



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



ESTUDO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM ESCOLAS PÚBLICAS NO
MUNICÍPIO DE TUCURUÍ-PA.

TAIANA DA SILVA FERREIRA
WILKA DÉBORA G. DE ALMEIDA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ BIBLIOTECA DE TUCURUÍ	
Nº de Registro 3603	Data 24/09/10
Aquisição doacão	Volume / Exemplar 01/01

Tucuruí – PA
Junho de 2010

TAIANA DA SILVA FERREIRA
WILKA DÉBORA G. DE ALMEIDA

**ESTUDO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
ESCOLAS PÚBLICAS NO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ-PA.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para a
obtenção do Título de Engenheiro Civil,
submetido à banca examinadora da
Faculdade de Engenharia Civil, do Campus
Universitário de Tucuruí - UFPA, elaborado
sob a orientação do Prof^o. MSc. RODRIGO
DA CRUZ DE ARAUJO.

Prof. MSc. Antônio Malaquias Pereira
Examinador interno - FEC-UFPA

Prof. MSc. Carolina Coelho da Rosa
Examinadora interna - FEC-ITEC-UFPA

UFPA-FEC
Tucuruí - PA
Maio de 2010

TAIANA DA SILVA FERREIRA
WILKA DÉBORA G. DE ALMEIDA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil do Campus Universitário de Tucuruí da UFPA, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Civil, tendo sido considerado _____ em sua forma final pela banca examinadora com o conceito: _____

Banca Examinadora

Prof. MSc. Rodrigo da Cruz de Araujo
Professor-Orientador – FEC-UFPA

Prof. MSc. Antônio Malaquias Pereira
Examinador Interno – FEC-UFPA

Prof. MSc. Carolina Coelho da Rosa
Examinadora Interna – FEC-ITEC-UFPA

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos ter dado força, coragem, determinação e sabedoria durante todo o percurso desse Trabalho. Pelo conforto nos momentos em que achávamos acreditar não poder concluir essa etapa tão importante em nossas vidas.

As nossas famílias, essa base tão fundamental, pela compreensão nas horas difíceis, auxílio e pelos sábios conselhos.

Ao nosso orientador Rodrigo da Cruz de Araújo, que apesar de tanto trabalho aceitou ao convite em participar do desenvolvimento desse trabalho contribuindo da melhor forma possível para esta realização.

Aos amigos que estiveram ao nosso lado, nos proporcionando a força fraternal que só um verdadeiro irmão pode entender. O aprendizado obtido no caminho diário, nas experiências trocadas e no ensinamento mútuo sobre a vida que encontraremos a partir daqui.

Aos funcionários das escolas municipais de Tucuruí e ao Comando Militar de Corpo de Bombeiros por nos ter recepcionado bem e pelo auxílio de informações relevantes para o estudo, contribuindo dessa forma diretamente para o sucesso dessa pesquisa.

A todos os nossos sinceros agradecimentos!

“O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza de seus sonhos.” (Eleanor Roosevelt)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos ter dado força, coragem, determinação e sabedoria durante todo o percurso desse Trabalho. Pelo conforto nos momentos em que achávamos acreditar não poder concluir essa etapa tão importante em nossas vidas.

Às nossas famílias, essa base tão fundamental, pela compreensão nas horas difíceis, auxílio e pelos sábios conselhos.

Ao nosso orientador Rodrigo da Cruz de Araujo, que apesar de tanto transtorno aceitou ao convite em participar no desenvolvimento desse trabalho contribuindo da melhor forma possível para esta realização.

Aos amigos que estiveram ao nosso lado, nos proporcionando a força fraternal que só um verdadeiro irmão pode entender. O aprendizado obtido no convívio diário, nas experiências trocadas e no ensinamento mútuo sobre a vida que encontraremos a partir daqui.

Aos funcionários das escolas municipais de Tucuruí e ao Comando Militar do Corpo de Bombeiros por nos ter recepcionado bem e pelo auxílio de informações relevantes para o estudo, contribuindo dessa forma diretamente para o sucesso dessa pesquisa.

A todos os nossos sinceros agradecimentos!

CAPÍTULO 1	15
INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 2	18
2.1 - OBJETIVOS	18
2.2 - JUSTIFICATIVA	19
2.3 - RELEVÂNCIA	20
2.4 - DELIMITAÇÃO	21
2.5 - METODOLOGIA	22
2.6 - REVISÃO DE LITERATURA	23
2.7 - REFERÊNCIAS	24
CAPÍTULO 3	25
3.1 - FUNDAMENTOS TEÓRICOS	25
3.2 - FUNDAMENTOS PRÁTICOS	26
3.3 - FUNDAMENTOS LEGAIS	27
3.4 - FUNDAMENTOS TÉCNICOS	28
3.5 - FUNDAMENTOS ECONÔMICOS	29
3.6 - FUNDAMENTOS SOCIAIS	30
3.7 - FUNDAMENTOS AMBIENTAIS	31
3.8 - FUNDAMENTOS CULTURAIS	32
3.9 - FUNDAMENTOS POLÍTICOS	33
3.10 - FUNDAMENTOS ADMINISTRATIVOS	34
3.11 - FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS	35
3.12 - FUNDAMENTOS PSICOLÓGICOS	36
3.13 - FUNDAMENTOS SOCIOLÓGICOS	37
3.14 - FUNDAMENTOS ANTROPOLÓGICOS	38
3.15 - FUNDAMENTOS LINGÜÍSTICOS	39
3.16 - FUNDAMENTOS HISTÓRICOS	40
3.17 - FUNDAMENTOS GEOGRÁFICOS	41
3.18 - FUNDAMENTOS CLIMÁTICOS	42
3.19 - FUNDAMENTOS BOTÂNICOS	43
3.20 - FUNDAMENTOS ZOOLOGICOS	44
3.21 - FUNDAMENTOS MICROBIOLÓGICOS	45
3.22 - FUNDAMENTOS QUÍMICOS	46
3.23 - FUNDAMENTOS FÍSICOS	47
3.24 - FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS	48
3.25 - FUNDAMENTOS INFORMÁTICOS	49
3.26 - FUNDAMENTOS AGRÍCOLAS	50
3.27 - FUNDAMENTOS PASTORIS	51
3.28 - FUNDAMENTOS PESQUEIRAS	52
3.29 - FUNDAMENTOS TURÍSTICAS	53
3.30 - FUNDAMENTOS ARTESANAS	54
3.31 - FUNDAMENTOS CRIATIVAS	55
3.32 - FUNDAMENTOS INOVADORAS	56
3.33 - FUNDAMENTOS SUSTENTÁVEIS	57
3.34 - FUNDAMENTOS DIGITAIS	58
3.35 - FUNDAMENTOS CIBERNÉTICAS	59
3.36 - FUNDAMENTOS BIOTECNOLÓGICAS	60
3.37 - FUNDAMENTOS NANOTECNOLÓGICAS	61
3.38 - FUNDAMENTOS AERONÁUTICAS	62
3.39 - FUNDAMENTOS ESPaciais	63
3.40 - FUNDAMENTOS OCEÂNICAS	64
3.41 - FUNDAMENTOS POLÍTIAS	65
3.42 - FUNDAMENTOS INTERCULTURAIS	66
3.43 - FUNDAMENTOS MULTICULTURAIS	67
3.44 - FUNDAMENTOS PLURICULTURAIS	68
3.45 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	69
3.46 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	70
3.47 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	71
3.48 - FUNDAMENTOS HÍBRIDAS	72
3.49 - FUNDAMENTOS METÍSSAS	73
3.50 - FUNDAMENTOS MISTAS	74
3.51 - FUNDAMENTOS COMPOSTAS	75
3.52 - FUNDAMENTOS COMPLEXAS	76
3.53 - FUNDAMENTOS HETEROGÊNAS	77
3.54 - FUNDAMENTOS HÍBRIDAS	78
3.55 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	79
3.56 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	80
3.57 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	81
3.58 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	82
3.59 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	83
3.60 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	84
3.61 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	85
3.62 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	86
3.63 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	87
3.64 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	88
3.65 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	89
3.66 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	90
3.67 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	91
3.68 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	92
3.69 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	93
3.70 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	94
3.71 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	95
3.72 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	96
3.73 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	97
3.74 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	98
3.75 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	99
3.76 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	100
3.77 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	101
3.78 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	102
3.79 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	103
3.80 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	104
3.81 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	105
3.82 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	106
3.83 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	107
3.84 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	108
3.85 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	109
3.86 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	110
3.87 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	111
3.88 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	112
3.89 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	113
3.90 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	114
3.91 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	115
3.92 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	116
3.93 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	117
3.94 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	118
3.95 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	119
3.96 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	120
3.97 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	121
3.98 - FUNDAMENTOS SINCRETIZADAS	122
3.99 - FUNDAMENTOS ACULTURADAS	123
3.100 - FUNDAMENTOS MISTURADAS	124
CAPÍTULO 4	125
4.1 - HISTÓRICA DAS EDIFICAÇÕES E ANÁLISES DAS PATOLOGIAS	125
4.1.1 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Ana Pontes Francês	125
4.1.2 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Gulcimar Macquilha Brito Botelho	126
4.1.3 - Unidade Municipal de Educação Infantil Professora Ester Gomes de Sousa	127
4.1.4 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Grão-Pará	128

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	15
INTRODUÇÃO	15
1.1 - Justificativa e Importância do Tema	16
1.2 Objetivos	17
1.2.1- Geral	17
1.2.2 – Específicos	17
1.3 – Estrutura do Trabalho	18
CAPÍTULO 2	19
ASPECTOS RELACIONADOS À DURABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES	19
2.1. – Deterioração de Estruturas de Concreto Armado	20
2.2 – Durabilidade de Obras de Concreto	20
2.3 – Vida Útil	21
2.4 – Desempenho	21
2.5 – Manutenção	22
2.6 – Principais Manifestações Patológicas	22
2.6.1 – Patologias encontradas nas estruturas de concreto armado (pilares, vigas e lajes)	22
2.6.2 - Patologia nos revestimentos de argamassa	31
2.6.3 – Patologias da Pintura	36
2.6.4 – Patologias nos revestimentos cerâmicos	40
2.6.5 – Trincas e fissuras	44
2.6.5.1 - Fissuras por movimentações térmicas	45
2.6.5.2 - Fissuras por cura térmica do concreto	51
2.6.5.3 - Fissuras causadas por movimentação higroscópicas	52
2.6.5.4 - Fissuras causadas pela atuação de sobrecargas	54
2.6.5.5 - Fissuras por deformabilidade excessiva de estruturas de concreto armado	57
2.6.5.6 - Fissuras por recalques de fundação	58
2.6.5.7 - Fissuras por retração de produtos à base de cimento	61
CAPÍTULO 3	65
METODOLOGIA ADOTADA PARA O ESTUDO DE CASO	65
3.1 - Levantamento Preliminar	69
3.2 - Universo e Amostra	70
3.3 - Metodologia Adotada para o Levantamento de Campo e Avaliação Comparativa do Grau de Deterioração	70
3.3.1 - Coleta de Dados	73
3.3.2 - Análise dos Dados Coletados	73
CAPÍTULO 4	75
APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	75
4.1 – Histórico das edificações e análises das patologias	75
4.1.1 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Ana Pontes Francêz	75
4.1.2 – Escola Municipal de Ensino Fundamental Dulcimar Mesquita Brito Botelho	84
4.1.3 - Unidade Municipal de Educação Infantil “Professora Ester Gomes de Sousa”	90
4.1.4 – Escola Municipal de Ensino Fundamental Grão-Pará	96

4.1.5 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Gumercindo Gomes Pereira.....	103
4.1.6 - Escola Municipal de Ensino fundamental Irmã Ivone.....	106
4.1.7 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Plácido de Castro.....	112
4.1.8 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Rachel de Melo Dutra.....	118
4.1.9 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Rui Barbosa.....	128
4.1.10 - Escola Estadual de 1º grau Governador e Capitão General Telles de Menezes.....	143
4.2 – Resultados dos estudos de caso.....	149
CAPÍTULO 5.....	153
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	153
5.1- Considerações sobre a metodologia adotada.....	153
5.2 - Considerações sobre o universo analisado (Escolas Municipais de Tucuruí).....	154
5.3 - Sugestões para futuros trabalhos.....	154
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	156
ANEXO A – FICHAS DE LEVANTAMENTO DE CAMPO.....	160
ANEXO B – TABELAS CONTENDO DADOS DO LEVANTAMENTO DE CAMPO.....	175
ANEXO C – TABELAS CONTENDO DADOS DA ANÁLISE GERAL DOS RESULTADOS DE VDA E VDR.....	179

Figura 2.14 – Vista cúbica na arcadissa de revestimento. (BRANDÃO, 2007).....	35
Figura 2.15 – Vista interna do encontro de pilar e parede de alvenaria próxima a porta de entrada, com manchas por umidade e bolor. (SOARES E SANTOS, 2008).....	35
Figura 2.16 – Manchas por umidade e bolor. (SOARES E SANTOS, 2008).....	35
Figura 2.17 – Descascamento da pintura. (DIAS E ALMEIDA, 2007).....	37
Figura 2.18 – Descascamento da pintura externa. (DIAS E ALMEIDA, 2008).....	37
Figura 2.19 – Superfície pintada com o uso da massa PVA. (ARQUIVO PESSOAL, 2009).....	33
Figura 2.20 – Formação de bolhas na superfície externa. (SOARES E SANTOS, 2008).....	35
Figura 2.21 – Descascamento da película de tinta. (ROCHA, 2008).....	38
Figura 2.21.1 – Detalhe do descascamento da (ROCHA, 2008).....	38
Figura 2.22 – Manchas esbranquiçadas aparente na parede interna do cômodo. (ARQUIVO PESSOAL, 2009).....	33
Figura 2.23 – Deslocamento de placas devido ausência de detalhes construtivos (zona de movimentação). (PAES, 2007).....	41
Figura 2.24 – Deslocamento de placas devido a ultrapassagem de carga em alarjão com assentamento das placas. (ROCHA, 2008).....	41
Figura 2.25 – Deslocamento de placas devido a expansão por umidade. (PAES, 2007).....	42
Figura 2.26 – Efloração na fachada com placas cerâmicas. (DIAS E ALMEIDA, 2008).....	42
Figura 2.27 – Efloração na fachada revestida com pastilhas. (PAES, 2007).....	43
Figura 2.28 – Junta com perda de grão, oxidado. (PAES, 2007).....	43
Figura 2.28.1 – Junta de deterioração. (PAES, 2007).....	43
Figura 2.29 – Junta com bolhas de envolvimento. (PAES, 2007).....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.01- Corrosão da armadura no pilar. (DIAS E ALMEIDA, 2008).....	23
Figura 2.02- Corrosão do aço estrutural e deslocamento do revestimento. (ROCHA, 2008).....	24
Figura 2.03 – Representação dos tipos de corrosão. (OLIVEIRA, 2008).....	25
Figura 2.04 – Representação da célula de corrosão. (CASCUDO, 1997 <i>apud</i> OLIVEIRA, 2008).....	26
Figura 2.05 – Fases da instalação do processo de corrosão em uma barra de armadura. (SOUZA E RIPPER, 2007).....	27
Figura 2.06 – Laje com eflorescência devido à lixiviação dos compostos. (BRANDÃO, 2007).....	28
Figura 2.07 – Lixiviação no concreto, formação de estalactite. (OLIVEIRA, 2008).....	28
Figura 2.08 – Lixiviação em reservatório de água. (OLIVEIRA, 2008).....	29
Figura 2.09 – Cobrimento insuficiente e má qualidade do concreto. (DIAS E ALMEIDA, 2008).....	30
Figura 2.10 – Falha na espessura do revestimento. (SOARES E SANTOS, 2008).....	30
Figura 2.11 – Viga com segregação. (BRANDÃO, 2007).....	31
Figura 2.12 – Descolamento do revestimento. (PAES, 2007).....	34
Figura 2.13 – Descolamento em placa do revestimento muito espesso. (PAES, 2007).....	34
Figura 2.14 – Vesícula na argamassa de revestimento. (BRANDÃO, 2007).....	35
Figura 2.15 – Vista interna do encontro de pilar e parede de alvenaria, próximo a porta de entrada, com manchas por umidade e bolor. (SOARES E SANTOS, 2008).....	36
Figura 2.16 – Manchas por umidade e bolor. (SOARES E SANTOS, 2008).....	36
Figura 2.18 – Descolamento da pintura. (DIAS E ALMEIDA, 2007).....	37
Figura 2.17 – Descolamento da pintura externa. (DIAS E ALMEIDA, 2008).....	37
Figura 2.20 – Superfície pintada com o uso de massa PVA. (ARQUIVO PESSOAL, 2009).....	38
Figura 2.19 – Formação de bolhas na superfície externa. (SOARES E SANTOS, 2008).....	38
Figura 2.21 – Descascamento da película de tinta. (ROCHA, 2008).....	39
Figura 2.21.1 – Detalhe do descascamento da (ROCHA, 2008).....	39
Figura 2.22 – Manchas esbranquiçadas aparente na pintura interna do cômodo. (ARQUIVO PESSOAL, 2009).....	39
Figura 2.23 – Destacamento de placas devido ausência de detalhes construtivos (Juntas de movimentação). (PAES, 2007).....	41
Figura 2.24 – Descolamento de placas devido à ultrapassagem do tempo em aberto para assentamento das placas. (ROCHA, 2008).....	41
Figura 2.25 – Descolamento de placas devido à expansão por umidade. (PAES, 2007).....	42
Figura 2.26 – Eflorescência na fachada com placa cerâmica. (DIAS E ALMEIDA, 2008).....	42
Figura 2.27 – Eflorescência na fachada revestida com pastilhas. (PAES, 2007).....	43
Figura 2.28 – Junta com perda de estanqueidade. (PAES, 2007).....	43
Figura 2.28.1 – Junta de deterioração. (PAES, 2007).....	43
Figura 2.29 – Junta com bolhas de envelhecimento. (PAES, 2007).....	44

Figura 2.30 – Quadro de resumo das configurações típicas de fissuras em alvenaria, causadas por movimentações térmicas. (MAGALHÃES, 2004 <i>apud</i> BRANDÃO, 2007).	46
Figura 2.31 – Fissuras causadas por movimentação térmica em lajes. (OLIVEIRA, 2008).	47
Figura 2.32 – Fissuras verticais causada pela movimentação térmica diferenciada do concreto e alvenaria. (ARQUIVO PESSOAL, 2008).	48
Figura 2.33 – Fissuras verticais com abertura variando de 2mm. (ROCHA, 2008).	49
Figura 2.33.1 – Fissura vertical com abertura de 2 a 3mm, configuração típica de fissuras causadas por movimentação térmica em muros. (ROCHA, 2008).	49
Figura 2.34 – Fissuras causadas por movimentação térmica em argamassas de revestimento. (ROCHA, 2008).	49
Figura 2.35 – Fissuras por movimentação térmica em piso de concreto. (ARQUIVO PESSOAL, 2008).	50
Figura 2.36 – Fissuras causadas por expansão e contração térmica. (DEGUSSA, 2010).	51
Figura 2.37 – Fissuras por cura térmica do concreto. Pesquisa Internet: (GOOGLE, 2010).	51
Figura 2.38 – Trinca horizontal na base da alvenaria por efeito de umidade do solo. (BRANDÃO, 2007)	53
Figura 2.39 – Patologia observada em viga de concreto armado com fissuração devido ao esforço cortante e flexão. (HELENE, 2003 <i>apud</i> BRANDÃO, 2007).	54
Figura 2.40 – Representação esquemática de fissuração devido ao esforço de tração e compressão. (CANOVAS, 1988 <i>apud</i> BRANDÃO, 2007).	55
Figura 2.41 – Fissura causada por sobrecarga na alvenaria. (DIAS E ALMEIDA, 2008).	57
Figura 2.42 – Fissura horizontal na alvenaria devido à deformação da laje em balanço. (BRANDÃO, 2007)	58
Figura 2.43 – fissuras típicas causadas por recalque de fundação de pilares internos. (ORTIZ, 1984 <i>apud</i> MILITITSKY ET AL, 2008).	59
Figura 2.44 – Configuração típica de fissuras causadas por recalque de fundação. (OLIVEIRA, 2008).	60
Figura 2.45 – fissura causada por recalque de fundação de pilar de canto. (ROCHA, 2008).	60
Figura 2.46 – Retração de parede externa. (DIAS E ALMEIDA, 2008).	62
Figura 2.47 – Retração em muro. (DIAS E ALMEIDA, 2008).	63
Figura 2.48 – Retração de argamassa de revestimento. (OLIVEIRA, 2008).	64
Figura 2.49 – Retração de argamassa de assentamento de azulejo. (OLIVEIRA, 2008).	64
Figura 4. 01 – Descascamento da película de tinta em uma das paredes da escola.	76
Figura 4. 02 – Destacamento de placas cerâmicas em parte da parede.	77
Figura 4. 03 – Destacamento de placas cerâmicas do rodapé da área de recreação.	77
Figura 4. 04 – Descolamento da pintura juntamente com a argamassa de revestimento.	78
Figura 4. 05 – Parede externa apresentando o descolamento da pintura juntamente com a argamassa de revestimento.	78
Figura 4. 06 – Descolamento da argamassa de revestimento no canto externo da alvenaria.	79

