Na Obra	Na Obra	Usinado	2,50%
Na Obra	Na Obra	Não foi possível determinar / Não se aplica	Não foi possível determinar / Não se aplica	10,00%
Na Obra	Não foi possível determinar / Não se aplica	Não foi possível determinar / Não se aplica	Não foi possível determinar / Não se aplica	12,50%
Usinado	Usinado	Usinado	Usinado	12,50%
Usinado	Não foi possível determinar / Não se aplica	Não foi possível determinar / Não se aplica	Não foi possível determinar / Não se aplica	5,00%
Não foi possível determinar / Não se aplica	Não foi possível determinar / Não se aplica	Não foi possível determinar / Não se aplica	Não foi possível determinar / Não se aplica	2,50%
Parte Usinado/Parte Na Obra	2,50%			
Parte Usinado/Parte Na Obra	Não foi possível determinar / Não se aplica	Usinado	Não foi possível determinar / Não se aplica	2,50%
Parte Usinado/Parte Na Obra	Não foi possível determinar / Não se aplica	Não foi possível determinar / Não se aplica	Não foi possível determinar / Não se aplica	7,50%
Parte Usinado/Parte Na Obra	Na Obra	Na Obra	Na Obra	2,50%

Quadro 5.13 – Ocorrências de manifestações patológicas em relação à maneira de fabricação do concreto utilizado na fundação, pilares, vigas e nas lajes.

Mesmo nos casos onde o profissional não soube precisar a maneira de fabricação do concreto utilizado, evidenciando uma conduta negligente já que desconhece a obra que esta sob a sua responsabilidade, pode-se afirmar que não foi utilizado um concreto usinado pois haveria indícios de sua aquisição como por exemplo, notas fiscais.

Em 12,50% dos casos em que houve manifestação patológica, o concreto utilizado foi usinado porém não significa que o concreto foi o responsável pelo aparecimento da patologia haja visto que nem sempre o profissional ou o construtor age de maneira tecnicamente correta no lançamento e na cura.

5.3 PRINCÍPAIS TIPOS DE ERROS TÉCNICOS COMETIDOS POR PROFISSIONAIS

Como já relatado no capítulo dois desta pesquisa, o profissional pode cometer três tipos de erro técnico, definidos pela Decisão n° 069, que dispõe sobre aplicação de penalidades aos profissionais no caso de comprovação da existência de erro técnico por imperícia, imprudência e negligência⁶ no exercício profissional.

Em algumas situações o profissional acabou sendo enquadrando em mais de uma situação pois, por exemplo, negligenciou toda a fase de fundação da obra e quando da execução dos serviços de supraestrutura foi imprudente.

O resultado desta pesquisa pode ser verificado na Figura 5.38, quando ficou constatada que a imprudência e a imperícia corresponderam, cada uma, a uma parcela de 32,50% dos erros técnicos cometidos por profissionais.

⁶CONFEA. Decisão normativa n°69, de 23 de março de 2001. Dispõe sobre aplicação de penalidades aos profissionais por imperícia, imprudência e negligência e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 abr. 2001. Disponível em: <<http://www.confex.org.br/normativos>>. Acesso em: 10 de jun. 2008.

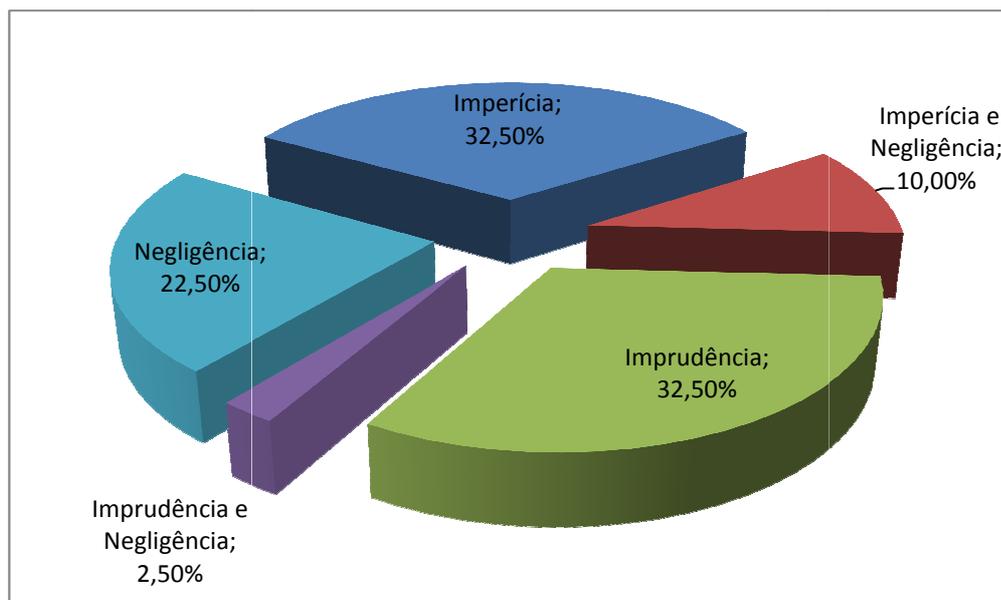


Figura 5.36 – Tipo de erro técnico cometido por profissionais.

A negligência representou 22,50% dos erros técnicos cometidos, índice esse ligado diretamente ao acobertamento onde não há a participação do profissional na elaboração de projeto e/ou execução de obra.

A imperícia em conjunto com a negligência correspondem a 10% dos erros técnicos e a imprudência em conjunto com a negligência correspondem a 2,50% dos casos de erros técnicos profissionais.

Quando se analisa esta situação com a forma de participação do profissional na obra, constata-se que nos casos da imprudência em conjunto com a negligência e da negligência o profissional autônomo respondeu por 100% dos casos. Na imperícia em conjunto com a negligência o profissional autônomo e o profissional ligado a uma empresa responderam por 50% cada um. Pelas imperícias o profissional autônomo respondeu por 69,23% das ocorrências e por 76,92% das ocorrências nas imprudências.

A imperícia representou uma grande parcela das ocorrências demonstrando que falta conhecimento técnico aos profissionais, ao menos para evitar a ocorrência de várias patologias relacionadas à fundação e à estrutura de concreto armado.

Analisando as conseqüências causadas devido aos erros técnicos cometidos, em relação ao comprometimento da edificação, ficou constatado através dos documentos analisados, o seguinte:

- desmoronamento total: 100% foram causados devido à imperícia em conjunto com negligência (cada)
- desmoronamento parcial: a negligência, a imperícia e a imperícia em conjunto com a negligência, foram responsáveis por 33,33% cada; e
- comprometimento classificado como os casos de alta gravidade: 100% foram causados pela imperícia, lembrando que as edificações que foram assim classificadas, necessitam, urgentemente, de intervenções para garantir sua funcionalidade e estabilidade.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações ora apresentadas devem ser analisadas observando as seguintes delimitações da pesquisa:

- os levantamentos não têm cunho probabilístico ou inferencial, pois as técnicas estatísticas utilizadas, objetivaram somente apresentar os resultados obtidos;
- a análise das manifestações patológicas foi realizada de forma restrita ao universo dos relatórios e laudos pesquisados; e
- não constam deste trabalho os levantamentos das patologias, que por ventura, foram corrigidas pela construtora ou profissional responsável, em atenção à solicitação do proprietário.
- os dados e os resultados seguirão o mesmo roteiro e padrão da pesquisa de Brandão (2007), acrescidos de algumas outras observações;

Portanto, as considerações finais desta pesquisa, lembrando que as mesmas são referentes a edificações com até dez anos de idade, com registros oficiais de ocorrências no Crea-GO, são as seguintes:

1. a principal manifestação patológica encontrada nas fundações foi o recalque com um índice de 37,50% seguida de desmoronamento com um índice de 22,50%, ambas em relação à todas as manifestações patológicas encontradas na etapa de fundações;
2. a principal manifestação patológica encontrada na etapa de estrutura foram as fissuras com um índice geral de 32,14% em relação à todas as manifestações patológicas encontradas na etapa de estrutura, independentemente da peça estrutural executada;
3. a segunda manifestação patológica encontrada na etapa de estrutura foi a deformação estrutural com um índice de 19,84% em relação à todas as manifestações patológicas encontradas na etapa de estrutura, independentemente da peça estrutural executada;