Figura 4. 07 – Destacamento de placas cerâmicas e aparecimento de fissuras horizontais.....	80
Figura 4. 08 – Destacamento de placas cerâmicas no piso em frente às salas de aulas.....	80
Figura 4. 09 – Trinca horizontal nas placas cerâmicas no piso da passarela em frente às salas de aula.....	81
Figura 4. 10 – Trincas horizontais nas paredes externas das salas de aula.....	81
Figura 4. 11 – Trincas horizontais nas paredes externas das salas de aula.....	82
Figura 4. 12 – Trincas inclinadas nas paredes externas das salas de aula.....	82
Figura 4. 13 – Descolamento da argamassa e aparecimento de armadura com corrosão.....	83
Figura 4. 13.1 – Armadura com corrosão.....	83
Figura 4. 14 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B , Tab.B1).....	84
Figura 4. 15 – Parede interna do pátio de recreação da escola apresentando manchas esbranquiçadas.....	85
Figura 4. 16 – Parede externa do pátio de recreação da escola apresentando manchas esbranquiçadas.....	85
Figura 4. 17 – Destacamento de placas cerâmicas nas paredes internas na sala de vídeo da escola.....	86
Figura 4. 18 – Destacamento de placas cerâmicas.....	86
Figura 4. 19 – Desnível da bancada da sala de vídeo em relação ao piso da sala, ocasionado pelo recalque de fundação.....	87
Figura 4.20 – Desnível do piso ocasionado pelo recalque de fundação.....	87
Figura 4.20.1 – Abertura do piso recalcado.....	87
Figura 4. 21 – Configuração típica de fissura inclinada causada pelo recalque de fundação.....	88
Figura 4. 22 – Trinca ocasionada pela ausência de detalhe construtivo, contra-verga.....	88
Figura 4. 23 – Fissuras típicas de movimentação térmica das argamassas.....	89
Figura 4. 24 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab, B2).....	90
Figura 4. 25 – Formação de bolhas na parede externa da escola.....	91
Figura 4. 26 – Descolamento da pintura em superfície pulverulenta.....	92
Figura 4. 27 – Descolamento da pintura em superfície pulverulenta.....	92
Figura 4. 28 – Fissura vertical na parede interna da sala de aula.....	93
Figura 4. 29 – Infiltração no encontro de viga e alvenaria interna do banheiro.....	93
Figura 4. 30 – Infiltração na parede interna do banheiro.....	94
Figura 4. 31 – Infiltração nas paredes internas das salas de aula.....	94
Figura 4. 32 – Parede externa com fissuras de retração da argamassa.....	95
Figura 4. 33 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B3).....	95
Figura 4. 34 – Trinca vertical na parede interna da diretoria da escola.....	97
Figura 4. 35 – Laje com problemas de umidade.....	98
Figura 4. 36 – Laje com falha na espessura do cobrimento e má qualidade do concreto.....	98
Figura 4. 37 – Descolamento de cerâmica dos peitoris das salas de aula.....	99
Figura 4. 38 – Falha de aderência entre a placa cerâmica e a argamassa.....	99
Figura 4. 39 – Manchas de umidade na parede interna das salas de aula.....	100

Figura 4. 40 – Descascamento da pintura decorrente da umidade constante no local.	100
Figura 4. 41 – Reservatório com eflorescência.	101
Figura 4. 42 – Falha na qualidade do concreto e cobrimento insuficiente.	101
Figura 4. 43 – Falha na qualidade do concreto.	102
Figura 4. 44 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B4).	102
Figura 4. 45.1 – Tubulação de água fria interdita.	104
Figura 4. 45 – Descascamento da pintura.	104
Figura 4. 46 – Fissuras causadas por movimentação térmica do arcabouço estrutural.	105
Figura 4. 46.1 – Fissura entre a alvenaria e o pilar.	105
Figura 4. 47 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B5).	105
Figura 4. 48 – Parede externa com descolamento da película de tinta.	107
Figura 4. 49 – Parede interna com fissuras verticais.	107
Figura 4. 50 – Parede interna com fissura vertical.	108
Figura 4. 51 – Parede externa com descascamento da pintura.	108
Figura 4. 52 – Parede externa com descascamento da pintura e fissuras de retração da argamassa.	109
Figura 4. 53 – Parede externa com bolhas na pintura.	109
Figura 4. 54 – Parede externa com descolamento da pintura.	110
Figura 4. 55 – Parede externa com descolamento da pintura e pulverulencia do revestimento.	110
Figura 4. 56 – Parede externa com trinca horizontal.	111
Figura 4. 57 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B6).	112
Figura 4. 58 – Parede externa com manchas de umidade e bolor.	113
Figura 4. 59 – Vista superior de laje com manchas de umidade e bolor.	114
Figura 4. 60 – Muro com trinca inclinada apresentando grande dimensão na abertura.	114
Figura 4. 61 – Fissura vertical de sobrecarga em alvenaria interna da escola.	115
Figura 4. 62 – Trinca horizontal no revestimento cerâmico.	116
Figura 4. 63 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B7).	116
Figura 4. 64 – Reforma do banheiro.	117
Figura 4. 65 – Troca do tanque por uma pia.	117
Figura 4. 66 – Pintura interna.	118
Figura 4. 67 – Pilar interno com corrosão da armadura.	119
Figura 4. 67.1 – Detalhe do pilar com corrosão da armadura.	119
Figura 4. 68 – Vista lateral de vigas com lixiviação.	120
Figura 4. 69 – Armadura exposta pela falha da espessura do cobrimento.	120
Figura 4. 70 – falha da espessura do cobrimento.	121
Figura 4. 71 – fissuras verticais na alvenaria.	121
Figura 4. 72 – fissuras verticais na alvenaria.	122
Figura 4. 73 – Infiltração na parede da sala de aula.	122
Figura 4. 74 – Infiltração com manchas de umidade e bolor na parte inferior da calçada externa da área de recreação.	123
Figura 4. 75 – Parede externa com descascamento da pintura.	123
Figura 4. 76 – Trinca na parede interna do banheiro.	124

Figura 4. 77 – Trinca vertical na parede externa do banheiro.....	124
Figura 4. 78 – Piso da cozinha recalçado com acúmulo de água.....	125
Figura 4. 79 – Lâmina d'água acumulada no piso da cozinha.....	125
Figura 4. 80 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B8).....	126
Figura 4. 81 – Remoção do solo da sala de aula para compactação.....	127
Figura 4. 82 – Recuperação do pilar com corrosão.....	128
Figura 4. 83 – Pintura do castelo d'água.....	128
Figura 4. 84 – Fissura vertical na alvenaria.....	130
Figura 4. 85 – Manchas de úmida de e bolor.....	130
Figura 4. 86 – Parede com manchas de umidade e bolor.....	131
Figura 4. 87 – Descolamento da argamassa de revestimento.....	131
Figura 4. 88 – Detalhe do descolamento da argamassa de revestimento.....	132
Figura 4. 89 – Armadura exposta com corrosão.....	132
Figura 4. 90 – Vista lateral da calha com segregação do concreto.....	133
Figura 4. 91 – Vista lateral da calha com manchas de umidade.....	133
Figura 4. 92 – Paredes com manchas de umidade.....	134
Figura 4. 93 – Vista lateral da calha com segregação do concreto.....	134
Figura 4. 94 – Vista inferior da calha com segregação do concreto.....	135
Figura 4. 95 – Trinca inclinada na alvenaria.....	135
Figura 4. 96 – Fissura horizontal na parede das salas.....	136
Figura 4. 97 – Destacamento de placas cerâmicas do piso.....	136
Figura 4. 98 – Destacamento de placas cerâmicas do pilar.....	137
Figura 4. 99 – Armadura exposta com corrosão.....	137
Figura 4. 100 – Exposição da armadura do pilar.....	138
Figura 4. 101 – Exposição da armadura da calha.....	138
Figura 4. 102 – Presença de manchas de umidade no encontro da calha e alvenaria.....	139
Figura 4. 103 – Eflorescência causada pela lixiviação dos compostos hidratados.....	139
Figura 4. 104 – Propagação de trinca inclinada na alvenaria.....	140
Figura 4. 105 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B9).....	141
Figura 4. 106 – Base da caixa d'água antes da reforma.....	142
Figura 4. 107 – Início da reforma na base da caixa d'água.....	142
Figura 4. 108 – Conclusão da reforma na base da caixa d'água.....	143
Figura 4. 109 – Fissuras na parede interna da sala dos professores.....	144
Figura 4. 110 – Fissuras no revestimento de argamassa.....	144
Figura 4. 111 – fissura entre pilar e alvenaria.....	145
Figura 4. 112 – Trinca horizontal em placa cerâmica.....	145
Figura 4. 113 – Fissura inclinada na alvenaria.....	146
Figura 4. 114 – Fissura inclinada na alvenaria.....	147
Figura 4. 115 – Fissura inclinada na placa cerâmica.....	147
Figura 4. 116 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (AnexoB, Tab. B10).....	148
Figura 4. 117 – Valor da deterioração absoluta – VDA (Anexo C, Tab. C1).....	149
Figura 4. 118 – Valor da deterioração relativa – VDR (Anexo C, Tab. C2).....	150
Figura 4. 119 – Análise das patologias mais incidentes (Anexo C, Tab. C3).....	151

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Relação das edificações cadastradas e suas respectivas áreas de construção.....	69
Tabela 3.2 – Escala de deterioração adotada para o material ou componente	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- E.M.E.F.** – Escola Municipal de Ensino Fundamental
- ID** – Índice de Deterioração
- VDA** – Valor da Deterioração Absoluta
- VDR** – Valor da Deterioração Relativa
- BRE** - (*BUILDING RESEACH ESTABLISHMENT, 1981*)
- CSTC**- Centro Scientifique ET Technique de La Construction

RESUMO

A maioria das obras executadas na construção civil possui a carência de manutenção e reparo ao longo da sua vida útil, esse fator tão relevante pode contribuir para a perda da durabilidade da obra executada. Portanto é necessário que desenvolva recursos que auxiliem a recuperação das edificações e métodos específicos para o diagnóstico das possíveis manifestações patológicas detectadas. Dessa forma esse trabalho possui a finalidade da aplicação de métodos comparativos do grau de deterioração dos prédios das Escolas Públicas do Município de Tucuruí no estado do Pará, independentemente das características distintas que as mesmas apresentarem.

O trabalho tem como base as informações obtidas do levantamento de campo de dez escolas municipais (correspondendo a 33,3% do universo total) e a avaliação das manifestações patológicas encontradas nessas edificações. Esse levantamento conta com a inspeção visual, questionários e entrevistas, históricos, relatórios e laudo técnico de vistoria do Comando Militar do corpo de bombeiros da região.

Por meio da atribuição de valores provenientes do Índice de Deterioração (ID) é possível comparar o grau de comprometimento de cada prédio. Assim os prédios que apresentarem maiores valores do ponto de vista global serão considerados os de maiores ocorrências. Esses valores são oriundos do VDA- Valor da Deterioração Absoluta determinado pelo número total de ocorrência associado ao ID- Índice de Deterioração. O VDR- Valor da Deterioração relativa é utilizado para obtenção de resultados mais expressivos e significativos, o qual considera os valores de VDA dividido pela área de cada prédio.

A informação contida nos resultados encontrados é de fundamental importância para a sugestão de futuras manutenções e reparos das edificações das escolas públicas do Município de Tucuruí, objetivando priorizar o prédio que encontrar o maior grau de comprometimento e perda de desempenho segundo os dados avaliativos comparativos aplicados.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas, trincas e fissuras, eflorações, corrosão de armaduras.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O tema da presente pesquisa contextualiza-se na linha materiais e componentes da construção civil, especificamente detendo-se ao estudo das principais manifestações patológicas identificadas nas Escolas Públicas no Município de Tucuruí.

A pesquisa como um todo corresponde ao início de um trabalho voltado especificamente para a cidade de Tucuruí, a qual ainda não apresenta nenhum estudo relacionado ao tema abordado.

A determinação de patologias em edifícios se dá por meio de sintomas no decorrer da sua vida útil. Muitas vezes esses sintomas são despercebidos e desconsiderados pela falta de conhecimento e o descaso com a obra, já que para muitos ela já se encontra concluída e não existe necessidade de manutenção e reparo.

Nos últimos 30 anos, começou a surgir uma acentuada preocupação em executar edificações com um elevado potencial de durabilidade. A busca desse potencial tem surgido através de avanço na ciência e na tecnologia dos materiais, em nível do desenvolvimento dos projetos de engenharia e da mão-de-obra responsável pela construção. Além da preocupação com a durabilidade, tem-se preocupado também com a manutenção e cuidados na utilização da edificação. Apesar disso, os responsáveis pela edificação têm cometido alguns erros na utilização de materiais durante seu processo executivo, levando a ocorrência de problemas patológicos e deterioração da edificação logo no início de seu uso e ocupação.

Além desses erros, surgem também os erros cometidos pela mão-de-obra que atua na construção civil. Embora grande parte seja alfabetizada ainda cometem interpretações errôneas sobre as indicações de uso contidas nos catálogos dos fabricantes para a aplicação dos produtos, ocasionando dessa forma futuros problemas patológicos (GUIMARÃES, 2003).

Por outro lado, a administração pública também pode estar contribuindo para o comprometimento do desempenho das edificações, de seus componentes e de sua durabilidade. Conforme a lei nº 8666/93 que institui normas para licitações, o julgamento das propostas, quando feito pela administração pública, o critério de seleção se dá em favor da proposta que apresentar menor preço, inviabilizando o cumprimento do contrato dentro dos pré-requisitos mínimos das especificações e projetos, levando ao comprometimento da qualidade e durabilidade da edificação.

Com relação aos materiais utilizados na construção civil, observa-se que nem sempre as características e composições estão de acordo com as informações contidas em seus catálogos e manuais, levando-se muitas vezes a uma aplicação inadequada do produto, trazendo como conseqüência o comprometimento do potencial, a durabilidade e a vida útil da edificação.

O presente trabalho tem como objetivo estudar as manifestações patológicas existentes nas Escolas Públicas do Município de Tucuruí, enfocando as patologias de maiores incidências nas edificações em estudo, e por meios de avaliações realizar a comparação do grau de deterioração entre as mesmas.

1.1 - Justificativa e Importância do Tema

Na construção civil, as estruturas de concreto armado e revestimento sofrem agressões (químicas e físicas) do meio externo que vão desde um meio poluente até uma zona salina, podendo comprometer as propriedades do concreto, como a durabilidade e resistência mecânica. Segundo Coutinho (1974), essas ações partem do meio ambiente devido aos agentes climáticos, que envolve as alternâncias de temperatura e umidade, agentes químicos contendo íons agressivos ao concreto armado e ao meio fluido que o envolve.

O presente trabalho tem como enfoque as patologias de maiores incidências encontradas nas Escolas Públicas no Município de Tucuruí, que por tratar-se de uma região localizada na Amazônia implica em que as edificações sofram conseqüências do clima predominantemente úmido, e conseqüentes patologias decorrentes a esse fato. Devido ser uma cidade que possui parte das obras com ausência de projeto e falta de planejamento, acarreta problemas que são desconhecidos e reparados de forma inadequada e ineficiente para a edificação. Segundo Marcílio (2004), a elevada percentagem de manifestações patológicas tem

origem nas etapas de planejamento e projeto, que podem influenciar na durabilidade da obra.

"As falhas de planejamento ou de projeto são, em geral, mais graves que as falhas de qualidade dos materiais ou de má execução, motivo pelo qual é sempre preferível investir mais tempo no detalhamento e estudo da estrutura que, por falta de previsão, tomar decisões apressadas a ou adaptadas durante a execução" (HELENE, 1988, p. 17).

As informações sobre as edificações em estudo serão obtidas por levantamento da situação existente, através da vistoria local, histórico do edifício e entrevistas com funcionários e colaboradores. Por meio da obtenção desses elementos será feita a avaliação do problema e a comparação do grau de deterioração entre as edificações. Visto que não exista o estudo sobre patologias nas obras públicas executadas em Tucuruí, é perceptível a possibilidade do desenvolvimento de pesquisas no âmbito regional.

1.2 Objetivos

1.2.1- Geral

Identificar casos de manifestações patológicas nas Escolas Públicas no Município de Tucuruí, fazendo seu diagnóstico técnico, indicando suas prováveis causas e por meio da comparação do grau de deterioração das edificações identificar a qual apresenta maior necessidade de reparos emergenciais.

1.2.2 - Específicos

- Fazer um levantamento das Escolas Públicas que apresentam sintomas patológicos, para identificar os tipos de patologias encontrados nas edificações;
- Levantar o número de manifestações patológicas para o desenvolvimento do estudo de cada uma;
- Quantificar e qualificar tais patologias;
- Classificar o grau de deterioração de cada edificação, conforme o número de patologia encontrada na edificação e fazer o comparativo entre as mesmas.

1.3 - Estrutura do Trabalho

O trabalho foi organizado em cinco capítulos, sendo o capítulo 1, de introdução, onde são apresentados, a justificativa e importância do tema, objetivo geral e objetivo específico.

No capítulo 2, são apresentados os estudos bibliográficos, que fundamentam o trabalho, neste capítulo são estudados os aspectos relacionados a durabilidade nas edificações, bem como as principais manifestações patológicas identificadas nas edificações estudadas.

A metodologia é abordada no capítulo 3, com a identificação dos subitens, levantamento preliminar, universo e amostra, metodologia adotada para o levantamento de campo e avaliação comparativa do grau de deterioração, coleta de dados e análises dos resultados coletados.

No capítulo 4, são apresentados e discutidos os resultados obtidos na pesquisa realizada para desenvolvimento do trabalho, bem como, os resultados referentes às incidências das manifestações patológicas de cada escola, seguidos dos seus respectivos históricos, sendo posteriormente analisadas de maneira geral as patologias mais frequentes e suas possíveis causas. E por fim será feita a avaliação do grau de comparação de deterioração das edificações.

No capítulo 5, as considerações finais em relação aos resultados e análises obtidos, eficácia da metodologia utilizada, bem como as sugestões para futuros trabalhos voltados para o município e/ou região.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS RELACIONADOS À DURABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES

Este capítulo propõe uma breve revisão da literatura sobre importantes aspectos relacionados à durabilidade nas edificações, bem como apresentação das manifestações patológicas identificadas nas edificações públicas selecionadas, quais sejam escolas no Município de Tucuruí.

O capítulo divide-se em três pontos principais: definição dos conceitos relacionados à durabilidade nas edificações, as principais manifestações patológicas que minimizam a vida útil nas construções e trincas e fissuras.

Com a necessidade de reabilitar e manter às estruturas de concreto existentes, por diversas razões, como fundo econômico, cultural, histórico ou patrimonial e social, surgiu a necessidade de se criar estudos na área de patologia e reabilitação, tanto em obras civis, quanto de transportes etc. tornando-se assim cada vez mais freqüentes e de interesse público e privado. (SOUZA E RIPPER, 2007).

Patologia, palavra mais comumente utilizada na medicina, segundo a definição do dicionário brasileiro globo, "Parte da medicina que trata das origens, sintomas e natureza das doenças". Na engenharia esta definição não se altera, conforme Dal Molin (1998) *apud* Brandão (2007), a patologia das edificações é a ciência que estuda e identifica as origens, causas, mecanismos de ação, tipos de manifestações patológicas e conseqüentemente as situações em que as edificações ou suas partes perdem parte ou todo seu desempenho.

Durabilidade do concreto de cimento Portland é definida como a sua capacidade de resistir à ação das intempéries, ataques químicos, abrasão ou qualquer outro processo de deterioração, isto é, o concreto durável conservará sua forma original, qualidade e capacidade de utilização, quando exposto a seu meio ambiente. (ACI, 2001 *apud* Oliveira, 2008).

Para garantir a durabilidade das estruturas, deverão ser assegurados os seguintes fatores inter-relacionados (OLIVEIRA, 2008).

- Uso da edificação.
- Os critérios requeridos para desempenho.

2.1. - Deterioração de Estruturas de Concreto Armado

Segundo Souza e Ripper (2007), deterioração é a seqüência do processo de alterações químicas e físicas sofridas pelos componentes constituintes do concreto, as quais venham a comprometer o desempenho das estruturas ou do material existente.

O que se sucede, no entanto é que as estruturas e seus materiais se deterioram mesmo existindo um programa de manutenção bem definido, sendo esta deterioração muitas vezes irreversível. O nível de desempenho insatisfatório que cada edificação possa vir ocupar varia de acordo com o seu estado de deterioração e com cada tipo de estrutura. Algumas dessas estruturas podem conter falhas de projeto ou de execução, apresentando um desempenho insatisfatório logo no início da sua vida útil. (SOUZA E RIPPER, 2007).

Partindo disso, o fato de uma edificação apresentar um desempenho insatisfatório, não significa que a mesma esteja necessariamente sem condições de recuperação, pelo contrário, o objetivo das inspeções nas edificações examinadas patologias é exatamente avaliar o grau de comprometimento e propor a melhor medida tecnicamente viável para o reparo.

Dessa forma, o estudo da vida útil de uma edificação está ligado à utilização de técnicas e materiais duráveis que possam influenciar de forma positiva na durabilidade da edificação e o seu desenvolvimento deve necessariamente passar pelo conhecimento da durabilidade dos materiais, dos componentes e dos vários sistemas estruturais, assim como o aperfeiçoamento dos processos construtivos e dos programas e técnicas de manutenção (SOUZA E RIPPER, 2007).

2.2 - Durabilidade de Obras de Concreto

Durabilidade do concreto de cimento portland, é definida como a sua capacidade de resistir à ação das intempéries, ataques químicos, abrasão ou qualquer outro processo de deterioração, isto é, o concreto durável conservará sua forma original, qualidade e capacidade de utilização, quanto exposto a seu meio ambiente, (ACI, 2001 *apud* Oliveira, 2008).

Para garantir a durabilidade das estruturas, deverão ser assegurados os seguintes fatores inter-relacionados (OLIVEIRA, 2008).

- Uso da edificação;
- Os critérios requeridos para desempenho;

- As condições de exposição ao meio ambiente;
- As propriedades, composição e desempenho dos materiais;
- Os tipos de elementos e o detalhamento estrutural;
- A qualidade da mão-de-obra e nível de controle;
- As medidas particulares de proteção;
- A provável manutenção durante a pretendida vida útil.

Portanto, durabilidade está associada aos conceitos de qualidade, desempenho, certificações de conformidades, direitos dos consumidores, satisfação do cliente e a competitividade em todas as etapas executivas (OLIVEIRA, 2008).

2.3 - Vida Útil

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2003), vida útil pode ser entendida como o período de tempo durante o qual a estrutura é capaz de desempenhar bem as funções para as quais foi projetada.

Apesar das recomendações estabelecidas pela norma NBR 6118 (ABNT,2003), para que se tenha uma edificação bem projetada e que sua vida útil dure tempo máximo especificado pela norma citada, no caso 50 anos, é necessário que se faça a verificação da vida útil logo após a execução da obra utilizando as informações reais, ou seja, o cobrimento real das armaduras, a qualidade do concreto de cobrimento, as dimensões das seções dos elementos, etc.

2.4 - Desempenho

Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2003), desempenho em serviço consiste na capacidade de a estrutura manter-se em condições plenas de utilização, não devendo apresentar danos que comprometa em parte ou totalmente o uso para qual foi projetada.

Entretanto, para Souza e Ripper (2007), desempenho pode ser entendido como o comportamento em serviço de cada produto ao longo de sua vida útil, sendo que a sua avaliação será sempre o resultado do trabalho desenvolvido nas etapas de projeto, construção e manutenção.

Segundo Brandão (2007), o conceito de desempenho é utilizado para avaliar o comportamento dos materiais a serem utilizados na construção de uma edificação, mas antes passados por um processo de testes laboratoriais para

avaliação do seu comportamento, e posteriormente aptos a serem utilizados. A autora afirma também que este conceito pode e deve ser aplicado para avaliar edificações já em uso.

2.5 - Manutenção

De acordo com Souza, Ripper (2007), manutenção é um conjunto de atividades necessárias para garantir o desempenho satisfatório das estruturas de concreto, ou seja, um conjunto de rotinas que tenha como finalidade garantir um acréscimo na vida útil das edificações e um custo compensador.