4. As edificações de uso residencial unifamiliar foram as que mais apresentaram patologias com um índice de 47,50%, seguidas da residencial coletiva com 35%;
5. 77,50% das edificações que apresentaram patologias, foram executadas por profissionais autônomos;
6. Em relação às edificações pesquisadas 40% tiveram a avaliação do comprometimento de uso das edificações frente às patologias ocorridas de gravidade moderada, sendo que o índice para alta gravidade foi de 5%. A maior ocorrência foi a de baixa gravidade com 45%;
7. A maioria das manifestações patológicas, tanto da fundação quanto da estrutura, ocorreram no primeiro ano de idade da edificação. Na fundação 52,17% e na estrutura de concreto armado em 40%;
8. Das construções pesquisadas, 35% causaram danos nas edificações vizinhas, sendo que 53,49% destes danos ocorreram até o primeiro ano após a conclusão da obra, sendo que as construções com área entre 5001 m² a 10000 m² foram as que causaram o maior percentual de danos; e
9. A imprudência e a imperícia foram os erros técnicos mais cometidos por profissionais com índices de 32,50% cada um, seguidos da negligência com índice de 22,50%.

Finalmente, todos os índices apresentados nesta pesquisa, devem servir de base para a comunidade técnico-científica, objetivando minimizar tais incidências, considerando, que, o estudo sistematizado de manifestações patológicas é o primeiro passo para prevenir essas ocorrências. Conseqüentemente, garantir a qualidade final da edificação, minimizando o desgaste na relação profissional/contratante, bem como, a redução de prejuízos financeiros, para ambas as partes.

6.1 SUGESTÕES PARA PRÓXIMAS PESQUISAS

No desenvolvimento da presente pesquisa, verificou-se a necessidade de realização de estudos objetivando melhorar a qualidade da construção civil, principalmente no Estado de Goiás, portanto segue as seguintes sugestões:

- análise das características e comportamento do solo, visando minimizar a interferência de novas construções nas edificações vizinhas;
- propor mecanismos de ensaios e de sondagem para conhecimento das características e comportamento do solo;
- propor aos órgãos de classe como o Sindicato da Indústria da Construção no Estado de Goiás e Associação Goiana de Empreiteiras, bem como às construtoras mecanismos para proceder levantamento de manifestações patológicas em edificações, mantendo arquivos técnicos organizados;
- levantamento detalhado das causas de tipos de patologias da etapa de concreto armado, principalmente, na elaboração e detalhamento dos projetos estruturais;
- levantamento detalhado das causas de tipos de patologias da etapa de fundação, principalmente, na elaboração e detalhamento dos projetos; e
- proposição de instrumentos capazes de incrementar a divulgação de conhecimento técnico/científico aos profissionais diretamente envolvidos na construção civil;.

REFERÊNCIAS

AÏTCIN, P.C. **Concreto de alto desempenho**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2000. 660 p.

AL-FADHALA, Manal; HOVER, Kenneth C. Rapide evaporation from freshly cast concrete and the Gulf environment. **Construction and Building Materials**. 2001.

ANDRADE, J.J.O. **Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco**. 1997. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

ANTONELLI, G.R.; CARASEK, H.; CASCUDO, O. Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia-GO. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais ...** Foz do Iguaçu, 2002. CD-ROM.

ARANHA, P.M.S. **Contribuição ao estudo das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado na região amazônica**. 1994. 144p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: manutenção de edificações; procedimentos. Rio de Janeiro, 1999, 6 p.

_____. **NBR 6118: projeto de estruturas de concreto; procedimentos**. Rio de Janeiro, 2003, 170 p.

_____. **NBR 6484: solo - sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2001, 17 p.

_____. **NBR 6122: projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 1996, 33 p.

_____. **NBR 8036: programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios**. Rio de Janeiro, 1983, 3 p.

_____. **NBR 8545: execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos ou blocos cerâmicos**.

_____. **NBR 9061: segurança de escavação a céu aberto**. Rio de Janeiro, 1985, 31 p.

_____. **NBR 14931: execução de estruturas de concreto**; procedimento. Rio de Janeiro, 2004, 40 p.

_____. **NBR 15577: Agregados – reatividade álcali-agregado – Parte 1 Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto**. Rio de Janeiro, 2008, 11 p.

_____. **NBR 15577: Agregados – reatividade álcali-agregado – Parte 2 Coleta, preparação e periodicidade de ensaios de amostras de agregados para concreto**. Rio de Janeiro, 2008, 11 p.

_____. **NBR 15577: Agregados – reatividade álcali-agregado – Parte 3 Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis**. Rio de Janeiro, 2008, 11 p.

_____. **NBR 15577: Agregados – reatividade álcali-agregado – Parte 4 Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado**. Rio de Janeiro, 2008, 11 p.

_____. **NBR 15577: Agregados – reatividade álcali-agregado – Parte 5 Determinação da mitigação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado**. Rio de Janeiro, 2008, 11 p.

_____. **NBR 15577: Agregados – reatividade álcali-agregado – Parte 6 Determinação da expansão em prismas de concreto**. Rio de Janeiro, 2008, 11 p.

_____. **NBR ISO 9000: sistemas de gestão da qualidade**; fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2005, 32 p.

_____. **NBR ISO 9001: sistemas de gestão da qualidade**; requisitos. Rio de Janeiro, 2000, 21 p.

_____. **NBR ISO 9004: sistemas de gestão da qualidade**; diretrizes para melhorias de desempenho. Rio de Janeiro, 2000, 48 p.

BAUER, L.A.F. **Materiais de Construção**. Rio de Janeiro, 1987.

BERNARDES, C.; ARKIE, A.; FALCÃO, C.M.; KNUDSEN, F.; VANOSSI, G.; BERNARDES, M.; YAOKITI, T.U. **Qualidade e custo das não-conformidades em obras de construção civil**. I ed., São Paulo, PINI, 1988.

BESERRA, S. A. **Influência do tipo e do tempo de duração da cura nas propriedades mecânicas de concretos de alto desempenho (CAD) produzidos em período quente ($t > 25^{\circ}\text{C}$) e de baixa umidade relativa do ar ($h < 50\%$)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

BRANDÃO, R.M.L. **Levantamento das manifestações patológicas nas edificações, com até cinco anos de idade, executadas no Estado de Goiás.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Código Civil Brasileiro. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 11 jan 2002. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 09 mai. 2008.

_____. Decreto-Lei nº 2848, de 7 de dezembro de 1940. Código Penal. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 31 dez. 1940. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 09 mai. 2008.

_____. Decreto-Lei nº 3688, de 3 de outubro de 1941. Lei das Contravenções Penais. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 3 out. 1941. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 09 mai. 2008.

_____. Lei nº 8078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 12 set. 1990. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 10 mai. 2008.

_____. Lei nº 10406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 11 jan. 2002. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 09 mai. 2008.

CÁNOVAS, M. F. **Patologia e Terapia do Concreto Armado.** São Paulo:PINI, 1988. 520 p.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações** – mecânica das rochas, fundações e obras de terra. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1989. 498 p.

CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto:** inspeção e técnica eletroquímicas. São Paulo: PINI, 1997. 237 P.

CEMENT ASSOCIATION OF CANADA. **Plastic shrinkage cracking.** Disponível em: <<http://www.cement.ca/cement.nsf/e/3576F15225F7B90E85256BF30052A10A?OpenDocument>>. Acesso em: 10 de jun. 2008

CÓDIGO DE HAMURABI. **DHnet** – Rede de Direitos Humanos e Cultura. Disponível em: <<http://www.dhnet.org.br/direitos/anthist/hamurabi.htm>>. Acesso em: 06 Abr 2008.

COLARES, G. M. **Programa para análise da interação solo-estrutura no projeto de edifícios.** Dissertação (Mestrado em Geotecnia)-Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

CONFEA. Decisão normativa n° 69, de 23 de março de 2001. Dispõe sobre aplicação de penalidades aos profissionais por imperícia, imprudência e negligência e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 abr. 2001. Disponível em: <<http://www.confea.org.br/normativos>>. Acesso em: 10 de jun. 2008.