É evidente que para um bom programa de manutenção, são necessários estudos de métodos adequados para recuperação e/ou prevenção das estruturas, avaliados de forma que a análise custo-benefício desta manutenção seja relevante.

2.6 - Principais Manifestações Patológicas

Conforme definido anteriormente, patologia das edificações é a ciência que estuda e identifica as origens, causas, mecanismos de ação, tipos de manifestações patológicas e conseqüentemente as situações em que as edificações ou suas partes perdem parte ou todo seu desempenho. (DAL MOLIN, 1998 *apud* BRANDÃO, 2007).

Serão apresentadas a seguir as patologias retratadas no presente trabalho.

2.6.1 - Patologias encontradas nas estruturas de concreto armado (pilares, vigas e lajes).

a) Corrosão de armadura

Corrosão é a deterioração de um material com meio ambiente, seja por reação química ou eletroquímica, aliada ou não a esforços mecânicos (SOUZA E RIPPER, 2007).

Segundo Aranha (1994) *apud* Brandão, (2007), uma das principais patologias presentes nas estruturas de concreto armado, é a corrosão de armadura, cujas principais causas são:

- alta permeabilidade do concreto, devido à elevada relação água/cimento;
- falha na elaboração do projeto estrutural e/ou na execução da obra;

- dosagem inadequada do concreto, seja por erro no cálculo da mesma, ou pela utilização incorreta de agregados, do tipo de cimento ou de água. e
- falhas de adensamentos.

Na Figura 2.01 e 2.02 temos um detalhe típico de corrosão de armaduras, onde nota-se deslocamento do concreto, armadura oxidada e manchas típicas de corrosão nas armaduras.



Figura 2.01- Corrosão da armadura no pilar. (DIAS E ALMEIDA, 2008).

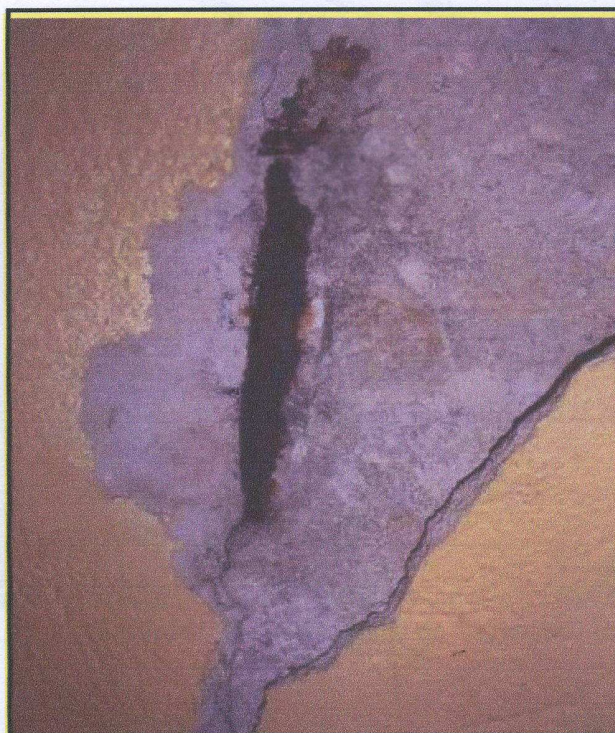


Figura 2.02- Corrosão do aço estrutural e deslocamento do revestimento. (ROCHA, 2008).

De acordo com Souza e Ripper (2007), a corrosão está classificada em dois tipos:

- corrosão por tensão fraturante – caso onde as barras de aço são submetidas a esforços mecânicos (protensão) e que, em presença de meio agressivo, podem sofrer fratura frágil, resultando na parte de condição para sua utilização;
- corrosão por pites, que pode-se apresentar de duas formas, a saber: uma primeira dita localizada – caracterizada pela ação de íons (cloretos) agressivos sempre que haja umidade e presença de oxigênio - e uma segunda denominada generalizada – ocorre em função do PH do concreto para valores inferiores a 9, pela ação dissolvente do CO₂ existente no ar atmosférico transportado pelos poros e fissuras do concreto sobre o cimento hidratado, processo conhecido como carbonatação.

Os três tipos de corrosão acima relacionados estão esquematicamente representados na figura 2.03.

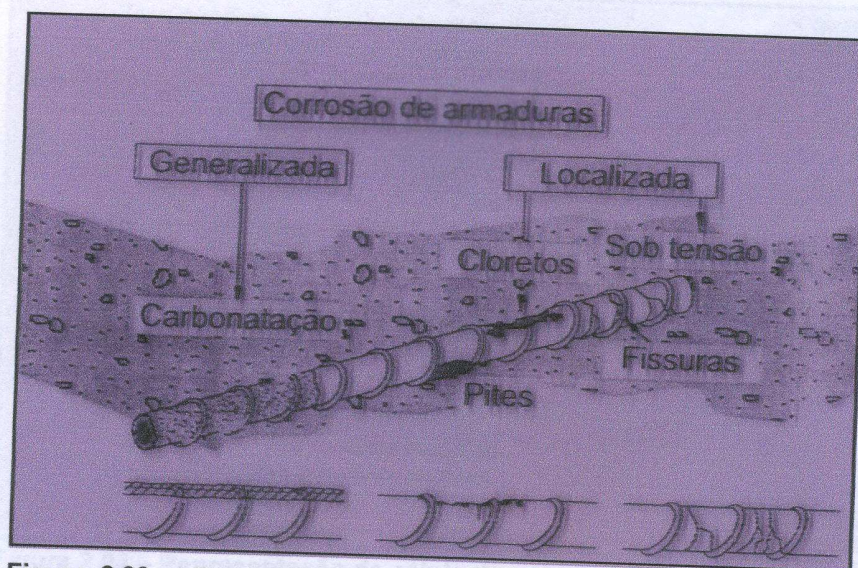


Figura 2.03 – Representação dos tipos de corrosão. (OLIVEIRA, 2008).

A figura acima representa os tipos de corrosão da armadura, que está dividida em corrosão localizada e generalizada. A localizada caracteriza-se pela ação de íons cloreto que eventualmente podem estar presentes na água utilizada para mistura do concreto ou no agregado, sua deterioração é representada de forma pontual, sendo assim considerada a mais perigosa. A generalizada ocorre em função da redução do PH do concreto, quando o hidróxido de cálcio do concreto reage com o gás carbônico existente na atmosfera, tornando o meio mais propício para que ocorra a corrosão da armadura. Este processo também pode estar associado à permeabilidade do concreto, devido à alta relação água/cimento.

Para que ocorra a corrosão é necessário que se tenha a presença simultânea de umidade e do oxigênio. O processo de corrosão é eletroquímico e se dá pela geração de um potencial elétrico, na presença de eletrólito, onde ocorre a geração de uma corrente elétrica dirigida do anodo para o cátodo, através da diferença de potencial, onde no anodo encontram-se a menor concentração de O_2 e conseqüentemente as reações de oxidação que implicam na dissolução do ferro. (SOUZA E RIPPER, 2007).

A figura 2.04 representa esquematicamente como ocorre o processo da célula de corrosão no meio do concreto armado.

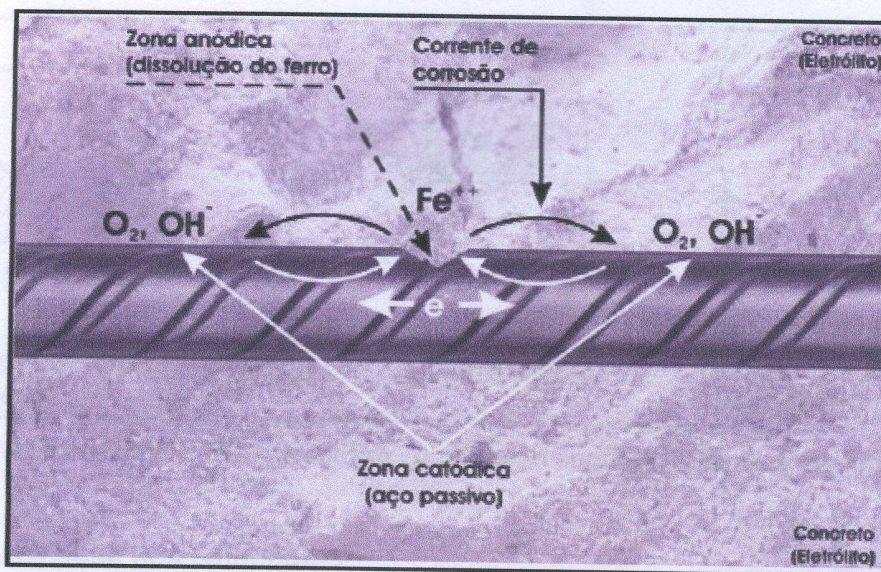


Figura 2.04 – Representação da célula de corrosão. (CASCUDO, 1997 apud OLIVEIRA, 2008).

Conforme a figura 2.04, a corrosão instala-se pela geração de corrente elétrica (corrente de corrosão) dirigida do anodo para o catodo, através da água, e do catodo para o anodo, por meio da diferença de potencial. Reação de oxidação implica na dissolução do ferro que ocorre na zona anodica onde o produto formado pela combinação do cátion Fe^{2+} com os ânions $(OH)^-$ resulta a formação do hidróxido ferroso, produto que evidencia a corrosão.

A corrosão das armaduras é um processo que se inicia na periferia do concreto e avança para o interior da estrutura, havendo a troca da seção do aço resistente por ferrugem, produto resultante da reação do ferro (Fe^{2+}) com a hidroxila (OH^-), ou seja, diminuição da seção do aço e da capacidade de resistência do mesmo. Dessa forma surgem os mecanismos de degradação da estrutura conforme a ilustrado na figura 2.05

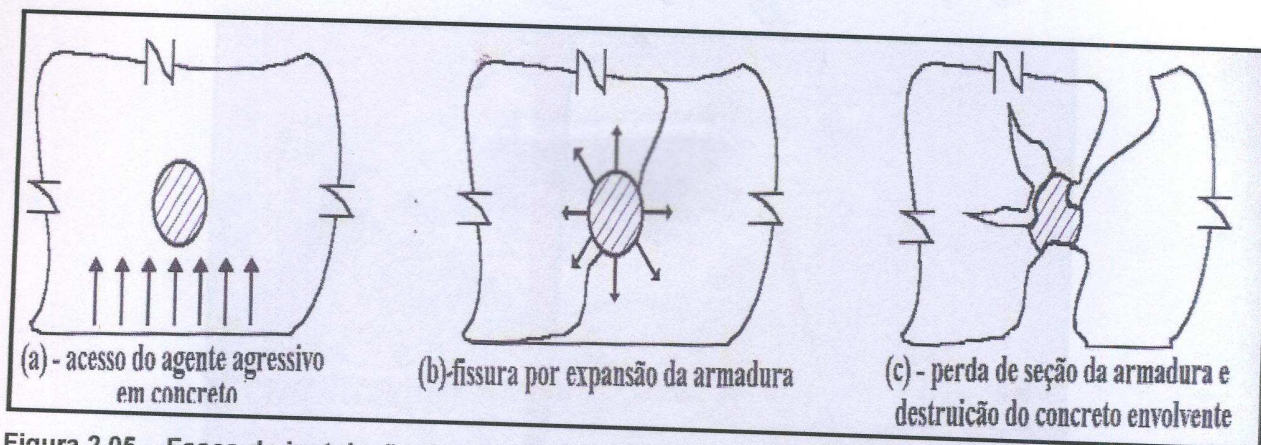


Figura 2.05 – Fases da instalação do processo de corrosão em uma barra de armadura. (SOUZA E RIPPER, 2007).

b) Lixiviação dos compostos

Segundo Jorge (2001) *apud* Brandão (2007), a lixiviação é a ação extrativa ou de dissolução que os compostos hidratados da pasta de cimento podem sofrer quando em contato com água, principalmente as puras ou ácidas.

Quando em contato com essas águas, os compostos contendo cálcio tendem a se hidrolisar ou dissolver. No caso de águas correntes ou infiltrações sob pressão, como é o caso de reservatórios e piscinas, ocorre diluição contínua até que o hidróxido de cálcio seja retirado por lixiviação, expondo outros constituintes cimentícios do concreto à decomposição química. Quando isso ocorre, o concreto apresenta superfície arenosa ou com agregados expostos sem pasta superficial, eflorescência caracterizada por depósito de cor branca na superfície do concreto e em algumas vezes, esse depósito aparece sob forma de estalactites e também redução do PH do extrato dos poros. (BRANDÃO, 2007).

Nas figuras 2.06, 2.07 e 2.08 temos detalhes típicos de lixiviação dos compostos hidratados.

Na figura 2.06 podemos observar a vista de uma laje com eflorescência causada pela lixiviação dos compostos de hidratação do cimento e consequentemente devido à falta de impermeabilização da mesma. Da mesma forma, é observado nas figuras 2.07 e 2.08, a lixiviação no concreto com o acúmulo de depósitos na cor branca apresentado sob a forma de estalactites.

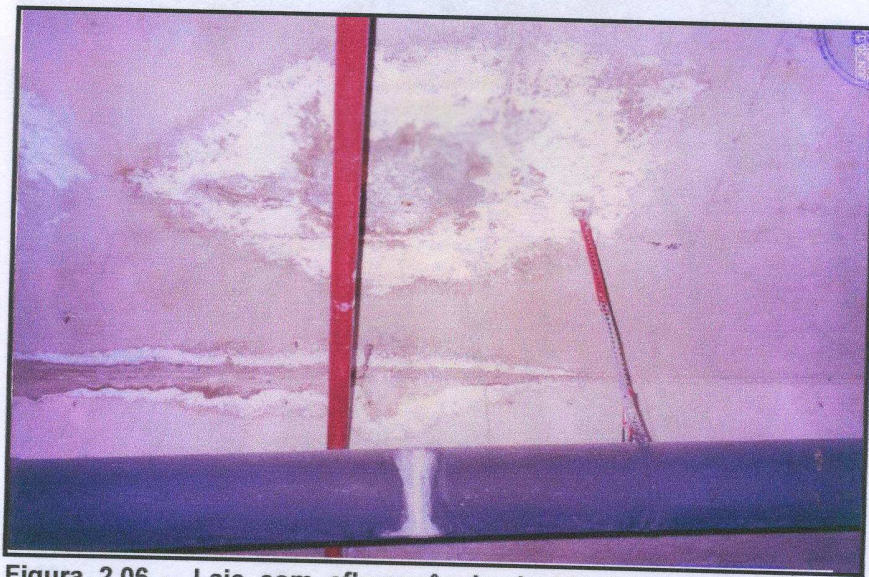


Figura 2.06 – Laje com eflorescência devido à lixiviação dos compostos. (BRANDÃO, 2007).



Figura 2.07 – Lixiviação no concreto, formação de estalactite. (OLIVEIRA, 2008).

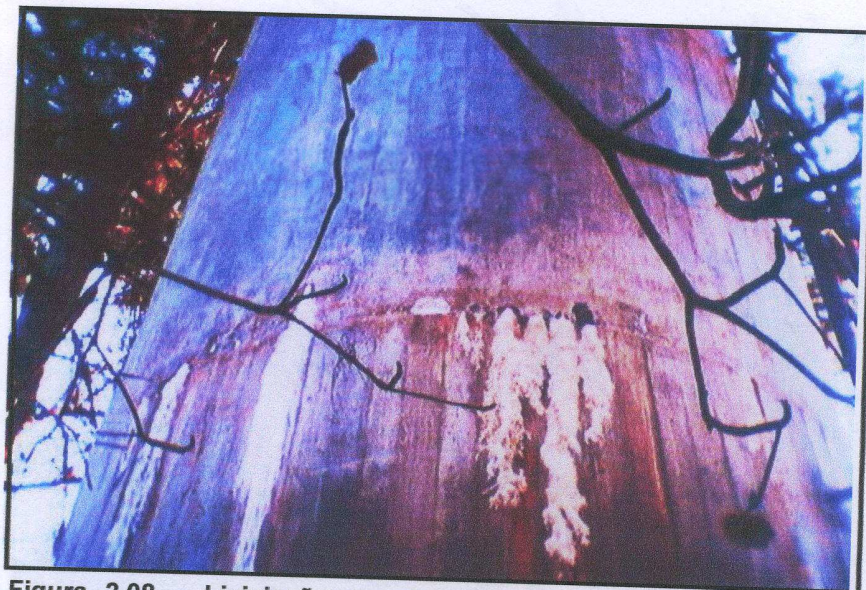


Figura 2.08 – Lixiviação em reservatório de água. (OLIVEIRA, 2008).

Com isso, além dos problemas estéticos encontrados na estrutura ou na peça, tem-se a redução da resistência mecânica do concreto, o aumento da permeabilidade e conseqüentemente maiores possibilidades de ocorrer à corrosão de armadura.

c) Falha na qualidade do concreto e espessura do cobrimento das armaduras

Segundo a NBR6118 (ABNT, 2003), a durabilidade das estruturas de concreto é altamente dependente da qualidade do concreto e da espessura do cobrimento das armaduras. Helene (1993) *apud* Brandão (2007), afirma que a durabilidade efetiva do concreto, além da qualidade e do cobrimento, depende também da utilização adequada das fôrmas, do cuidado com o uso de aditivos desmoldantes e principalmente da cura do concreto. Nas figuras 2.09 e 2.10, temos a configuração típica de detalhes caracterizados pela falha da espessura do cobrimento, má qualidade do concreto e falta de adensamento.

d) Segregação do concreto

De acordo com Mehta e Monteiro (1994), segregação é a separação de um dos componentes do concreto fresco cuja distribuição deixa de ser uniforme, comprometendo sua compactação. Fator essencial para se atingir a máxima resistência e durabilidade (Figura 2.11). Ainda, segundo os autores, a segregação é causada por uma



Figura 2.09 – Cobrimento insuficiente e má qualidade do concreto. (DIAS E ALMEIDA, 2008).



Figura 2.10 – Falha na espessura do revestimento. (SOARES E SANTOS, 2008).

d) Segregação do concreto

De acordo com Metha e Monteiro (1994), segregação é a separação do concreto fresco cuja distribuição deixa de ser uniforme, comprometendo sua compactação, fator essencial para se atingir a máxima resistência e durabilidade (Figura 2.11). Ainda, segundo os autores, a segregação é causada por uma

combinação de consistência inadequada, massas específicas excessivamente distintas, armaduras em alta densidade, condições inadequada de transportes, lançamento e adensamento do concreto.



Figura 2.11 – Viga com segregação. (BRANDÃO, 2007).

Dessa forma, a NBR 14931 (ABNT, 2004) *apud* Brandão (2007), estabelece alguns cuidados que devem se tomados com o lançamento do concreto, principalmente em relação à altura de lançamento do mesmo, pois quanto maior for altura de lançamento, maiores serão os cuidados a serem tomados. Entre os cuidados a serem tomados, recomenda-se os seguintes:

- Emprego de concreto com teor de argamassa e consistência adequado, apresentando boa trabalhabilidade;
- Lançamento adequado do concreto; e
- Uso de aparelhos que conduzam o concreto, minimizando a segregação (funis, calhas e tromba, por exemplo).

2.6.2 - Patologia nos revestimentos de argamassa

Os elementos constituintes no sistema de revestimento de argamassa são: base ou substrato do revestimento (alvenaria, concreto e outros), argamassa de preparo da base (chapisco), argamassa de regularização (emboço) e argamassa de acabamento (reboco).

Baía e Sabbatini (2008), afirma que a origem para ocorrência dos problemas patológicos no revestimento de argamassa pode estar associada às fases de projeto, execução e utilização desse revestimento a longo tempo.

Em relação à fase de projeto, as patologias podem surgir devido à insuficiência do detalhamento específico do projeto, à seleção inadequada dos materiais ou técnicas construtivas, tendo em vista diminuir apenas o custo e o tempo, dessa forma desconsiderando o desempenho do revestimento.

Na fase de execução, os problemas podem ocorrer em razão da não-conformidade entre o que foi projetado e executado, das alterações impróprias no momento da execução com a utilização de materiais e técnicas inadequadas e mão-de-obra não qualificada vindo a comprometer o desempenho do revestimento.

Com relação à fase de utilização, os problemas patológicos podem vir a surgir em decorrência da má conservação e utilização dos usuários da edificação e da falta ou insuficiência de manutenção da mesma.

Segundo Segat (2005) *apud* Brandão (2007), a ausência de critérios de seleção de argamassa em relação às diferentes funções que o revestimento deve cumprir, (dentre elas: proteção, decoração, exposição aos ventos e chuvas, etc.) muitas vezes causa incompatibilidade do uso do revestimento para o fim a que se destina, ou seja, o revestimento pode se tornar incompatível com a solicitação desejada do material, levando a utilização do mesmo a um desempenho insatisfatório.

Para que se tenha um revestimento com desempenho satisfatório, é necessário um conhecimento minucioso de um projeto de revestimento, preocupação com a capacitação e qualificação da mão-de-obra, seguir orientações adequadas de técnicas utilizadas para seleção de revestimento conforme o meio solicitado e por fim apresentar normalização suficiente em relação aos parâmetros de desempenho.

Conforme Cincott (1989) *apud* Brandão (2007), as principais patologias nos revestimento de argamassa são: descolamento, vesículas, fissuras, eflorescência e manchas decorrentes de umidade e da contaminação atmosférica.

A seguir serão apresentados os principais problemas patológicos nos revestimentos de argamassa.

a) Descolamento

O descolamento de argamassa pode manifestar-se de forma restrita ou em toda a totalidade do painel de alvenaria. Devido ao desprendimento do revestimento esse local apresenta som cavo sob percussão.

Os descolamentos podem ser classificados em: "descolamento com empolamento", "descolamento em placas" e "descolamento com pulverulências". (PATOLOGIAS MAIS COMUNS EM REVESTIMENTOS, 2010).

- Descolamento com empolamento – Caracterizado pela formação de bolhas na superfície do reboco, devido ao descolamento do emboço da superfície do reboco, geralmente causado pela hidratação retardada do hidróxido de magnésio da cal; (BRANDÃO, 2007).
- Descolamento em placa – Apresenta-se em forma de placa endurecida, podendo ser quebrada com dificuldade. Na maioria das vezes, sua ocorrência se dá pela presença da placa de mica na camada inferior do revestimento, argamassa aplicada com espessura muito grossa, argamassa com traço muito rico, etc. O descolamento da placa pode também se apresentar de forma endurecida, mas quebradiça, desagregando-se com facilidade, podendo ser causada pela aplicação de argamassa marga, ausência de chapisco, etc;
- Descolamento com pulverulências – Caracteriza-se pelo desprendimento da película de tinta arrastando o reboco, que se desagrega da superfície com facilidade. Ocorre devido ao excesso de fino no agregado, traço excessivamente rico em cal, ausência de carbonatação da cal e aplicação do reboco em camada muito espessa.