_____. Resolução n° 1002, de 26 de novembro de 2002. Adota o Código de Ética Profissional da Engenharia, da Arquitetura, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 dez. 2002. Disponível em: <<http://www.confea.org.br/normativos>>. Acesso em: 10 de jun. 2008.

_____. Lei n° 5194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República do Brasil**, Brasília, DF, 27 dez. 1966. Disponível em: <<http://www.confea.org.br/normativos>>. Acesso em: 10 de jun. 2008.

CREA-GO. Ato n° 2, de 14 de março de 1981. Dispõe sobre limitação de obras. **Diário Oficial do Estado**, Goiânia, GO, 02 abr. 1981. Disponível em: <<http://www.crea-go.org.br/legislacao/atos/Ato-8102-GO.htm>>. Acesso em: 10 de jun. 2008.

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

DEGUSSA. **Manual de Reparo, Proteção e Reforço de Estruturas de Concreto**. 2003. Ed. Red. Rehabilitar. São Paulo, 2003.

DEL MAR, C. P. **Falhas, Responsabilidades e Garantias na Construção Civil**. São Paulo. PINI, 2007. 366p.

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

FIUZA, R. (Coord.). **Novo código civil comentado**. São Paulo: Editora Saraiva, 2002.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, C.R. **Responsabilidade Civil**. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

GUIMARÃES, L.E. **Avaliação comparativa de grau de deterioração de edificações – estudo de caso: prédios pertencentes à Universidade Federal de**

Goiás. 2003. 175p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Goiás, Goiânia, 2003.

GUZMÁN, D.S. **Durabilidad y Patología del Concreto.** ASOCRETO, 2002.

HASPARYK, N. P. **Investigação de concretos afetados pela reação álcali agregado e caracterização avançada do gel exsudado.** 2005. 326 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

HELENE, P.R.L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado.** São Paulo, 1993, 271p. Tese (Livre Docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

_____. **Manual prático para reforço de estruturas de concreto armado.** São Paulo, PINI, 1988.

HELENE, Paulo (Ed.). **Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón: reparación, refuerzo y protección.** Co-editor PEREIRA, Fernanda. Guarulhos: Bandeirantes Indústria Gráfica, 2003. 741 p.

HOLANDA JR, O.G. **Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural.** 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade São Paulo, São Carlos, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO – Ibape/SP. **Glossário aplicável à engenharia de avaliações do Ibape/SP.** Disponível em: <<http://www.ibapepb.jpa.com.br/glopart1.htm>>. Acesso em: 19 abr. 2008.

IOSHIMOTO, E. Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais. **Anais EPUSP**, São Paulo, série A, parte 5, p. 361-377, 1988.

KUPERMAN, Selmo Chapira, **Considerações sobre fluência de concretos**, Artigo, Revista Techné nº 125 de Agosto de 2007, Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/125/artigo59014-1.asp>>. Acesso em 18 abr 2008.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto, estrutura, propriedades e materiais.** São Paulo: PINI, 1994. 572 p.

MEIRELLES, H.L. **Direito de Construir.** 9. ed. São Paulo; Malheiros, 2005.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios:** aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MELHADO, S. B. **Etapas do desenvolvimento, coordenação do projeto e Interface com a etapa de produção.** Notas de Aula. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, PCC-2301: Gestão de Produção na Construção Civil.

MICHALISZYN, M.S.; TOMASINI, R. **Pesquisa:** orientação e normas para elaboração de projetos, monografias e artigos científicos. 2. ed. Petrópolis, RJ; Vozes, 2005.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N.C.; SCHNAID, F. **Patologia das Fundações.** 1. Ed. Oficina de Textos, 2005. 207p.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto.** 2. ed. São Paulo; PINI, 1997. 732 p.

NINCE, A.A. **Levantamento de dados sobre deterioração de estruturas na Região Centro-Oeste.** 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade de Brasília, Brasília, 1996.

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção.** 2. ed. São Paulo: PINI, 1986. 122 p.