Figure 2.12 - Descolamento em placa do revestimento muito espesso. (PAES, 2007).

b) Vesículas

Segundo Brandão (2007), a presença de materiais dispersos na argamassa, que manifestam posterior variação volumétrica, originam as vesículas nos revestimentos (Figura - 2.14). Essas vesículas apresentam-se nas partes internas das ampolas em cores brancas, devido à presença do hidróxido de cálcio.

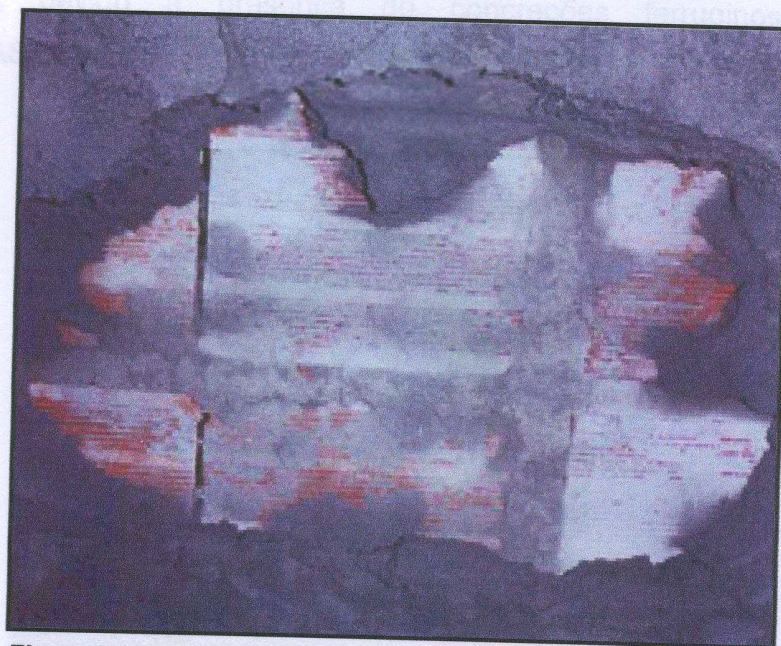


Figura 2.12 – Descolamento do revestimento. (PAES, 2007).



Figura 2.13 – Descolamento em placa do revestimento muito espesso. (PAES, 2007).

b) Vesículas

Segundo Brandão (2007), a presença de materiais dispersos na argamassa, que manifestam posterior variação volumétrica, originam as vesículas nos revestimentos (Figura - 2.14). Essas vesículas apresentam-se nas partes internas das empolas em cores: branca, devido à presença do hidróxido de cálcio,

preta, devido à presença da pirita ou matéria orgânica na areia e vermelho acastanhado, devido à presença de concreções ferruginosas na areia. (PATOLOGIAS MAIS COMUNS EM REVESTIMENTOS, 2010).



Figura 2.14 – Vesícula na argamassa de revestimento. (BRANDÃO, 2007).

c) Manchas de umidade e bolor

Em áreas que sofrem incidências de umidade constantemente, principalmente áreas sem a incidência do sol observam-se o surgimento de bolor em sua superfície, que tende a desagregar o revestimento. Seguidos do surgimento do bolor, se sucede o aparecimento das manchas de umidade, que se caracterizam pelo aparecimento das manchas esverdeadas ou escuras (Figuras - 2.15 e 2.16). Sua ocorrência é devido à umidade constante no local, sais solúveis presentes no elemento da alvenaria, sais solúveis na água de amassamento ou unidade infiltrada e cal não carbonada.

Figura 2.16 – Manchas por umidade e bolor. (SOARES E SANTOS, 2009)

2.6.1 - Patologias de Pintura

As patologias de pintura estão relacionadas a duas famílias de problema:

- Interface do filme com o substrato;

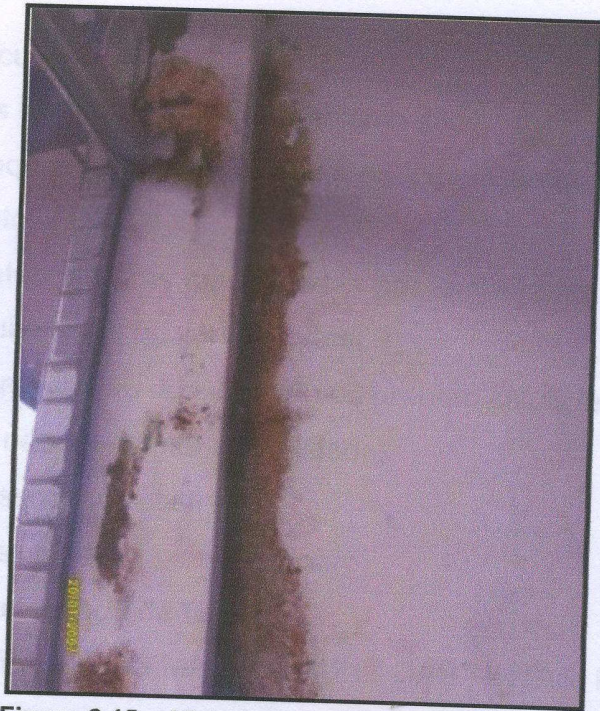


Figura 2.15 – Vista interna do encontro de pilar e parede de alvenaria, próximo a porta de entrada, com manchas por umidade e bolor. (SOARES E SANTOS, 2008).

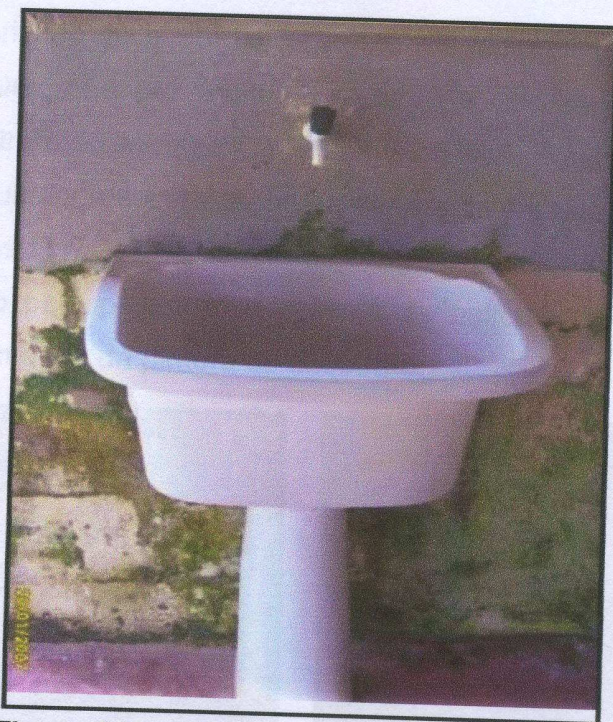


Figura 2.16 – Manchas por umidade e bolor. (SOARES E SANTOS, 2008).

2.6.3 – Patologias da Pintura

As patologias da pintura estão relacionadas a duas famílias de problema.

- Interface do filme com o substrato;

- A própria película da tinta.

As causas mais prováveis do problema são:

- Escolha inadequada da tinta por conta da exposição ou por incompatibilidade com o substrato;
- Condições meteorológicas inadequadas por temperatura e/ou umidade muito elevada ou muito baixa ou ventos fortes;
- Ausência de preparação do substrato ou preparo insuficiente;
- Substrato que não apresenta estabilidade;
- Umidade excessiva no substrato;
- Diluição excessiva da tinta na aplicação;
- Formulação inadequada da tinta.

(PATOLOGIAS MAIS COMUNS DAS TINTAS, ILIESCU, 2007).

A seguir algumas patologias encontradas nas edificações estudadas.

a) Descolamento da pintura

É caracterizado pela perda de aderência da película, pulverulências e escamação da pintura, que por muitas vezes pode ser causadas pelo preparo inadequado do substrato ou até mesmo pela ausência desse preparo, aplicação da tinta em substrato muito poroso, aplicação prematura da tinta ao substrato, etc.

Nas figuras 2.17 e 2.18, temos a configuração típica do descolamento da pintura caracterizado pela perda de aderência da película de tinta ao substrato, sendo notória a escamação da pintura do substrato.



Figura 2.17 – Descolamento da pintura externa. (DIAS E ALMEIDA, 2008).

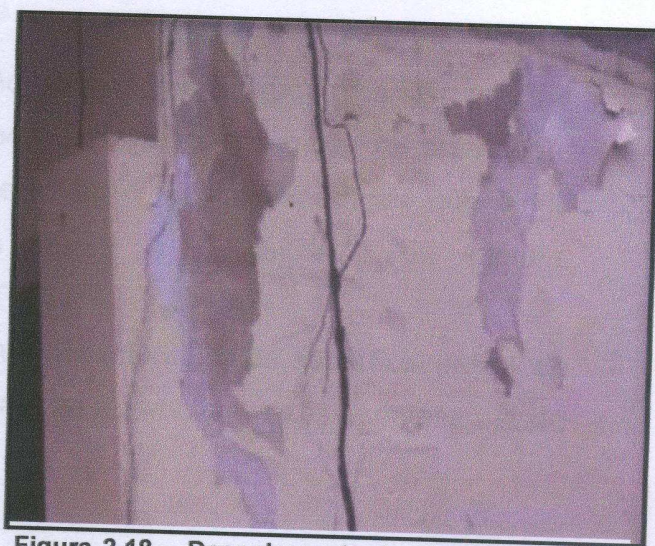


Figura 2.18 – Descolamento da pintura. (DIAS E ALMEIDA, 2007).

b) Formação de bolhas

Patologia caracterizada pelo aparecimento de bolhas sobre a superfície, muitas vezes decorrente da presença de umidade no local que será pintado, aplicação de massa corrida PVA nas paredes internas e externas que possivelmente terão contado com a água, aplicação de uma tinta de boa qualidade sobre outra de qualidade inferior. (Figura 2.19 e 2.20). (PATOLOGIAS MAIS COMUNS EM REVESTIMENTOS, 2010).



Figura 2.19 – Formação de bolhas na superfície externa. (SOARES E SANTOS, 2008).



Figura 2.20 – Superfície pintada com o uso de massa PVA. (ARQUIVO PESSOAL, 2009).

c) Descascamento da película de tinta

Processo decorrente da aplicação da tinta sobre superfícies sem preparo adequado, muitas vezes, essa patologia ocorre devido à aplicação da tinta sobre superfícies que contenham partes soltas e caiação ou em superfícies que ainda contenham pó, comprometendo dessa forma a durabilidade da pintura. (PATOLOGIA MAIS COMUNS EM REVESTIMENTOS, 2010).

As figuras 2.21 e 2.21.1 mostram o aspecto típico da superfície passando pelo processo de retirada da película de tinta, que por muitas vezes acontece devido à falha ou falta de preparo da superfície.

Figura 2.21 – Manchas sob o empilhado aparente na pintura interna do cômodo. (ARQUIVO PESSOAL, 2009).

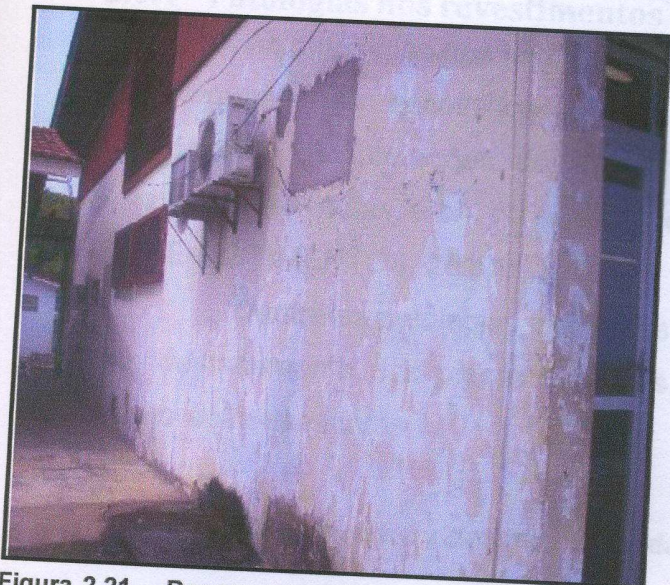


Figura 2.21 – Descascamento da película de tinta. (ROCHA, 2008).



Figura 2.21.1 – Detalhe do descascamento da (ROCHA, 2008).

d) Manchas esbranquiçadas

Patologia que se dá em decorrência do aparecimento de manchas brancas (Eflorescência) sobre a superfície pintada (Figura 2.22). Este processo ocorre devido à eliminação de água sob a forma de vapor, durante a secagem do reboco, quando se arrastam materiais alcalinos solúveis do interior do reboco para a superfície pintada, causando manchas. Suas possíveis causas são devido à aplicação do acabamento sobre o reboco ainda úmido, umidade por chuva e por não se ter aguardado a secagem correta da superfície, etc.

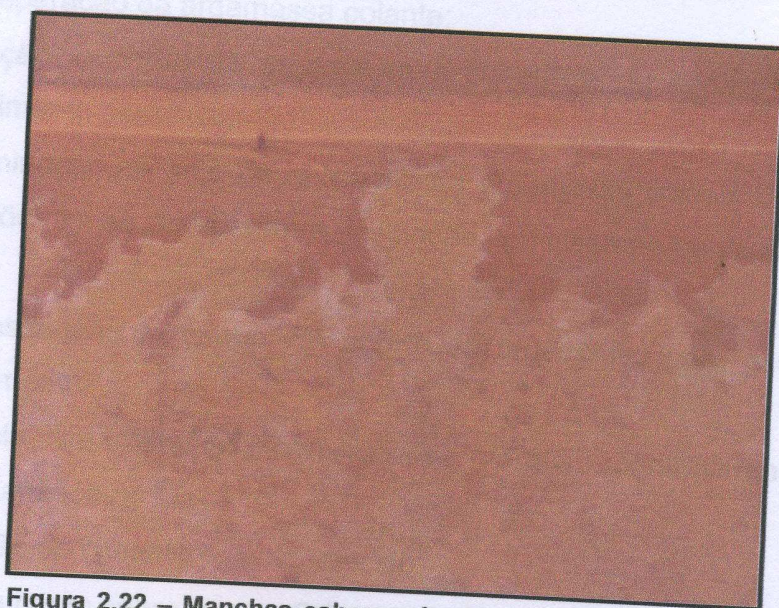


Figura 2.22 – Manchas esbranquiçadas aparente na pintura interna do cômodo. (ARQUIVO PESSOAL, 2009).

2.6.4 - Patologias nos revestimentos cerâmicos

As patologias nos revestimentos cerâmicos podem ter origem na etapa de projeto quando são escolhidos os materiais, ou quando o projetista não leva em consideração as interações do revestimento com outras partes da construção (esquadria, estruturas, etc.), ou na fase de execução. (PATOLOGIA MAIS COMUNS EM REVESTIMENTOS, 2010).

Dentre as patologias existentes nos revestimentos cerâmicos as principais são: destacamento das placas e trincas, gretamentos e fissuras, eflorescência e deterioração das juntas.

a) Destacamento ou descolamento das placas

Patologia caracterizada pela perda de aderência das placas cerâmicas ao substrato, ou da argamassa colante, quando as tensões surgidas no revestimento cerâmico ultrapassam a capacidade de aderência das ligações entre a placa cerâmica e argamassa colante e/ou emboço.

Um dos sinais de aparecimento dessa patologia é a ocorrência de um som cavo (oco) nas placas cerâmicas quando percutidas, outro sintoma é o estufamento da camada de revestimento (expansão por umidade) e conseqüentemente o destacamento da mesma.

As causas dessa patologia são:

- Má preparação da argamassa colante;
- Aplicação incorreta da argamassa à superfície de espera para receber o revestimento cerâmico;
- Determinação da área de aplicação da argamassa colante dependendo das condições locais, temperatura, insolação, ventilação e/ou umidade relativa do ar;
- Ultrapassagem do tempo em aberto da argamassa para assentamento do revestimento;
- Ausência de detalhes construtivos (vergas, contravergas, juntas de dissolidarização);
- Utilização do cimento colante vencido;
- Assentamento sobre a superfície contaminada;

- Mão-de-obra não qualificada;
- Execução do revestimento sobre base recém executada.

(PATOLOGIA MAIS COMUNS EM REVESTIMENTOS, 2010).



Figura 2.23 – Destacamento de placas devido ausência de detalhes construtivos (Juntas de movimentação). (PAES, 2007).



Figura 2.24 – Descolamento de placas devido à ultrapassagem do tempo em aberto para assentamento das placas. (ROCHA, 2008).



Figura 2.25 – Descolamento de placas devido à expansão por umidade. (PAES, 2007).

b) Eflorescência

Patologia evidenciada pelo surgimento, na superfície do revestimento cerâmico, de depósitos cristalinos de cor esbranquiçada, comprometendo a aparência do revestimento. (Figuras 2.27 e 2.28).

Estes depósitos cristalinos surgem quando os sais solúveis nas placas cerâmicas, nos componentes na alvenaria, nas argamassas de emboço, de fixação ou de rejuntamento, são transportados pela água utilizada na construção ou vindas de infiltrações, através de poros dos componentes de revestimento (placas cerâmicas não esmaltadas, rejuntos). Estes sais em contato com o ar solidificam, causando depósitos. (PADILHA JR eT al, AYRES, LIRA, JORGE e MEIRA, 2007).

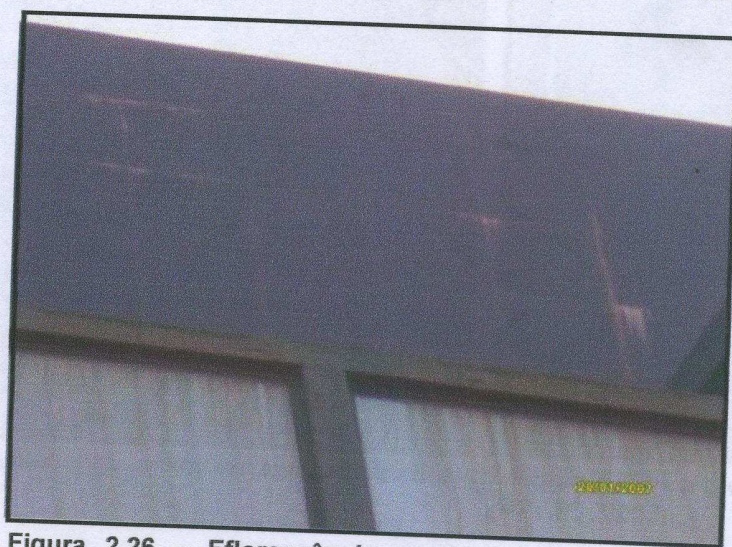


Figura 2.26 – Eflorescência na fachada com placa cerâmica. (DIAS E ALMEIDA, 2008).



Figura 2.27 – Eflorescência na fachada revestida com pastilhas. (PAES, 2007).

c) Deterioração das juntas

Este problema patológico afeta diretamente as argamassas de preenchimento das juntas de assentamento (rejunte) e de movimentação, porém de certa forma compromete o desempenho dos revestimentos cerâmicos, já que esses componentes são responsáveis pela estanqueidade dos revestimentos cerâmicos e pela capacidade de absorver deformações.

A perda de estanqueidade das juntas e o envelhecimento do material de preenchimento das mesma evidencia os sintomas de que está ocorrendo a deterioração das juntas como mostram as Figuras 2.29 e 2.30.



Figura 2.28 – Junta com perda de estanqueidade. (PAES, 2007).



Figura 2.28.1 – Junta de deterioração. (PAES, 2007).



Figura 2.29 – Junta com bolhas de envelhecimento. (PAES, 2007).

2.6.5 – Trincas e fissuras

As fissuras podem surgir na concepção do projeto, no emprego do material de forma inadequada, no processo de execução muitas vezes errônea e na utilização de componentes que ajudariam em certas propriedades, sejam elas químicas ou físicas, e por serem mal manipulados perdem seu desempenho ou função durante o processo e conseqüentemente afetam na durabilidade da edificação.

“Dentre os inúmeros problemas patológicos que afetam os edifícios, sejam eles residenciais, comerciais ou institucionais, particularmente importante é o problema das trincas, devido a três aspectos fundamentais: o aviso de um eventual estado perigoso para a estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústica etc.), e o constrangimento psicológico que a fissuração do edifício exerce sobre seus usuários”. (THOMAZ, 1989, p.15).

As movimentações estruturais e a necessidade de juntas também são fatores que podem vir a contribuir, e mesmo que haja tecnologia nas propriedades dos materiais empregados, se não houver manutenção ao decorrer dos anos, do mesmo modo afetará no desempenho da obra.

No entanto, dependerá da exposição e das condições de aplicação, devido não existir nenhum material infinitamente resistente, todos eles irão trincar-se ou romper-se sob a ação de um determinado nível de carregamento. Mesmo

sabendo que esses fatores interferem no bom funcionamento da obra os mesmos podem ser influenciados por incompatibilidade de projetos e dimensionamento da estrutura de fundação sem a consulta do projeto estrutural.

Além dos problemas inerentes aos projetos, a falta de comunicação entre os projetistas e a mão-de-obra pouca especializada, as imposições de entrega da obra, a ausência de fiscalização por órgãos responsáveis ou mesmo corrupções de políticos existentes no processo de construção podem também vir somar no desencadeamento acelerado desse processo. Problemas como esses podem contribuir no surgimento de diversas manifestações patológicas, já que os mesmos sempre se tornam consequência de um problema inicial, que se origina desde falhas de projetos até o emprego inadequado de materiais. (THOMAZ, 1989).

2.6.5.1 - Fissuras por movimentações térmicas

A movimentação térmica ocorre em diversos elementos de uma construção devido aos diferentes tipos de materiais que são empregados em um mesmo componente, seja ele estrutural ou não.

Segundo Thomaz (1989), os elementos e componentes da construção civil estão sujeitos a variação de temperatura. Essas variações refletem variações nas dimensões dos materiais por meio da dilatação e contração dos mesmos. Os movimentos de dilatação e contração são devidos as restrições dos materiais e componentes presentes na composição do elemento, e por este motivo, ocorrem o tensões que poderão provocar o aparecimento de fissuras.

Na construção civil são empregados materiais com distintos coeficientes de dilatação térmica, que ao interagir entre si através de reações químicas e físicas podem ocasionar movimentações diferenciadas.

Na edificação partes estão mais sujeitas à variação de temperatura do que outras. Algumas podem estar protegidas, a exemplo da cobertura, e outras com incidências maiores a variações térmicas como o caso de uma parede. É importante ressaltar que esse fator pode variar de acordo com os materiais empregados e as intensidades de movimentações oriundas de tensões impostas, já estas são provenientes de mudanças bruscas de temperaturas devido à alta condutibilidade térmica e baixo coeficiente de dilatação térmica linear. (THOMAZ, 1989).

Na figura 2.30 mostram-se alguns exemplos típicos de fissuras causadas por variações de temperatura dos elementos.

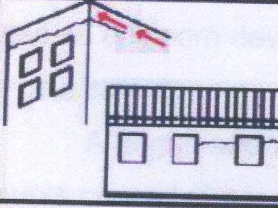

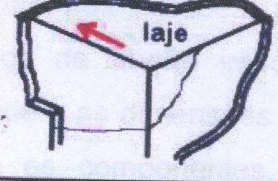
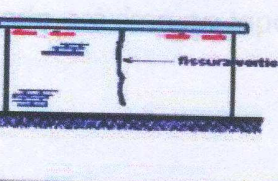
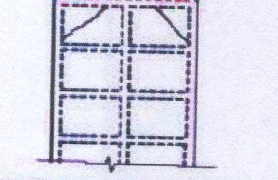
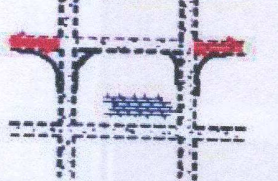
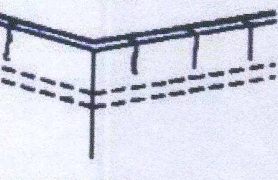
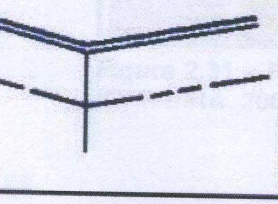
TÉRMICAS	Fissuras causadas por variações de temperatura
	Fissuras horizontais por movimentação térmica da laje
	Fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje
	Fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje
	Fissuras verticais por movimentação térmica da laje
	Fissuras inclinadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado
	Fissuras de descolamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado
	Fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria
	Fissuras de descolamento de platibandas por movimentação térmica

Figura 2.30 – Quadro de resumo das configurações típicas de fissuras em alvenaria, causadas por movimentações térmicas. (MAGALHÃES, 2004 apud BRANDÃO, 2007).

Na figura 2.30, é possível observar os aspectos de fissuras causadas por variações de temperatura em lajes, paredes e estruturas de concreto armado. Estas fissuras se originam devido à diferença dos coeficientes de dilatação linear existente entre os elementos.

A seguir são apresentados os itens relacionados aos aspectos de trincas e fissuras causadas por movimentações térmicas.

a) Fissuras por movimentações térmicas em lajes

O aparecimento de fissuras em lajes e paredes é devido às tensões provocadas entre estes dois elementos. As fissuras de maiores desenvolvimentos ocorrem nas paredes, já que estas se apresentam de forma perpendicular ao esforço de tração imposto pela movimentação térmica. É necessário que se considere as dimensões da laje, os materiais que foram empregados e a aderência entre os componentes. O desenvolvimento das trincas será de característica inclinada próximo ao topo da parede em forma de escama (Figura 2.31). (THOMAZ, 1989).



Figura 2.31 – Fissuras causadas por movimentação térmica em lajes. (OLIVEIRA, 2008).

b) Fissuras por movimentação Térmica do arcabouço estrutural

A movimentação térmica será evidenciada principalmente entre o encontro da argamassa e o componente solicitado. Esse tipo de movimentação não é prejudicial para a parte estrutural. (THOMAZ, 1989).

Em encontro de vigas e pilares se torna mais aparente, podendo surgir fissuras inclinadas nos pilares devido à ausência de juntas de dilatação ou quando estas forem mal projetadas, em muitos casos pode levar ao destacamento entre alvenaria e a argamassa (Figura 2.32).

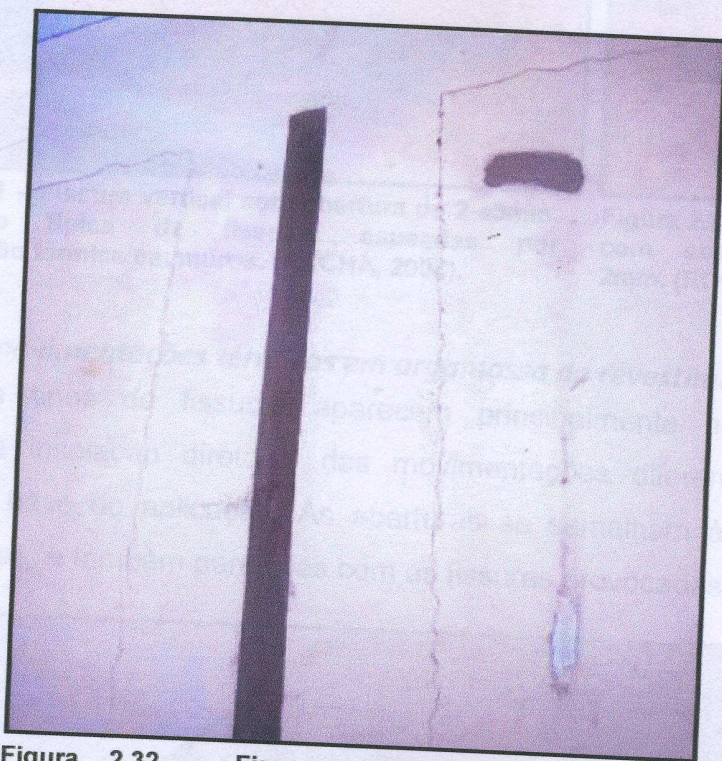


Figura 2.32 – Fissuras verticais causada pela movimentação térmica diferenciada do concreto e alvenaria. (ARQUIVO PESSOAL, 2008).

c) Fissuras por movimentação típica em muros

Em muros, a movimentação pode ocasionar fissuras a cada 4 ou 5m ao longo do muro, todavia isso dependerá da extensão dos mesmos. As aberturas geralmente são de 2 a 3mm, variando se houver restrições na fundação. Podem ocorrer fissuras também entre os encontros da alvenaria e nos componentes estruturais.

As fissuras aparecem de forma vertical, devido à resistência à tração da alvenaria ser igual ou inferior ao da argamassa, conforme mostram as figuras 2.33 e 2.33.1.



Figura 2.33.1 – Fissura vertical com abertura de 2 a 3mm, configuração típica de fissuras causadas por movimentação térmica em muros. (ROCHA, 2008).

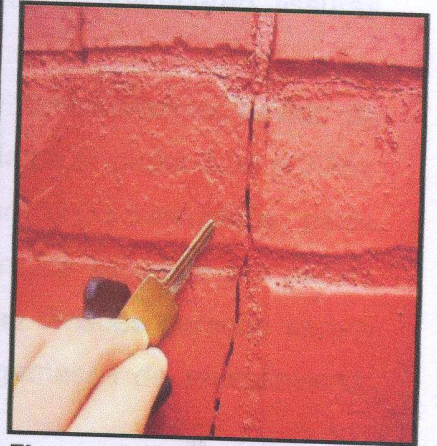


Figura 2.33 – Fissuras verticais com abertura variando de 2mm. (ROCHA, 2008).

d) Fissuras por movimentações térmicas em argamassa de revestimentos

Esses tipos de fissuras aparecem principalmente no revestimento, provenientes da insolação direta e das movimentações diferenciadas entre a argamassa e a base de aplicação. As aberturas se parecem às gretas e são bastante reduzidas, e também parecidas com as fissuras provocadas por retração.



Figura 2.34 – Fissuras causadas por movimentação térmica em argamassas de revestimento. (ROCHA, 2008).

e) Fissuras por movimentação térmica em pisos externos

Os esforços gerados nos pisos terão duas fases: no início, o aquecimento que acontecerá na base do revestimento e este será comprimido e a fase de resfriamento, onde haverá esforço de tração. Desta forma aparecerão fissuras espaçadas. (THOMAZ, 1989).

Os pisos externos terão maiores chances de destacamento, devido às movimentações térmicas e à alta exposição aos raios solares (Figuras 3.35 e 3.36). Caso haja a impossibilidade de movimentação, como em pisos vinculados, estes destacadão no meio do piso por conta da contração térmica existente em placas ensolaradas. Os destacamentos serão maiores, devido as tensões geradas serem superiores à capacidade de aderência da placa e a argamassa de revestimento. (THOMAZ, 1989).



Figura 2.35 – Fissuras por movimentação térmica em piso de concreto. (ARQUIVO PESSOAL, 2008).

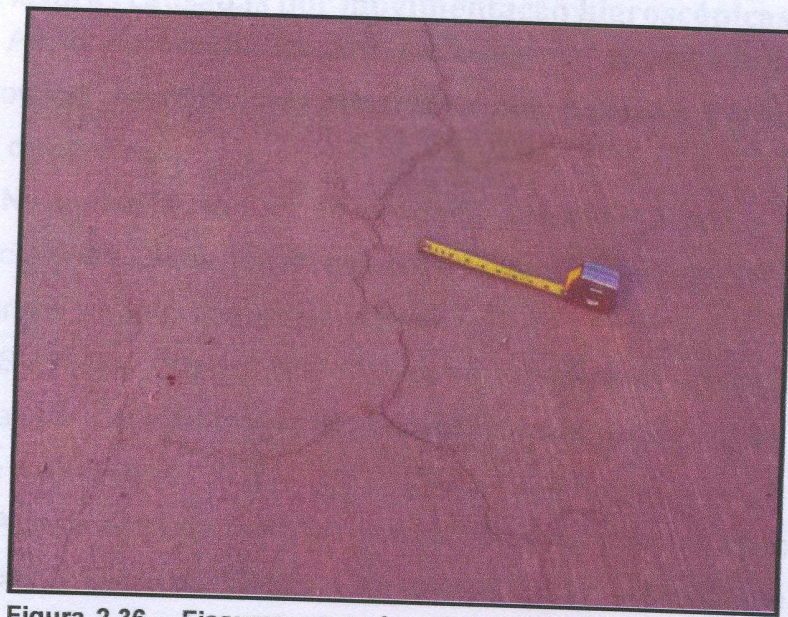


Figura 2.36 – Fissuras causadas por expansão e contração térmica. (DEGUSSA, 2010).

2.6.5.2 - Fissuras por cura térmica do concreto

As fissuras podem aparecer nos primeiros dias de cura do concreto, pelo fato do composto geralmente apresentar baixa resistência na fase inicial. Por conta dessa característica há uma incidência maior de formação de fissuras ocasionada pela contração térmica do concreto e as variações de temperatura bruscas ao término do processo de cura térmica (Figura 2.37).

Esse tipo manifestação é observado durante a desforma e pode vir a ser o ponto inicial para outras patologias, principalmente em peças estruturais que exigem maiores cuidados, a exemplo de peças esbeltas.



Figura 2.37 – Fissuras por cura térmica do concreto. Pesquisa

2.6.5.3 - Fissuras causadas por movimentação higroscópicas

As formações de fissuras causadas por movimentações higroscópicas podem provocar alteração nas dimensões dos materiais porosos existentes em elementos construtivos.

No aumento do teor de umidade o material tende a se expandir e na perda se contrair. Essas movimentações volumétricas provocam movimentações que ocasionam o aparecimento de fissuras.

Segundo Thomaz (1989), as características das trincas e fissuras provenientes de movimentações higroscópicas assemelham-se às ocasionadas por retração de temperatura.

A edificação apresentará trincas horizontais, se estas forem oriundas da expansão dos tijolos ocasionados pelo esforço de compressão que é exercido entre o encontro de duas paredes de alvenaria. Podem aparecer ainda trincas de forma inclinadas nas peças estruturais, por meio do esforço de tração solicitado pela alvenaria de concreto.

Fissuras verticais são encontradas no canto da edificação e pode ser ocasionada pela expansão dos tijolos que absorveram umidade, característica esta que o material apresenta na maioria dos casos e de maiores incidências nos primeiros anos de idade, denominado como visto anteriormente de movimentos irreversíveis, pois estes dependerão de fatores como a composição química de alguns argilominerais e suas propriedades durante o processo de queima dos tijolos.

Outros aspectos das movimentações higroscópicas são a formação de trincas no terço médio de paredes construídas de tijolos de solo-cimento. O emprego desse tipo de material apresenta variações volumétricas, principalmente se houver a presença de argilominerais composto de montimorilonitas.

Paredes construídas com solo-cimento apresentam fissuras provenientes de retração inicial ou por movimentações higroscópicas. Em argamassas acrescidas de saibro há incidência do mesmo processo devido às variações volumétricas da argila quando exposta à umidade. O emprego desse material melhora a trabalhabilidade da argamassa, no entanto por conta das movimentações higroscópicas o revestimento pode se destacar e degradar ao longo do tempo.

Na base das paredes, podem aparecer trincas horizontais ocasionadas pela ausência ou má execução de impermeabilização dos alicerces e baldrames. A

umidade absorvida do solo pelos componentes de alvenaria resulta em movimentações higroscópicas na base provocadas pela perda de água evaporada resultantes de diferentes movimentações nas partes superiores (Figura 2.38). (THOMAZ, 1989).

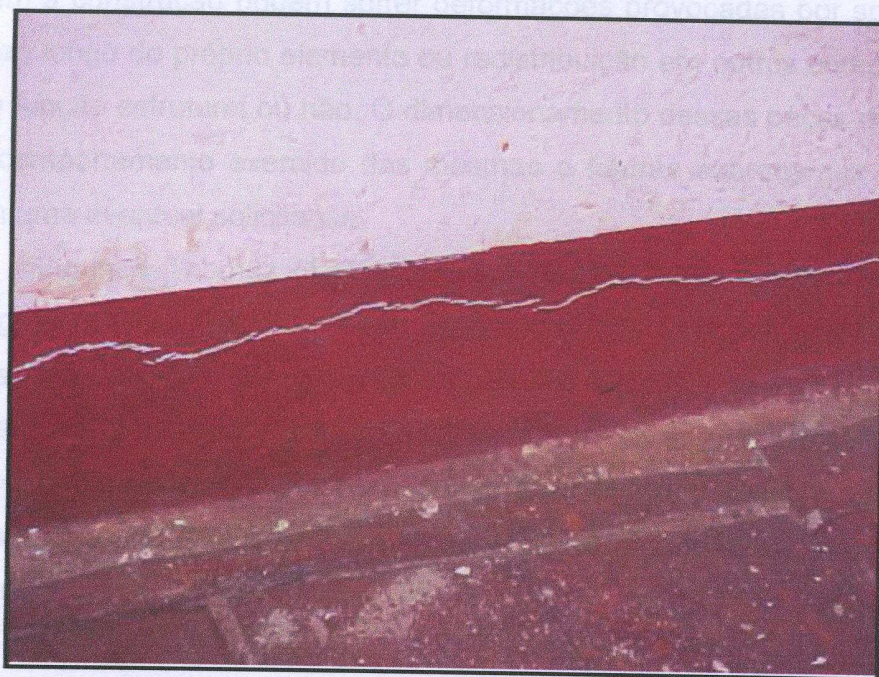


Figura 2.38 – Trinca horizontal na base da alvenaria por efeito de umidade do solo. (BRANDÃO, 2007)

Em muros, peitoris e platibandas com ausência de rufos há absorção de umidade proveniente das chuvas. As argamassas encontradas no topo desses elementos destacam-se com o tempo, devido às movimentações diferenciadas.

A umidade constante em determinados componentes, ocasionados pelas incidências de chuvas com ausências de proteções de impermeabilização e de elementos que possuem a função de conduzir águas pluviais de modo que não possa vir a prejudicar o desempenho da construção, contribui no processo de deterioração ou comprometimento na funcionalidade destes. Portanto, é necessário que esteja incluso na concepção do projeto de construção, o projeto básico de impermeabilização, para que o mesmo auxilie na proteção das obras.

Além da impermeabilização dos materiais construtivos, é importante que o madeiramento empregado nas construções receba o tratamento adequado para que não possa futuramente vir a contribuir no surgimento de patologias, as quais possam

ser provenientes das movimentações reversíveis da madeira e do encontro de paredes.

2.6.5.4 - Fissuras causadas pela atuação de sobrecargas

Na concepção do projeto, deve ser considerado que os elementos que constituem a construção podem sofrer deformações provocadas por solicitações de tensões ao longo do próprio elemento ou redistribuição em outros componentes que possuem função estrutural ou não. O dimensionamento dessas peças deve levar em conta o comportamento exercido das mesmas e futuras sobrecargas que possam surgir em uma eventual solicitação.

Segundo Thomaz (1985), as características das fissuras pela ação de sobrecargas sobre o esforço de flexão de vigas, são de aspectos perpendiculares às trajetórias dos esforços principais de tração. Ao meio do vão essas fissuras se verticalizam e próximas aos apoios se inclinam a um ângulo próximo de 45° em relação com eixo horizontal. No caso destas apresentarem defeitos nas armaduras de cisalhamento, as fissuras podem aparecer de forma inclinada nas extremidades do elemento.

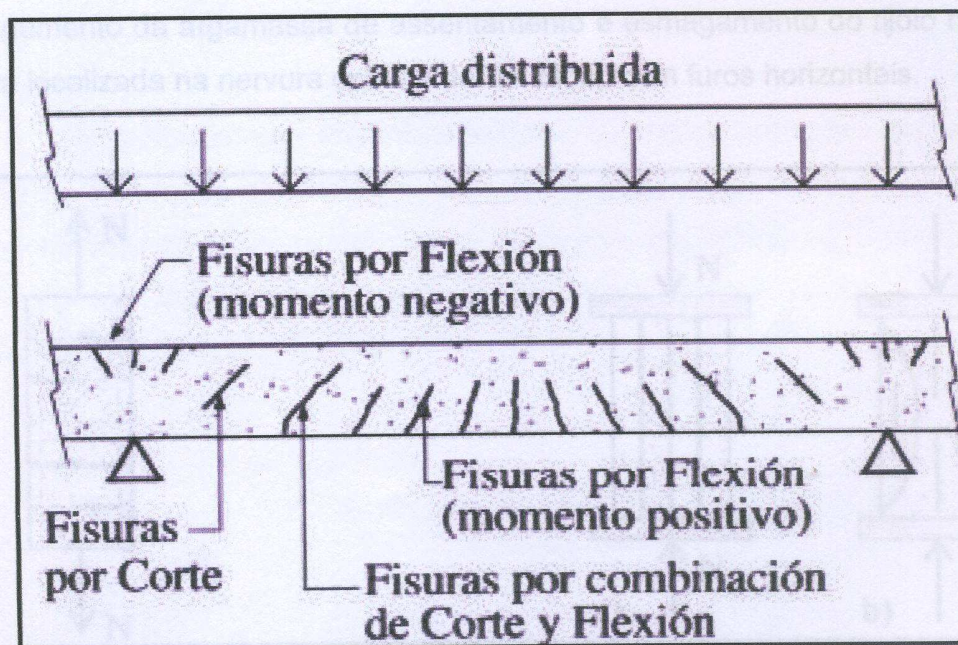


Figura 2.39 – Patologia observada em viga de concreto armado com fissuração devido ao esforço cortante e flexão. (HELENE, 2003 *apud* BRANDÃO, 2007).

As vigas altas ou atirantadas são constituídas de armadura de tração. Nesses componentes estruturais, as fissuras podem vir a ocorrer na base da viga e

apresentarem números maiores por conta da redistribuição das tensões, com aberturas de pequenas dimensões.

Em vigas com armaduras que suportam as solicitações, mas o concreto possui baixa resistência, este pode vir a sofrer o esmagamento.

Caso ocorra a deformação em um curto tempo de carregamento, o elemento estrutural submetido apresentará fissuras de flexão. Em componentes que não foram projetados para fins estruturais, mas que estiverem servindo de apoios para outros componentes, os mesmos poderão sofrer solicitações e, dessa forma, apresentarão fissuras de flexão e cisalhamento.

2.6.5.4.1 - Fissuração das alvenarias submetidas à compressão axial

Os diferentes tipos de materiais empregados em uma construção apresentam comportamentos distintos. Na composição de alvenaria e argamassa, dependendo do tipo de bloco utilizado e de suas configurações típicas poderá contribuir nos surgimentos de fissuras na alvenaria.

Segundo Thomaz (1989), a configuração típica de fissuras em paredes axialmente carregadas é vertical, com exceções em que pode ocorrer o esmagamento da argamassa de assentamento e esmagamento do tijolo maciço, ou fissura localizada na nervura esbelta de um bloco com furos horizontais.

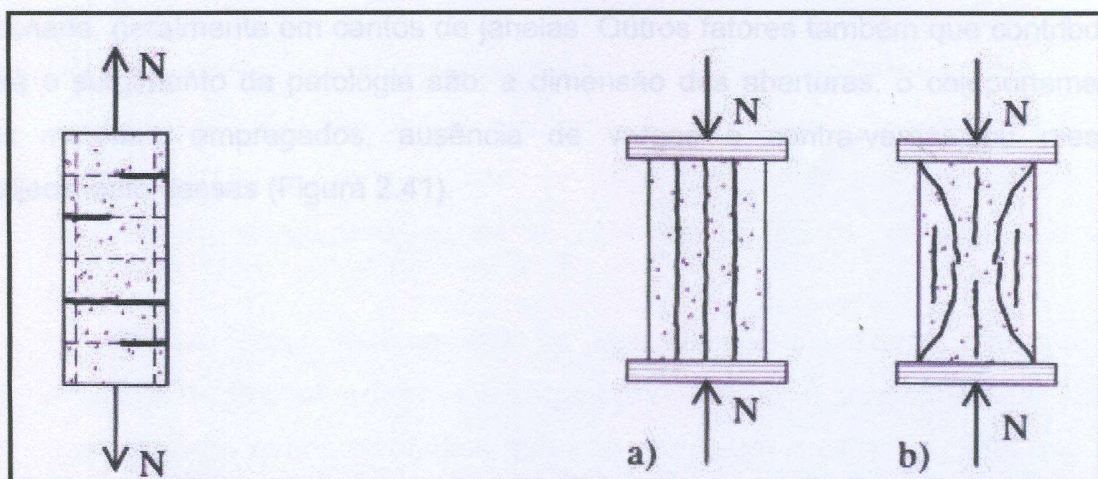


Figura 2.40 – Representação esquemática de fissuração devido ao esforço de tração e compressão. (CANOVAS, 1988 *apud* BRANDÃO, 2007).

Além da geometria dos tijolos, outros fatores afetam a resistência dos componentes da alvenaria (tijolos e argamassa), como: a composição dos materiais,

a rugosidade, a porosidade, a elasticidade, retenção de água, poder de aderência, retração da argamassa, espessura, regularidade, tipo de assentamento e a esbeltez da parede.

Segundo Thomaz (1989), outros fatores como a quantidade de juntas na alvenaria, a resistência superior dos componentes assentados com juntas em amarração comparadas aos que são assentadas com juntas verticais também podem contribuir no surgimento de fissuras, por isso é recomendável que a espessura ideal da junta seja de 10 mm.