SABBATINE, F. H. **As fissuras com origem na interação vedação estrutura.** In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios Verticais – EPUSP, 1998. **Anais ...**São Paulo, p. 169-186.

SILVA, D.A. **Levantamento de problemas em fundações correntes no estado do Rio Grande do Sul.** 1993. 116 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

SOUZA, R. et al. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obra.** São Paulo: PINI, 1996. 275 p.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** São Paulo: PINI, 1998. 255 p.

STOCO, R. Tratado de responsabilidade civil: com comentários ao Código Civil de 2002. 6. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** São Paulo: PINI, 2001. 449 p.

_____. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: PINI, 1989. 194 p.

VALDUGA, L. **Reação álcali-agregado - mapeamento de agregados reativos do estado de São Paulo.** Campinas, 2002. 225 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.

VARGAS, M. **Metodologia da pesquisa tecnológica**. Rio de Janeiro: Globo, 1985. 243 p.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações**, Vol. 1: Critérios de projeto – Investigação do subsolo – Fundações superficiais. São Paulo. Oficina de Tetos. 2004. 225p.

VERÇOZA, E.J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre: Sagra, 1991. 173 p.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 5.ed. São Paulo:PINI, 2003. 669 p.

APÊNDICE A

FIGURAS DAS FICHAS DE LEVANTAMENTO DE DADOS

N° do Processo:	Ano do protocolo:	CREA-GO
Endereço da Obra:	----- ----- -----	
RT:	----- -----	
Autor Projeto Fundação	----- -----	
Autor Projeto Estrutural	----- -----	
Controle Tecnológico	----- -----	
Sondagens	----- -----	
Concreteira	----- -----	
Uso:	<input type="checkbox"/> Residencial unifamiliar <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Misto <input type="checkbox"/> Outros	<input type="checkbox"/> Residencial coletiva <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Entidade Pública Especifique: _____
Local:	<input type="checkbox"/> Capital	<input type="checkbox"/> Interior
Área:	<input type="checkbox"/> até 100,00 m ² <input type="checkbox"/> 501 a 1.000 m ² <input type="checkbox"/> 5.001 a 10.000 m ²	<input type="checkbox"/> 101 a 500 m ² <input type="checkbox"/> 1.001 a 5.000 m ² <input type="checkbox"/> acima de 10.001 m ²
Idade:	<input type="checkbox"/> até 1 ano <input type="checkbox"/> 1 a 2 anos <input type="checkbox"/> 2 a 3 anos <input type="checkbox"/> 3 a 4 anos <input type="checkbox"/> 4 a 5 anos	<input type="checkbox"/> 5 a 6 anos <input type="checkbox"/> 6 a 7 anos <input type="checkbox"/> 7 a 8 anos <input type="checkbox"/> 8 a 9 anos <input type="checkbox"/> 9 a 10 anos
Obra executada por:	<input type="checkbox"/> profissional(is) autônomo(s) <input type="checkbox"/> profissional(is) em QT de empresa <input type="checkbox"/> não consta	

Figura A.01 – Ficha de Levantamento de Dados – Informações Gerais - 1ª Parte

Obra afetada:	<input type="checkbox"/> própria obra	<input type="checkbox"/> imóveis limítrofes
Número de Imóveis/Obras afetadas:	<input type="checkbox"/> 1 - Próprio	<input type="checkbox"/> 3 Limítrofes
	<input type="checkbox"/> 1 - Imóvel Limítrofe	<input type="checkbox"/> 4 - O Próprio e 3 Limítrofe
	<input type="checkbox"/> 2 - O Próprio e 1 Limítrofe	<input type="checkbox"/> 4 Limítrofes
	<input type="checkbox"/> 2 Limítrofes	<input type="checkbox"/> Outros: _____
	<input type="checkbox"/> 3 - O Próprio e 2 Limítrofes	
Tipo de estrutura:	<input type="checkbox"/> Concreto armado convencional.	<input type="checkbox"/> Alvenaria Convencional
	<input type="checkbox"/> Estrutura metálica	
	<input type="checkbox"/> Estrutura mista. Concreto e Estrutura Metálica(Cobertura)	
	<input type="checkbox"/> Estrutura mista. Concreto e Estrutura Metálica	
	<input type="checkbox"/> Alvenaria Estrutural. Qual? _____	
	<input type="checkbox"/> outras . Especifique: _____	
Avaliação geral:	<input type="checkbox"/> baixa gravidade	<input type="checkbox"/> gravidade moderada
	<input type="checkbox"/> alta grave	<input type="checkbox"/> desmoronamento parcial
	<input type="checkbox"/> desmoronamento	