Em pesquisas descritas pela BRE (*BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT, 1981*), outro fator que influencia em grande escala na resistência da argamassa de assentamento é a relação de cimento e areia, sendo que o emprego de argamassa menos resistente não altera em valor significativo a resistência da alvenaria.

2.6.5.4.2 – Fissuras causadas por sobrecargas em alvenarias

Em sobrecargas uniformemente distribuídas, as fissuras são verticais e são ocasionadas por deformação transversal da argamassa e as fissuras horizontais são provenientes da ruptura por compressão da alvenaria ou da argamassa de assentamento.

É muito comum encontrar fissuras ou trincas formadas em abertura da alvenaria, geralmente em cantos de janelas. Outros fatores também que contribuem para o surgimento da patologia são: a dimensão das aberturas, o comportamento dos materiais empregados, ausência de vergas e contra-vergas ou mesmo enrijecimento dessas (Figura 2.41).

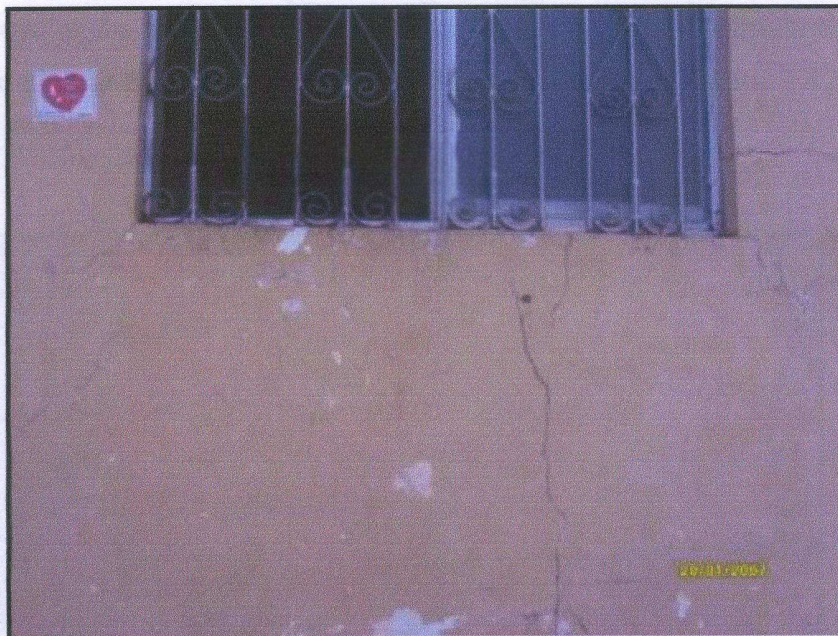


Figura 2.41 – Fissura causada por sobrecarga na alvenaria. (DIAS E ALMEIDA, 2008).

2.6.5.5 - Fissuras por deformabilidade excessiva de estruturas de concreto armado

A NBR 6118 (ABNT 2003) permite flechas admissíveis em lajes e em vigas, as deformabilidades causadas pelo peso-próprio, cargas permanentes e acidentais, desde que as flechas não comprometam a funcionalidade do elemento e seu desempenho.

Devido tecnologias atuais do concreto e a utilização de aço com grandes limites de elasticidade, os componentes ganharam aumento de desempenho.

Segundo Brandão (2007), o controle da deformação da estrutura começa pelo projeto estrutural, portanto não se pode determinar o limite máximo de deformação para estrutura antes de se conhecer o tipo de vedação que será utilizada.

Dessa forma, mesmo que se utilizem critérios normativos para as considerações de flechas máximas e cargas ponderadas, é importante que haja a análise envolvendo outros elementos que interagem com a estrutura, para que não ocorra deformação por conta de solicitações que não foram previstas em projeto.

Em componentes estruturais, os elementos que apóiam as estruturas como a alvenaria são mais suscetíveis a deformação. As fissuras serão de forma inclinada, próximas aos suportes superiores que se deformam mais que a viga,

devido à solicitação ser maior nos cantos das paredes. Normalmente na parte inferior da alvenaria de vedação surgem trincas horizontais (Figura 2.42). (THOMAZ, 1989).

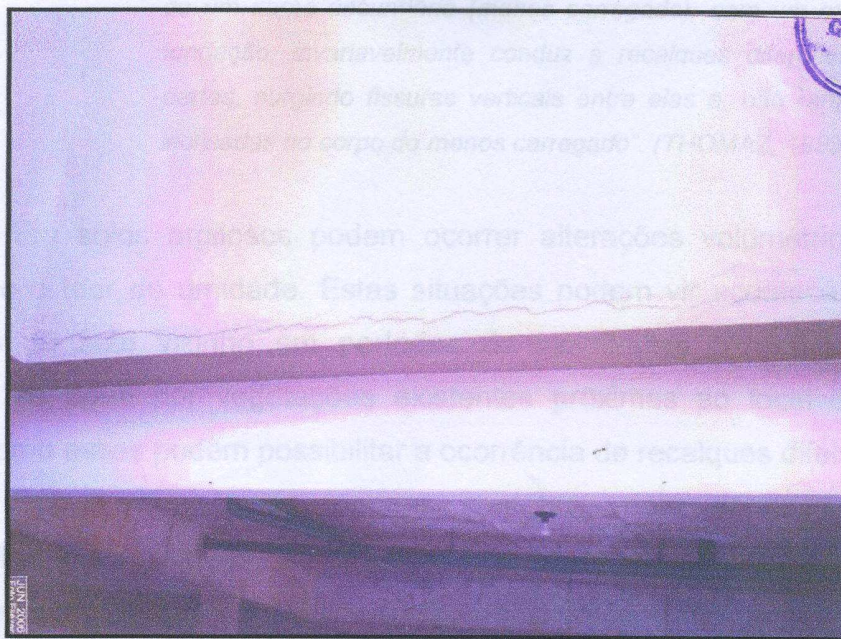


Figura 2.42 – Fissura horizontal na alvenaria devido à deformação da laje em balanço. (BRANDÃO, 2007).

2.6.5.6 - Fissuras por recalques de fundação

Segundo Thomaz (1989), as fissuras causadas por recalques diferenciados são inclinadas e alguns casos verticais, apresentam grande dimensão na abertura e se propagam em direção ao recalque. Outra característica é a descamação originada pelas tensões de cisalhamento. Essas trincas podem também ser geradas por carregamentos mais acentuados em determinados trechos, com tensões que podem ser originadas tanto do cisalhamento quanto à flexão em que o elemento é submetido.

Em edificações no qual o aterro foi mal consolidado ou construído sobre corte, os carregamentos da obra podem sofrer recalques. As trincas são tipicamente inclinadas ou de forma vertical, esta última diferenciada de outras manifestações patológicas, pelas grandes aberturas que a mesma apresenta.

No caso da construção de um edifício na proximidade de outro já concluído, pode haver a soma dos bulbos de tensões e estes podem causar trincas na edificação

menor. A falta de homogeneidade de alguns solos e o rebaixamento do lençol freático, podem também provocar recalques diferenciados.

“A construção de edifícios dotados de um corpo principal (mais carregado) e de um corpo secundário (menos carregado), com um mesmo sistema de fundação, invariavelmente conduz a recalques diferenciados entre duas partes, surgindo fissuras verticais entre elas e, não raras vezes, fissuras inclinadas no corpo do menos carregado”. (THOMAZ, 1989, p.97).

Em solos argilosos podem ocorrer alterações volumétricas, caso seja modificado o teor de umidade. Estas situações podem vir acontecer por conta da saturação do solo vizinho em períodos de incidências pluviométricas ou pela absorção de água por vegetações existentes próximas ao local da construção. Fatores como esses podem possibilitar a ocorrência de recalques diferenciados.

Outras ocorrências podem contribuir para formação de trincas provenientes de recalques, como: estruturas que apresentem enrijecimento de elementos como vergas e contravergas ou funcionem como corpos rígidos ao ser seccionados pelas trincas, o tamanho das aberturas na edificação ou mesmo a influência da geometria da obra.

Nas figuras 2.43 e 2.44 mostram o aspecto típico de fissuras causadas por recalque de fundação.

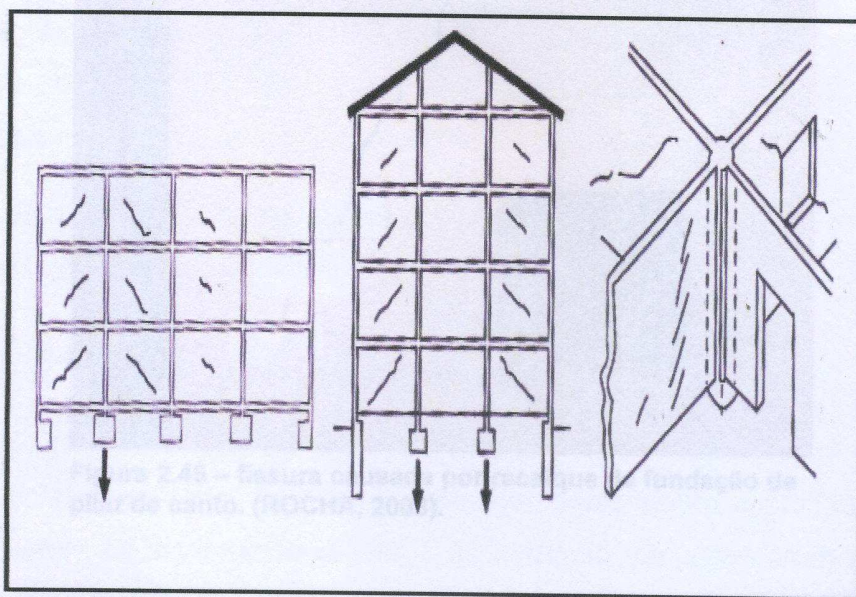


Figura 2.43 – fissuras típicas causadas por recalque de fundação de pilares internos. (ORTIZ, 1984 apud MILITITSKY ET AL, 2008).

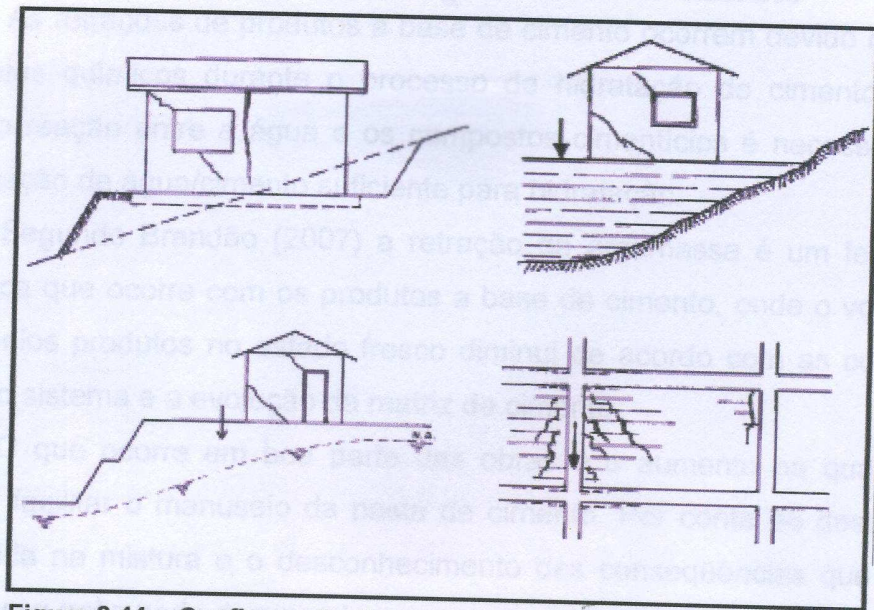


Figura 2.44 – Configuração típica de fissuras causadas por recalque de fundação. (OLIVEIRA, 2008).

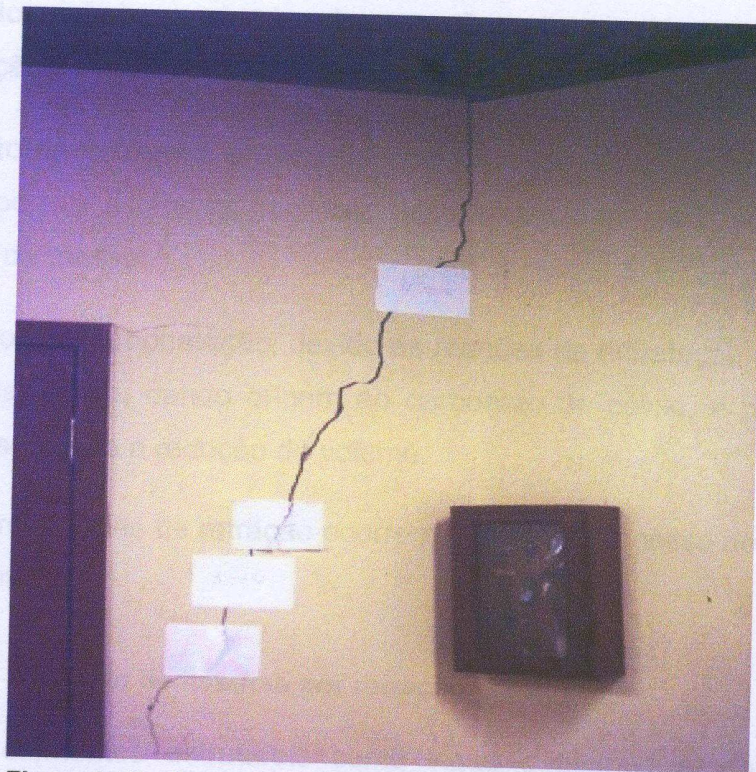


Figura 2.45 – fissura causada por recalque de fundação de pilar de canto. (ROCHA, 2008).

2.6.5.7 - Fissuras por retração de produtos à base de cimento

As retrações de produtos à base de cimento ocorrem devido reações dos componentes químicos durante o processo de hidratação do cimento. Para que aconteça a reação entre a água e os compostos cimentícios é necessário que se tenha a relação de água/cimento suficiente para hidratação.

Segundo Brandão (2007) a retração da argamassa é um fenômeno de origem física que ocorre com os produtos a base de cimento, onde o volume inicial ocupado pelos produtos no estado fresco diminui de acordo com as condições de umidade do sistema e a evolução da matriz de cimento.

O que ocorre em boa parte das obras é o aumento na quantidade de água, para facilitar o manuseio da pasta de cimento. Por conta do descontrole da água inserida na mistura e o desconhecimento das conseqüências que isso pode provocar, essa ação pode desencadear o processo de retração.

Conforme Thomaz (1989), a retração pode ser apresentada em três formas:

- Retração química, oriunda das reações químicas necessárias para a hidratação completa;
- Retração de secagem, proveniente da água em excesso que posteriormente se evapora e as forças capilares necessárias para esse processo reduz o volume da massa;
- Retração por carbonatação, devido às reações de hidratação do cimento com o gás carbônico, dando origem ao carbonato de cálcio, e por conta dessa reação acontece a redução do volume.

As três formas de retração ocorrem durante o processo de endurecimento da pasta cimentícia.

2.6.5.7.1 - Aspecto de fissuras por retração

Em elementos estruturais como vigas e pilares de concreto armado podem surgir fissuras horizontais em pilares caso estes sejam apertados. Em caso das vigas serem de característica alta e as mesmas não possuírem armadura de pele, as fissuras retas e regularmente espaçadas aparecerão no terço médio da altura da viga.

Fissuras com figurações mapeadas ocorrerão em caso da elevação da relação a/c (água/cimento) do concreto.

2.6.5.7.2 - Retração de lajes

Segundo Thomaz (1989), em lajes que sofreram retração, o piso pode ser comprimido e por conta da solicitação sofrida haverá o destacamento cerâmico ou aparecerão fissuras no próprio piso. No caso de retração no próprio concreto a laje também será fissurada.

2.6.5.7.3 – Retração de paredes e muros

Nas figuras 2.46 e 2.47 mostram-se a configuração típica de fissuras em paredes e muros. O aspecto dessa manifestação patológica causada por retração será muito semelhante às oriundas por variação térmica e umidade. A retração será nos componentes da alvenaria e da argamassa e desse modo pode haver o destacamento e fissuras dos mesmos. Além disso, a retração no componente da alvenaria poderá contribuir no processo de outras manifestações patológicas, como bolor, lixiviação, manchas de umidade.



Figura 2.46 – Retração de parede externa. (DIAS E ALMEIDA, 2008).



Figura 2.47 – Retração em muro. (DIAS E ALMEIDA, 2008).

2.6.5.7.3 - Retração de argamassa de assentamento de azulejos

2.6.5.7.4 - Retração de argamassa de revestimento

Na mistura que compõe a argamassa os consumos de cimento ou de outros componentes finos juntamente com a água necessária para amassamento podem influenciar no aparecimento de fissuras. Além esse fator, outros podem estar associados diretamente como: a própria aderência da argamassa com a base, a quantidade de camadas e sua espessura, o tempo de aplicação entre uma camada e outra, a rápida perda de água durante o endurecimento provocado pelas altas incidências solares ou da ventilação.

Segundo Thomaz (1989) as fissuras originadas por retração das argamassas apresentam distribuição uniforme, nas linhas mapeadas que se cruzam formando ângulos aproximados a 90° (Figura 2.48).



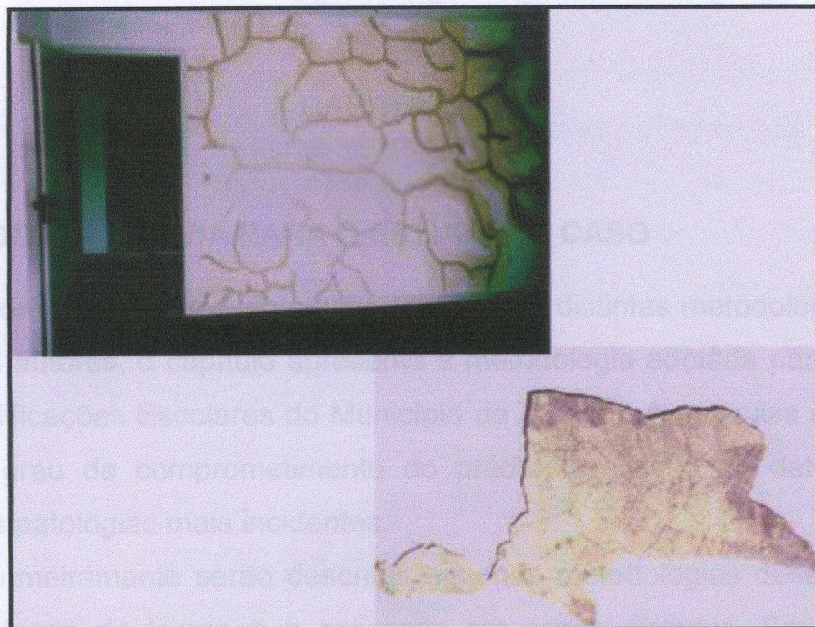


Figura 2.48 – Retração de argamassa de revestimento. (OLIVEIRA, 2008).

2.6.5.7.5 - Retração de argamassa de assentamento de azulejos

No assentamento de azulejos é muito comum a utilização de altos teores de cimento na mistura da argamassa. Por conta disso, a argamassa se torna rígida impedindo movimentações de deformações (tração e compressão) e dessa forma o azulejo poderá apresentar gretagem conforme a figura 2.49.

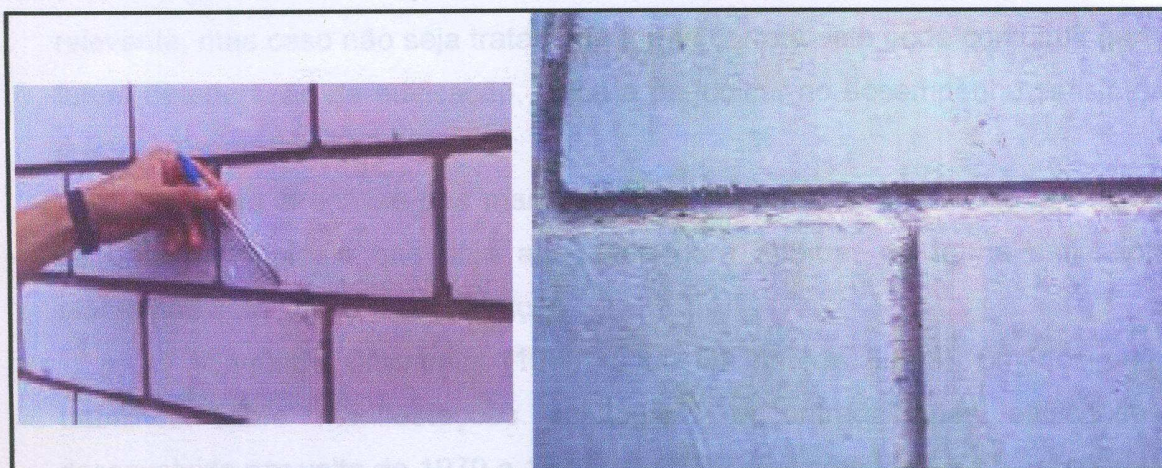


Figura 2.49 – Retração de argamassa de assentamento de azulejo. (OLIVEIRA, 2008).

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA ADOTADA PARA O ESTUDO DE CASO

Com base na revisão bibliográfica e nas distintas metodologias aplicadas por diversos autores, o capítulo apresenta a metodologia adotada para o estudo de caso das edificações Escolares do Município de Tucuruí. A pesquisa contará com a análise do grau de comprometimento do prédio, avaliação da deterioração das escolas e as patologias mais incidentes.

Primeiramente serão descritas algumas metodologias desenvolvidas por autores ao longo do tempo e a aplicação em casos distintos. Em seguida será mostrado o emprego da metodologia adotada neste trabalho por meio do levantamento preliminar, universo e amostra, avaliação comparativa do grau de deterioração, coleta de dados e análise dos dados coletados.

MÉTODOS DESENVOLVIDOS E COMPLEMENTADOS

Na maioria das edificações é comum de serem encontradas manifestações patológicas em parte do prédio ou alguns componentes. Mesmo que o problema detectado apresente-se a principio de forma aparentemente pouco relevante, mas caso não seja tratado de forma correta este pode contribuir para uma futura deterioração da edificação, vindo a prejudicar no desempenho satisfatório do prédio ou componente.

Para a análise das manifestações em estudos é necessária a aplicação de uma metodologia que seja adequada para abordar de forma satisfatória os problemas detectados na construção.

Segundo Cremonini (1988) *apud* Guimarães (2003), um dos primeiros trabalhos sobre manifestações patológicas encontradas nas edificações, foi desenvolvido por volta de 1970 a 1974 pela BRE-(Building Research Establishment). O estudo consistia no levantamento e observação direta de 510 casos de edifícios que apresentaram a incidência de patologias. Outra pesquisa equivalente foi realizada pelo Centro Scientifique ET Technique de La Construction-CSTC, na Bélgica e seguia essa mesma linha de estudo.

O trabalho feito por Ioshimoto (1985), realizado no Brasil, foi um dos primeiros a tratar dos problemas patológicos por meio de levantamento de campo e avaliação das manifestações. As amostras foram obtidas de um conjunto habitacional, localizado em São Paulo e consistia em um percentual de 10% do universo total das unidades. Esse número total era composto tanto por casas térreas como apartamentos e a vistoria levou em conta a idade da edificação e o seu tipo.

O universo adotado por John (1987) trouxe como estudo as escolas públicas estaduais de Porto Alegre-RS, o qual delimitava a idade do prédio para 30 anos reduzindo as amostras em questão para a representação de 208547m² correspondendo a 85,4% de área construída, distribuída em 578 edificações. Por meio da redução das variantes, pode-se uniformizar os dados coletados, levando em conta o material e o componente empregado na construção.

Devido não ter ocorrido o cadastramento completo de todas as escolas correspondentes as 578 edificações, foi feito um sorteio e as amostras foram reduzidas para 30 perfazendo um total de 82 edificações. No entanto por conta do levantamento de campo ter sido realizado em 23 das 30 escolas, esse número diminuiu para 70 edifícios representando o percentual de 10,3% do universo total.

Cremonini (1988) baseou seu trabalho nos estudos de John (1987), e obteve informações complementares por meio de questionários elaborados para os usuários das edificações, os questionários identificariam defeitos e classificariam a gravidade ou extensão do problema.

Outra pesquisa importante envolvendo esse tema de estudo foi desenvolvida na região norte de país, pelos autores Aranha (1994) e Aranha & Dal Molin (1995). As manifestações patológicas analisadas pelos autores foram sobre as estruturas de concreto armado. Os autores basearam-se na catalogação de 348 casos de manifestações patológicas ocorridas entre os anos de 1976 e 1993. Esses dados foram obtidos de laudos técnicos de vistorias, projetos de reparos e reforço estrutural, diários de obras, pasta de entrega de obra e entrevista aos funcionários da empresa.

Segundo Boldo & Clímaco (2002) *apud* Guimarães (2003), os aspectos qualitativos e quantitativos foram aplicados nas edificações pertencentes ao exército, (localizados) nas cinco regiões do Brasil. Os dados referentes aos aspectos qualitativos seriam de forma mais subjetiva, pois contaria com avaliação do

observador e o aspecto quantitativo seria o número real dos problemas detectados no prédio.

A proposta desenvolvida por Castro (1994) levava em conta características semelhantes às metodologias mencionadas anteriormente, a diferença seria referente ao emprego do grau de deterioração nas edificações estudadas.

Ishimoto (1985) desenvolveu quatro fichas para o cadastramento das edificações. Uma teria informações gerais do prédio (identificação, tipo de edificação, a idade aproximada, a época de inspeção e o tipo de estrutura predominante), as outras três seriam destinadas para dados mais específicos das manifestações patológicas mais incidentes, dentre elas: umidade, trincas e fissuras e descolamento do revestimento, assim o trabalho contaria com informações mais confiáveis e objetivas.

Jonh (1987) adotou outra ferramenta importante para avaliação dos problemas patológicos, desenvolvida por Ishizuka (1983), a qual é expressa por uma escala representativa do índice de deterioração de um determinado componente ou material.

Guimarães (2003) desenvolveu seu trabalho baseado em diversos autores que seguem essa linha de pesquisa, pois muitos desses estudos apresentam semelhanças, como a forma de realizar do levantamento de campo, o cadastramento das edificações, a catalogação das ocorrências e a consulta aos usuários da edificação por meio de questionários elaborados pelo próprio avaliador. Todos esses dados coletados auxiliam no diagnóstico dos problemas patológicos nas construções.

O autor realizou o levantamento de campo para os componentes verticais do envelope construído sem levar em conta as estruturas de concreto armado e a esquadrias metálicas. As edificações analisadas pertencem à Universidade Federal de Goiás e possuiu objetivo de verificar as condições físicas, diagnosticar as manifestações mais incidentes e as medidas a serem tomadas mediante as condições em que esses problemas se encontravam.

Os prédios selecionados apresentavam diferentes idades, implantações, partidos arquitetônicos, tipo de estrutura e áreas. As partes mais deterioradas foram detectadas nos componentes verticais do envelope construído.

Guimarães (2003) verificou que o levantamento preliminar não foi adequado devido ter sido feito no mês de agosto, período considerado com baixas precipitações pluviométricas, portanto nos levantamentos realizados nos meses de maiores incidências pluviométricas, as ocorrências tipo umidade foram diagnosticadas em números mais representativos.

No trabalho desenvolvido, o autor dividiu as edificações em 10 prédios iguais e 10 prédios diferentes totalizando 20 prédios pertencentes à UFG. A área total correspondeu a 32607,7m² para edificações diferentes 30769,6m² para edificações iguais, representando a percentagem de 35,2% da área total das edificações analisadas.

Foi realizado o cadastro de cada prédio seguido da elaboração de fichas específicas para cada tipo de deterioração ou manifestação patológica. Os dados coletados contiveram informações referentes aos aspectos dos problemas e a sua localização, para que a vistoria fosse de fácil entendimento para qualquer técnico que estivesse avaliando o componente ou material.

A utilização das fichas de cadastramento foi executada por meio de inspeção visual em alguns casos feita a utilização de entrevista aos usuários da edificação.

A escala de deterioração apresentada em cada cadastro de manifestação patológica foi adaptada da escala desenvolvida por Ishizuka (1983). As alterações feitas foram correspondentes aos índices de valoração, ou seja, os componentes e elementos mais deteriorados possuíam valores maiores segundo a nova escala.

As coletas de dados foram obtidas por meio de uma visita preliminar e caso houvesse a necessidade de maior detalhamento, seria realizado uma nova inspeção complementar. A identificação dessas manifestações se deu por meio de registros fotográficos, com o objetivo de ser usado também com arquivo para futuras pesquisas e análises.

A análise adotada foi de forma comparativa, utilizando o grau de deterioração, que por conta dos índices de deterioração (ID), contidos em escala poderia determinar de forma qualitativa a edificação. Segundo o autor, os prédios que apresentassem maiores pontuações globais possivelmente teriam o maior número de ocorrências ou os maiores ID's ou mesmo associação desses dois métodos avaliativos. No caso de uma edificação possuir cinquenta (50) problemas

patológicos combinado com o índice médio de deterioração igual a quatro (4), com a combinação desses dois quesitos, o prédio obterá o total de 400 pontos, portanto comprometido do ponto de vista global.

A pontuação total de cada edificação foi denominada de VDA- Valor de Deterioração Absoluta, portanto sendo possível comparar a edificação mais deteriorada e ainda para resultados mais confiáveis foi utilizado o VDR- Valor de Deterioração relativa, o qual é obtido da razão entre o VDA e área de cada edificação.

Assim, mesmo que as edificações possuíssem áreas iguais, diferentes, projetos, idades e localização distintas seria possível classificar o prédio mais deteriorado por conta das informações provenientes das patologias quantificadas e qualificadas.

3.1 - Levantamento Preliminar

Inicialmente foi escolhido um universo de amostra com dez edificações das Escolas Públicas do Município de Tucuruí, as quais foram selecionadas por meio do número de alunos matriculados e pela localização da edificação.

Visitas às edificações previamente selecionadas permitiram verificar as condições físicas dos prédios a serem estudados e, por meio de inspeções visuais e registros fotográficos, levantar e identificar as patologias mais frequentes a serem estudadas e suas possíveis ocorrências.

Desta forma, observou-se as patologias mais comuns encontradas nas escolas públicas selecionadas, as quais serão estudadas neste trabalho.

As visitas foram realizadas no mês de agosto, porém as patologias encontradas eram resquícios de problemas ocorridos durante o período chuvoso na região (meses de janeiro a março). Contudo é visto que para identificação eficiente e melhor visualização do problema inicialmente encontrado, é necessário que o questionário seja aplicado nos períodos de maiores precipitações pluviométrico da região de Tucuruí.

A seguir a relação das amostras selecionadas e suas respectivas áreas:

Tabela 3.1 – Relação das edificações cadastradas e suas respectivas áreas de construção.

Escolas	Área Construída (m ²)
E.M.E.F. Ana Pontes Francez	3.341,82
E.M.E.F. Dulcimar Brito	3.264,64
E.M.E.F. Ester Gomes	1.125,00
E.M.E.F. Grão Pará	2.700,11
E.M.E.F. Gumercindo Gomes	6.571,00
E.M.E.F. Irmã Ivone	2.085,06
E.M.E.F. Plácido de Castro	1.949,00
E.M.E.F. Rachel de Melo Dutra	2.257,87
E.M.E.F. Rui Barbosa	2.002,00
E.M.E.F. Teles de Menezes	2.666,68

3.2 - Universo e Amostra

Segundo Lakatos e Marconi (2008) conceituam o universo como um conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum, sendo "n" o número total de elemento do universo ou população. Nesse sentido, um dado Universo (ou população) pode compreender uma região geográfica, um conjunto de indivíduos ou até mesmo uma unidade de observação (a exemplo dos Estudos de Caso). A amostra é uma porção ou parcela, convenientemente selecionada do universo (população), é o subconjunto do universo. Sendo "n" o número de elementos da amostra.

Dentre as edificações constituintes deste universo, encontram-se dez prédios selecionados, os quais correspondem a uma amostra de 33,3% do universo em questão.

Estes edifícios apresentam diferenças em sua concepção arquitetônica, orientações, áreas e implantações, dessa forma estão classificadas como edificações diferentes, as quais serão estudadas ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

3.3 - Metodologia Adotada para o Levantamento de Campo e Avaliação Comparativa do Grau de Deterioração

A metodologia adotada para avaliação das patologias encontradas nas Escolas Públicas de Tucuruí adotará o comparativo do grau de deterioração das

edificações, o estado de comprometimento de sua estrutura e o diagnóstico das patologias mais incidentes.

Por meio do universo de amostra já mencionado, o estudo de caso será feito em edificações de áreas distintas, dessa forma pode-se esperar uma eficácia da metodologia aplicada.

O levantamento de campo será feito com auxílio de fichas de cadastramento para cada prédio mostradas no Anexo A, as quais conterão dados importantes da edificação, como a idade do prédio, área total, e as possíveis causas e origem dos problemas patológicos encontrados.

Essas fichas terão dados sobre o componente afetado, as manifestações patológicas identificadas, indicadores do índice de deterioração e as possíveis causas que auxiliará na caracterização do problema. Com esta caracterização será possível identificar de forma facilitada a localidade da manifestação patológica.

Através do questionário empregado no levantamento de campo, qualquer técnico habilitado na área obterá a mesma conclusão da original. Caso haja a necessidade da realização de novas análises, essas fichas auxiliarão por meio de levantamentos já realizados e os possíveis reparos já concluídos. Buscou-se padronizar as coletas de dados que servissem como base para o roteiro de outros trabalhos, dessa forma vistos como registros.

Inicialmente os levantamentos foram feitos por meio de inspeção visual, registro fotográficos e entrevistas com os usuários da edificação, que servem como base de informação sobre a edificação, conhecendo a utilização diária ou temporal, dessa forma obtendo-se registros aplicáveis a este trabalho.

Com relação às causas mais prováveis das manifestações patológicas encontradas nas Escolas Públicas, os campos de lançamento do levantamento foram subdivididos em causas imediatas e causas remotas, visto que se aplicado desta forma há uma facilidade na leitura dos dados e conseqüentemente no diagnóstico do problema patológico. É evidente que em alguns casos a causa imediata não será alternativa para uma possível intervenção, pois em um dado momento terá a necessidade de uma análise aprofundada para se conhecer a causa da ocorrência e o conhecimento de maneira definitiva do problema patológico.

Reparos maiores são necessários.
há prejuízo do desempenho.

Em alguns casos é apenas necessário ter o conhecimento da causa imediata, ou seja, da causa original do problema, assim entende-se que resolvendo este problema será resolvido à manifestação patológica resultante.

Para a inserção dos indicadores de deterioração muitas vezes a inspeção visual será suficiente, pois ela conterá componentes importantes para uma verificação da presença de problemas patológicos, no entanto em outros casos haverá necessidade de uma lista de checagem complementar na avaliação. Em alguns casos as próprias manifestações serão os próprios indicadores de avaliação.

Posteriormente a identificação das manifestações patológicas encontradas nos prédios será feitos levantamentos de seus aspectos quantitativos e qualitativos, sendo que a primeira funciona pela ocorrência inicial de cada problema registrado na ficha individual de cadastramento tendo como objetivo obter todos os registros dos problemas patológicos identificados, mesmo os de menor importância. Entende-se, portanto que se uma edificação apresenta dez ou quinze manifestações patológicas, a mesma terá o mesmo número de fichas de cadastramento.

No levantamento qualitativo a importância se dá através do grau de comprometimento do desempenho do material e/ou componente.

A escala do índice de deterioração será baseada na de ISHIZUKA (1983). Por meio dessa escala, é notável o grau de satisfação comparado ao grau do estado do material do componente afetado.

Tabela 3.2 – Escala de deterioração adotada para o material ou componente

ID	DESCRIÇÃO
0	Material ou componente não apresenta deterioração.
1-2	Material ou componente com deterioração mínima; Reparos são dispensáveis nesta fase; Fazer nova vistoria posteriormente.
3-4	Poucas partes estão deterioradas; Reparos parciais são necessários; Não há prejuízo do desempenho.
5-6	Algumas partes estão deterioradas; Reparos maiores são necessários; Há prejuízo do desempenho.

7-8	Muitas partes estão deterioradas; Reparos generalizados são necessários; A perda de desempenho é significativa.
9-10	O componente deve ser substituído.

Segundo a escala adaptada por Ishizuka (1983) os índices de valoração se dão da forma em que os materiais ou componentes se encontram, ou seja, os mais deteriorados recebem os valores de ID mais alto. Esta discriminação facilita o resultado de uma determinada categoria e busca o melhor resultado final.

3.3.1 - Coleta de Dados

Inicialmente a coleta de dados foi realizada por meio de uma visita, a fim de se observar alguns danos que a edificação poderia conter em seus componentes, utilizando esse procedimento foram observadas algumas manifestações patológicas que comprometeriam ou não o elemento da edificação analisado. A partir dessas identificações foi aplicado um questionário de inspeção individual para cada problema patológico encontrado nos prédios visitados.

Para este levantamento não foi necessário seguir roteiros distintos, por se tratar de edificações na maior parte das vezes de mesma tecnologia construtiva, o que proporcionou ganho de tempo na aplicação do questionário e conseqüentemente um ganho de produtividade dentro desse processo.

O levantamento se deu do início do mês de janeiro de 2010 ao final de março do mesmo ano, período em que há um maior índice de precipitações pluviométricas na região, de acordo com os dados fornecidos pela UHE (Eletronorte) de Tucuruí, por se acreditar que neste período há uma maior incidência de manifestações patológicas oriundas de umidade.

Para facilitar uma análise dos dados coletados houve registros por meio fotográfico, de modo que os mesmos podem ser usados como documentos que comprovam a autenticidade das manifestações, para que sirva de esclarecimento em casos de dúvidas.

3.3.2 - Análise dos Dados Coletados

A análise dos dados a seguir utilizou o índice de deterioração ID, por se tratar de um componente qualitativo necessário para o desenvolvimento da

metodologia, ou seja, os prédios que forem analisados de maneira global e que apresentarem maior soma dos índices de deterioração serão vistos como prédios de maior incidência de manifestações patológicas. Dessa forma poderá ser discriminada a edificação com maior ou menor comprometimento.

O autor dessa metodologia, Guimarães (2003) fala também sobre o VDA (Valor da deterioração absoluta) que é determinado pela soma total das manifestações patológicas presentes em cada edificação. Com base nesse índice pode ser feita a comparação entre as dez amostras em estudo, e assim verificar qual apresentará maior estado de deterioração.

Devido às amostras selecionadas serem classificadas como edificações de áreas distintas, e para tornarem os valores mais confiáveis, o autor sugere em seu trabalho adotar um VDR (Valor da deterioração relativa) o qual é a razão do VDA e a área construída de cada edificação.

A metodologia apresentada pode avaliar as edificações através dos seus VDRs e se necessário os seus IDs para a classificação das edificações que apresentarem maior estado de deterioração e classificar conforme a escala de deterioração. É importante ressaltar que embora o nível de deterioração global possa estar aceitável, pode haver necessidade de intervenções isoladas.

Portando, é possível classificar as edificações em estudo e relatar as mais deterioradas considerando o grau de deterioração relativa VDR, para edificações que apresentarem áreas diferentes, projetos, idades, a localização, concepção arquitetônica distintas, pois tendo o conhecimento dos problemas patológicos, a gravidade das manifestações contidos nos dados de levantamento dessas edificações, é possível quantificar e qualificar as mesmas.

No ano de 2005 houve um vendaval em Tucuruí que provocou o desmoronamento da escola. Logo depois a mesma foi retelhada, mas não passou pela obra de manutenção antiga, o que pode ser a causa mais provável de infiltração, principalmente em períodos de maiores incidências pluviométricas (janeiro e março), essas meses coincidem também com o início período letivo o que vem afetando tanto para os funcionários como para os próprios alunos.

A escola tem passado no decorrer dos anos por reparos na parte elétrica e pintura, medidas paliativas frente aos reais problemas da edificação.

CAPÍTULO 4

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos nos levantamentos de campo executados. Inicialmente é apresentado o histórico de cada escola seguido das análises individuais das principais patologias encontradas nas edificações, posteriormente são expostos os resultados relacionados aos índices de deterioração de todas as manifestações patológicas.

Em seguida, são apresentados os resultados referentes a uma análise comparativa do grau de deterioração entre as edificações estudadas e apresentadas quais as patologias mais incidentes dentre todas analisadas.

4.1 - Histórico das edificações e análises das patologias.

4.1.1 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Ana Pontes Francêz

a) Apresentação do Histórico

A escola Ana Pontes Francês está localizada no bairro Jardim Marilucy. Inaugurada em abril de 1986, não pertencia ao município até o ano de 1999, quando passou pelo processo de municipalização.

Segundo os funcionários mais antigos houve uma reforma na escola no ano de 2002, o qual incluiu pintura e a troca do piso antigo por lajotas. Ocorreu também uma ampliação da edificação, que contava apenas com um único bloco. Foram construídos dois blocos de sala de aula e de acordo com relatos de funcionários, na segunda sala do bloco o telhado veio a desabar antes mesmo da conclusão da obra.

No ano de 2005 houve um vendaval em Tucuruí que provocou o destelhamento da escola. Logo depois a mesma foi retelhada, mas não passou pela troca do madeiramento antigo, o que pode ser a causa mais provável de infiltração, principalmente em períodos de maiores incidências pluviométricas (janeiro a março), esses meses coincidem também com o início período letivo de aula, o que vem trazer muito transtorno tanto para os funcionários como para os próprios alunos.

A escola tem passado no decorrer dos anos por reparos na parte elétrica e pintura, medidas paliativas frente aos reais problemas da edificação.

Foram encontradas algumas fissuras no prédio que podem ser visualizadas nos blocos de sala de aula. As mesmas ocorrem no sentido horizontal do canto externo da construção e não se sabe dizer ao certo quando de fato começaram aparecer. A biblioteca apresenta o esboroamento das paredes, e possui o aspecto de concreto acrescentado por saibro, processo muito comum das obras realizadas no seu período de construção. (Em 05/01/2008, a atual direção relatou o referido assunto, em visitas e inspeção realizada na escola).

b) As principais patologias encontradas

Em inspeções feitas ao prédio da escola, foram observadas algumas patologias existentes na edificação, conforme o ilustrado nas figuras a seguir.

Na superfície das paredes externas a manifestação de descascamento da película da tinta é possível de ser encontrada em boa parte da escola (Figura 4.01). Pode ter como causa a execução da pintura de forma inadequada.

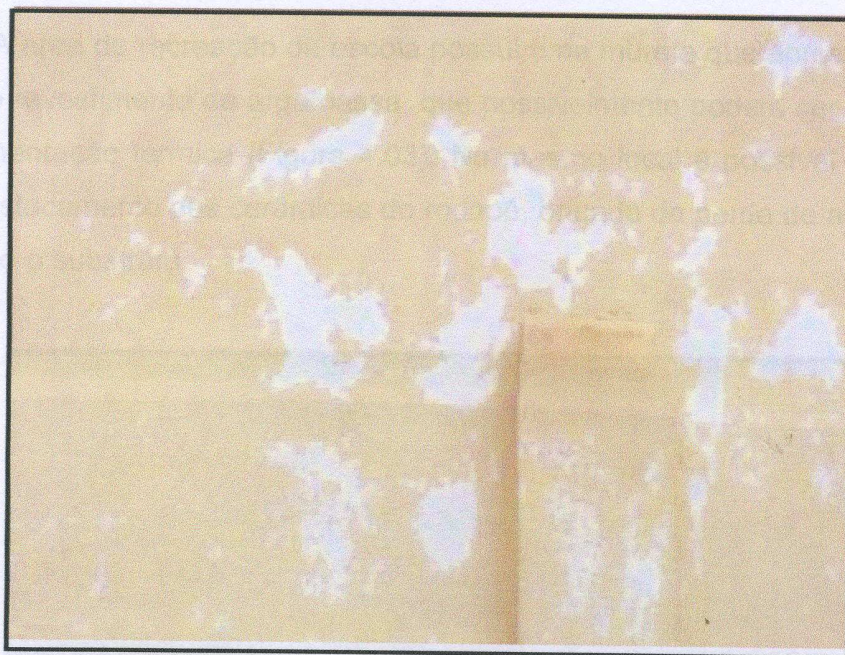


Figura 4. 01 – Descascamento da película de tinta em uma das paredes da escola.

Na parede externa de uma das salas de aula foi detectado o destacamento de placas cerâmicas do revestimento. Essa manifestação pode ter como causa a utilização da argamassa convencional acrescida de alta quantidade de agregado fino ou a preparação inadequada do substrato (Figura 4.02).

Figura 4. 02 – Destacamento de placas cerâmicas do revestimento de uma sala de recreação.