Figura A01 – Ficha de Levantamento de Dados – Informações Gerais - 2ª Parte

Fundação	
Sondagem	Realizada <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
Ensaio de acordo com a NBR 6122/1997	Sondagens de reconhecimento à percussão: <input type="checkbox"/> Executada(NBR 6484/1997) <input type="checkbox"/> Executada (NBR 6484/2001) <input type="checkbox"/> Executada, sem precisar a norma <input type="checkbox"/> Não realizada <input type="checkbox"/> Não era Necessária, segundo avaliação do profissional <input type="checkbox"/> Profissional não soube informar
	Ensaio de Laboratório: <input type="checkbox"/> Executado <input type="checkbox"/> Não realizado <input type="checkbox"/> Não era Necessário, segundo avaliação do profissional <input type="checkbox"/> Profissional não soube informar
Tipo de Fundação	<input type="checkbox"/> Sapata <input type="checkbox"/> Bloco
	<input type="checkbox"/> Radier <input type="checkbox"/> Sapata associada (ou radier parcial)
	<input type="checkbox"/> Viga de fundação <input type="checkbox"/> Sapata corrida
	<input type="checkbox"/> Tubulão <input type="checkbox"/> Caixaão
	<input type="checkbox"/> Estaca cravada por percussão <input type="checkbox"/> Estaca cravada por prensagem
	<input type="checkbox"/> Estaca escavada, com injeção <input type="checkbox"/> Estaca tipo broca
	<input type="checkbox"/> Estaca apiloada <input type="checkbox"/> Estaca tipo Strauss
	<input type="checkbox"/> Estaca escavada <input type="checkbox"/> Estaca tipo Franki
	<input type="checkbox"/> Estaca mista <input type="checkbox"/> Estaca "hélice contínua"
<input type="checkbox"/> Não Determinável <input type="checkbox"/> Outras: _____	
Projeto	Projeto Elaborado: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar <input type="checkbox"/> Não Soube Informar
	Entregue ao Proprietário: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar <input type="checkbox"/> Não Soube Informar
	Presente na Obra: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar <input type="checkbox"/> Não Soube Informar
	Existe Memória de Cálculo: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar <input type="checkbox"/> Não Soube Informar
	Atende à NBR 6122: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar <input type="checkbox"/> Não Soube Informar
	Atende Norma de Apresentação de Projetos NBR : <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar <input type="checkbox"/> Não Soube Informar
Concreto Fundação	<input type="checkbox"/> Usinado <input type="checkbox"/> Na Obra <input type="checkbox"/> Parte Usinado/Parte Na Obra
	Dosagem: <input type="checkbox"/> Realizada <input type="checkbox"/> Não Realizada <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
	Ensaio Compressão <input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/> Não Realizada <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
	Ensaio E: <input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/> Não Realizado <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
Patologia Detectada	Recalque (Gravidade): <input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Alta
	Vibração: <input type="checkbox"/> Ocorreu <input type="checkbox"/> Não Ocorreu
	Alteração de Uso da Edificação: <input type="checkbox"/> Ocorreu <input type="checkbox"/> Não Ocorreu
	Alteração de Uso de Edificação Vizinha: <input type="checkbox"/> Ocorreu <input type="checkbox"/> Não Ocorreu
	Escavação Não Protegida Junto à Divisa: <input type="checkbox"/> Ocorreu <input type="checkbox"/> Não Ocorreu
	Desmoronamento (Gravidade): <input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Alta

Figura A.02 – Ficha de Levantamento de Dados – Fundação

Estrutura	
Projeto	Projeto Elaborado: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar <input type="checkbox"/> Não Soube Informar
	Entregue ao Proprietário: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar <input type="checkbox"/> Não Soube Informar
	Presente na Obra: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
	Existe Memória de Cálculo: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não Informado
	Utilizou Programa para Cálculo: <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Ebrick <input type="checkbox"/> SAP <input type="checkbox"/> Cypecad <input type="checkbox"/> Outros _____
	Carregamento atende à NBR 6120: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar <input type="checkbox"/> Não Soube Informar
	Atende Norma de Apresentação de Projetos NBR : <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Estrutura	
Pilar	<input type="checkbox"/> Segregação <input type="checkbox"/> Fissuras estruturais <input type="checkbox"/> Corrosão <input type="checkbox"/> Flambagem <input type="checkbox"/> Manchas
	<input type="checkbox"/> Fissuras(Materiais) <input type="checkbox"/> Fissuras(Construtivas) <input type="checkbox"/> Irreg. Geométricas <input type="checkbox"/> Falta de Cobrimento
	Ensaio Compressão <input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/> Não Realizada <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
	Ensaio E: <input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/> Não Realizado <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
	Dosagem: <input type="checkbox"/> Realizada <input type="checkbox"/> Não Realizada <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
	<input type="checkbox"/> Usinado <input type="checkbox"/> Na Obra <input type="checkbox"/> Parte Usinado/Parte Na Obra
	Lançamento: <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Bombeado
Viga	<input type="checkbox"/> Segregação <input type="checkbox"/> Fissuras estruturais <input type="checkbox"/> Corrosão <input type="checkbox"/> Manchas <input type="checkbox"/> Fissuras(Materiais)/
	<input type="checkbox"/> Fissuras(Construtivas) <input type="checkbox"/> Irreg. Geométricas <input type="checkbox"/> Falta de Cobrimento <input type="checkbox"/> Flexão/cisalhamento
	Dosagem: <input type="checkbox"/> Realizada <input type="checkbox"/> Não Realizada <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
	Ensaio Compressão <input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/> Não Realizada <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
	Ensaio E: <input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/> Não Realizado <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
	<input type="checkbox"/> Usinado <input type="checkbox"/> Na Obra <input type="checkbox"/> Parte Usinado/Parte Na Obra
	Lançamento: <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Bombeado
Laje	Tipo: <input type="checkbox"/> Pré-Moldada <input type="checkbox"/> Maciça <input type="checkbox"/> Não Há
	<input type="checkbox"/> Segregação <input type="checkbox"/> Lixiviação <input type="checkbox"/> Corrosão <input type="checkbox"/> Manchas
	<input type="checkbox"/> Fissuras estruturais <input type="checkbox"/> Fissuras(Materiais) <input type="checkbox"/> Fissuras(Construtivas)
	<input type="checkbox"/> Flexão/cisalhamento <input type="checkbox"/> Irreg. Geométricas <input type="checkbox"/> Falta de Cobrimento
	Dosagem: <input type="checkbox"/> Realizada <input type="checkbox"/> Não Realizada <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
	Ensaio Compressão <input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/> Não Realizada <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
	Ensaio E: <input type="checkbox"/> Realizado <input type="checkbox"/> Não Realizado <input type="checkbox"/> Não é Possível Determinar
<input type="checkbox"/> Usinado <input type="checkbox"/> Na Obra <input type="checkbox"/> Parte Usinado/Parte Na Obra	
Lançamento: <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Bombeado	

Figura A.03 – Ficha de Levantamento de Dados – Estrutura

Imóveis limítrofes
<input type="checkbox"/> Trincas e fissuras <input type="checkbox"/> Abatimento do piso <input type="checkbox"/> Telhados danificados
<input type="checkbox"/> Desabamento total <input type="checkbox"/> Desabamento parcial
<input type="checkbox"/> Paredes danificadas <input type="checkbox"/> Esquadrias e Portas danificadas
Conclusão referente à conduta do profissional:
<input type="checkbox"/> Imperícia <input type="checkbox"/> Negligência <input type="checkbox"/> Imprudência
<input type="checkbox"/> Falta de manutenção ou má utilização
Observações:

Figura A.04 – Ficha de Levantamento de Dados – Conclusão

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)