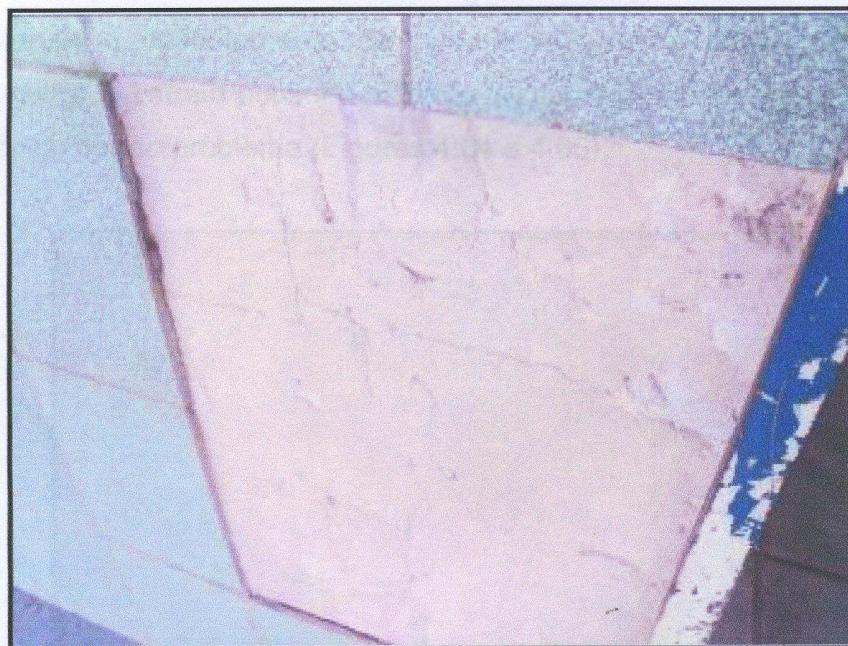


Figura 4. 02 – Destacamento de placas cerâmicas em parte da parede.

A área de recreação da escola possui uma mureta que apresenta fissuras verticais no revestimento de argamassa, que possivelmente podem ser ocasionadas pela movimentação térmica (Figura 4.03). No mesmo local é possível verificar que houve o destacamento das cerâmicas do rodapé, oriundo da perda de aderência das placas como o substrato.



Figura 4. 03 – Destacamento de placas cerâmicas do rodapé da área de recreação.

As paredes externas da área de recreação e uma das salas de aula apresentaram o descolamento da pintura juntamente com reboco. É possível verificar que o substrato possui o aspecto poroso e por conta desse fato pode ser o agente causador do problema (Figuras 4.04 e 4.05).



Figura 4. 04 – Descolamento da pintura juntamente com a argamassa de revestimento.

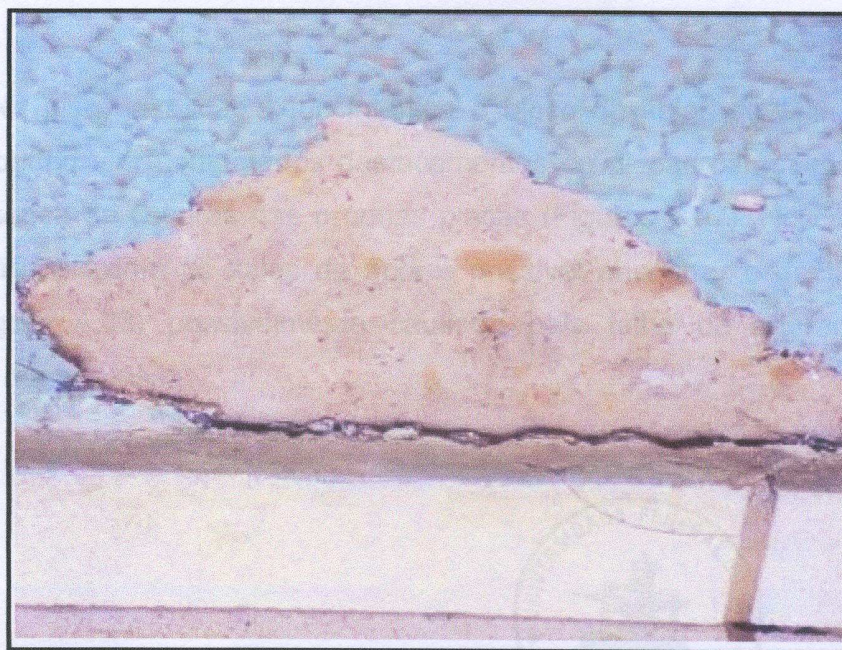


Figura 4. 05 – Parede externa apresentando o descolamento da pintura juntamente com a argamassa de revestimento.

De acordo com a figura 4.06, pode ser verificado o descolamento da argamassa no canto da parede externa de uma sala aula, onde o mesmo se desprende com facilidade da alvenaria, fato que provavelmente pode ser causado pela dosagem inadequada de agregado fino da argamassa.



Figura 4. 06 – Descolamento da argamassa de revestimento no canto externo da alvenaria.

No piso da escada que interliga o bloco de salas de aula ao pátio de recreação podem ser constatados destacamentos de placas cerâmicas juntamente com a presença de fissuras nas próprias placas (Figuras 4.07). No calçamento do pátio que fica próximo às salas de aula é possível encontrar o destacamento de placas (Figura 4.08) possivelmente causado pela falha de aderência entre a cerâmica e a argamassa.





Figura 4. 07 – Destacamento de placas cerâmicas e aparecimento de fissuras horizontais.



Figura 4. 08 – Destacamento de placas cerâmicas no piso em frente às salas de aulas.

Conforme a figura 4.09 é possível verificar a presença de trincas nas placas cerâmicas das calçadas em frente às salas de aulas, podendo ser causada pela movimentação térmica entre a cerâmica e a argamassa de assentamento.

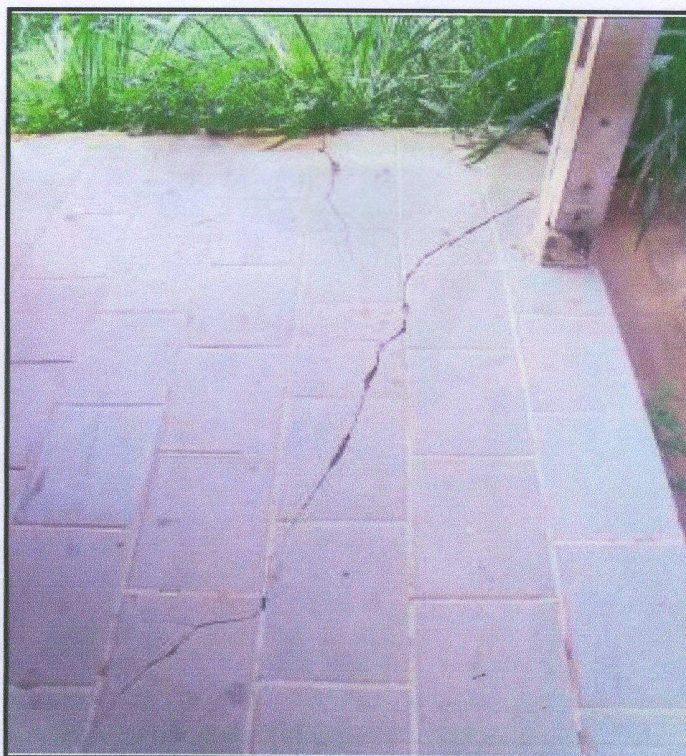


Figura 4. 09 – Trinca horizontal nas placas cerâmicas no piso da passarela em frente às salas de aula.

De acordo com as figuras 4.10 e 4.11, pode ser observada a presença de trincas horizontais e inclinadas em três paredes externas das salas de aula pertencentes a blocos diferentes. Os desenvolvimentos dessas manifestações podem ter ocorrido devido ao um possível recalque de fundação.



Figura 4. 10 – Trincas horizontais nas paredes externas das salas de aula.



Figura 4. 11 – Trincas horizontais nas paredes externas das salas de aula.



Figura 4. 12 – Trincas inclinadas nas paredes externas das salas de aula.

No canto externo da sala de aula verifica-se o do descolamento da argamassa, permitindo a exposição da armadura do pilar, facilitando dessa forma ocorrência da corrosão da armadura (Figura 4.13). O aparecimento dessa patologia

pode ter como possível causa a dosagem inadequada da argamassa relacionada à elevada relação água/cimento, tornando a argamassa mais permeável, facilitando a penetração de agentes agressivos ao concreto.



Figura 4.13 – Descolamento da argamassa e aparecimento de armadura com corrosão.



Figura 4.13.1 – Armadura com corrosão.

c) Apresentação do índice de deterioração da escola

A figura 4.14 apresenta os resultados obtidos do levantamento de campo realizado na Escola Ana Pontes Francêz, por meio deste foram atribuídos os índices de deterioração das patologias encontradas na edificação, conforme a escala adotada para o material ou componente afetado (anexo A). A escala determina o ID de (0-10) sendo possível a realização da análise do grau de comprometimento da edificação e a orientação de medidas a serem adotadas mediante a escala em que se encontrar o problema, representando dessa forma o aspecto qualitativo da pesquisa. Além dos dados referentes ao ID, é possível na mesma figura verificar a porcentagem de ocorrência da manifestação patológica mais incidente no prédio, o que representa o aspecto quantitativo da análise.

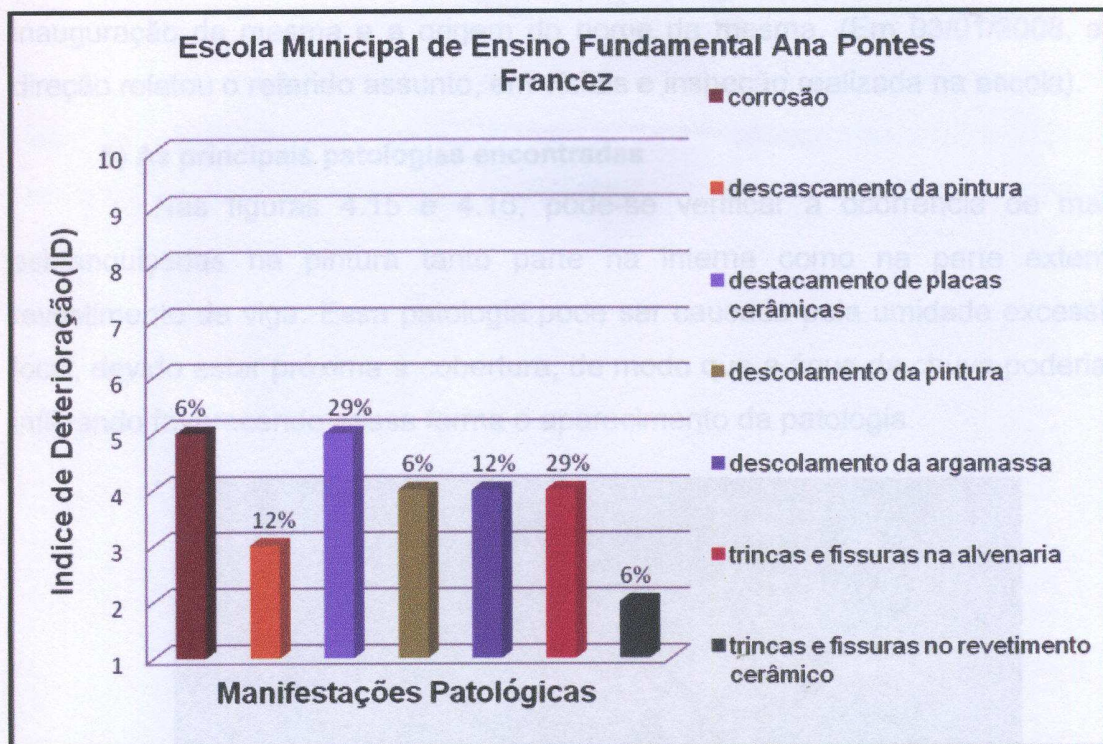


Figura 4. 14 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B , Tab.B1).

Analisando o gráfico é possível verificar que os maiores IDs são referentes à patologia de corrosão e destacamento de placas cerâmicas (ID=5) desse modo segundo a escala de deterioração do material e componente, a edificação possui poucas partes deterioradas, mas é necessário que reparos maiores sejam feitos, porém não há prejuízo de desempenho no prédio.

Com relação ao número de ocorrência, se dão em maiores proporções as patologias de destacamento de placas cerâmicas e de trincas e fissuras na alvenaria, onde cada uma apresenta 29% das ocorrências totais.

4.1.2 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Dulcimar Mesquita Brito Botelho.

a) Apresentação do Histórico

A escola está localizada na Rua Siqueira Campos S/N, Bairro do Mangal. Inaugurada em onze de março de 2002, recebendo o nome de Dulcimar Mesquita Brito Botelho, em homenagem à professora que tanto contribuiu pela educação no Município de Tucuruí. Segundo a atual direção, a escola ainda não apresenta um histórico documentado, o que se sabe apenas são informações sobre o ano de

inauguração da mesma e a origem do nome da mesma. (Em 03/01/2008, a atual direção relatou o referido assunto, em visitas e inspeção realizada na escola).

b) As principais patologias encontradas

Nas figuras 4.15 e 4.16, pode-se verificar a ocorrência de manchas esbranquiçadas na pintura tanto parte na interna como na parte externa do revestimento da viga. Essa patologia pode ser causada pela umidade excessiva no local, devido estar próxima à cobertura, de modo que a água da chuva poderia estar infiltrando favorecendo dessa forma o aparecimento da patologia.



Figura 4. 15 – Parede interna do pátio de recreação da escola apresentando manchas esbranquiçadas.

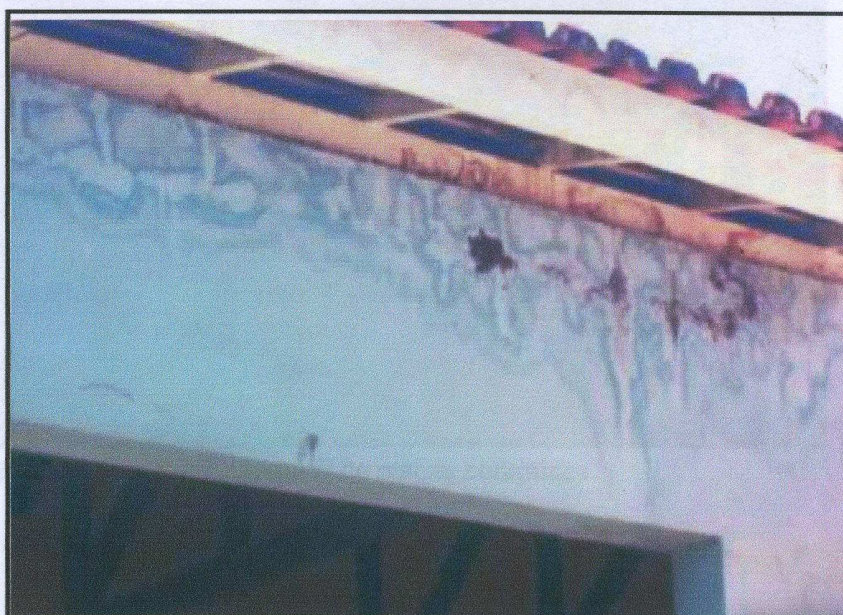


Figura 4. 16 – Parede externa do pátio de recreação da escola apresentando manchas esbranquiçadas.

As figuras 4.17 e 4.18 apresentam a configuração típica do deslocamento do revestimento cerâmico encontrado na parte interna da sala de vídeo na referida escola. Essa patologia pode ser causada pela ultrapassagem do tempo em aberto para aplicação da cerâmica com argamassa colante, ocasionando a falha de aderência entre a cerâmica e o revestimento.



Figura 4. 17 – Destacamento de placas cerâmicas nas paredes internas na sala de vídeo da escola.

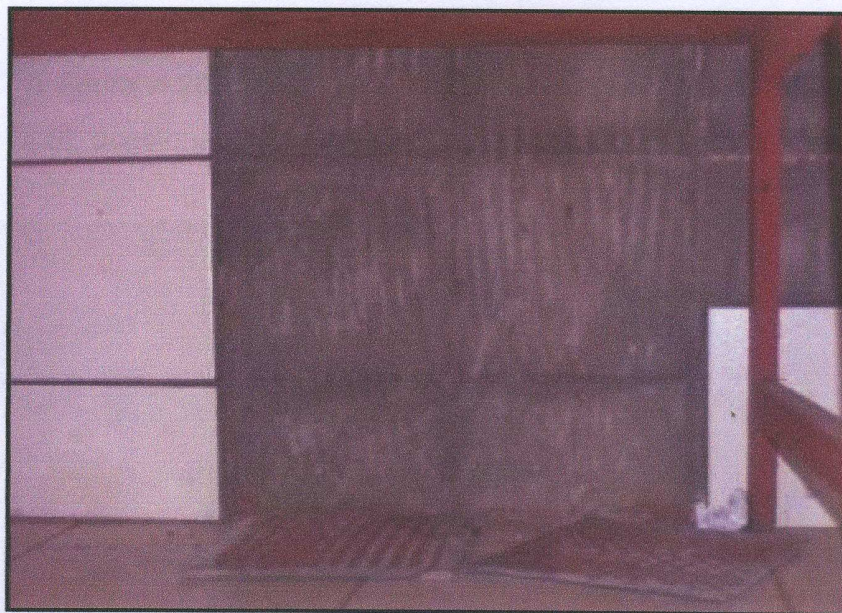


Figura 4. 18 – Destacamento de placas cerâmicas.

Na figura 4.19 pode-se observar o desnível das alvenarias divisórias da bancada em relação ao piso da sala de vídeo da Escola Dulcimar Brito. Esse desnível é causado pelo ao recalque de fundação identificado na escola, por meio de visitas e inspeções.



Figura 4. 19 – Desnível da bancada da sala de vídeo em relação ao piso da sala, ocasionado pelo recalque de fundação.

A figura 4.20 mostra uma abertura no piso da sala de vídeo da Escola Dulcimar Brito, ocasionada pelo recalque de fundação identificado na escola.



Figura 4.20 – Desnível do piso ocasionado pelo recalque de fundação.



Figura 4.20.1 – Abertura do piso recalcado.

A figura 4.21 mostra a parede externa da sala de vídeo, a qual está localizada sobre um aterro que foi executado para construção de um bloco de sala de aula. A configuração típica da fissura inclinada observado na figura pode ter como causa o recalque de fundação sofrido pelo pilar externo.

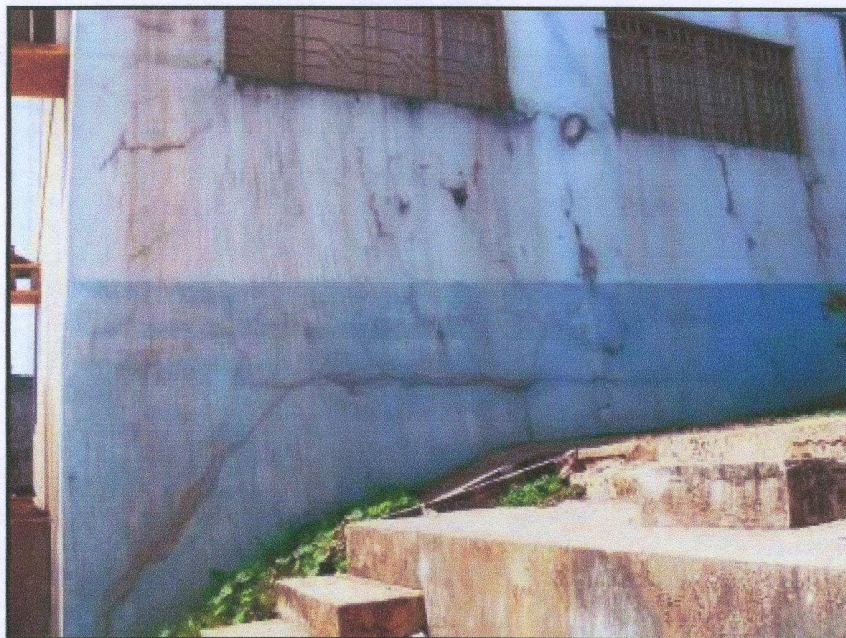


Figura 4. 21 – Configuração típica de fissura inclinada causada pelo recalque de fundação.

A trinca na figura 4.22 mostra a configuração típica de trincas ocasionadas pela ausência de detalhes construtivos, que neste caso, observa-se a ausência de contra-verga.

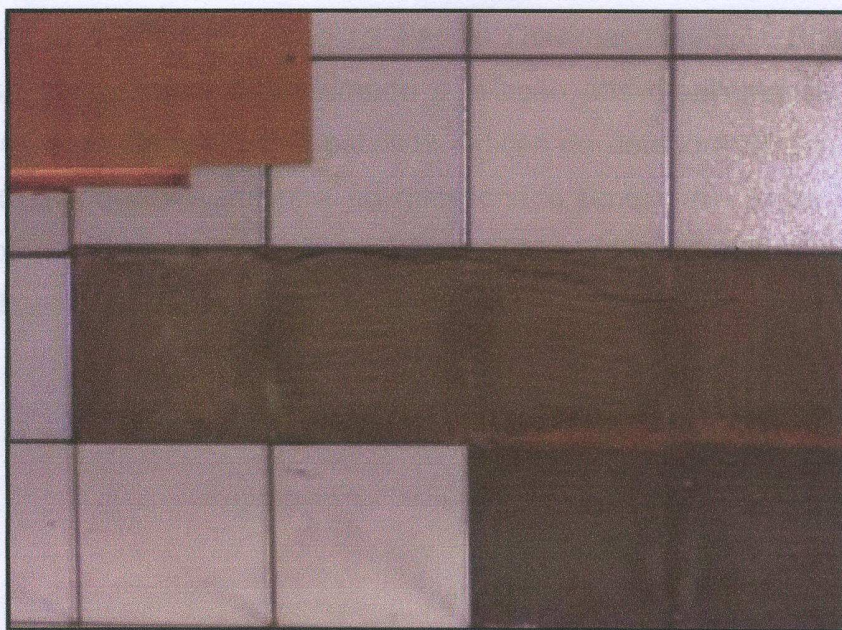


Figura 4. 22 – Trinca ocasionada pela ausência de detalhe construtivo, contra-verga.

Aspecto de fissuras causadas por movimentação térmica das argamassas (Figura 4.23). Patologia comumente encontrada nos revestimentos que estão sujeitos a insolação direta e movimentações diferenciais entre a argamassa e a base de aplicação



Figura 4. 23 – Fissuras típicas de movimentação térmica das argamassas.

c) Apresentação do índice de deterioração da escola.

A princípio na figura 4.24, mostram-se os resultados obtidos por meio do levantamento de campo realizado na Escola Dulcimar Mesquita Brito Botelho, já processados e tabulados, considerando a relação das manifestações patológicas encontradas no prédio e seus respectivos índices de deterioração representado na escala de (0-10) que se encontra no questionário (anexo A). Estes números são atribuídos para cada ocorrência de acordo com sua maior ou menor gravidade e de comprometimento do desempenho do material ou componente afetado.

A unidade Municipal de Educação Infantil "Professora Ester Gomes de Souza" está localizada na rua D S/N no Bairro da Vila Pioneira. Atendendo um total de 374 alunos do maternal, jardim I e Jardim II nos turnos manhã e tarde.

Inaugurada o ano de 1973 com o nome de "Grãozinho Feliz" foi destinada às crianças de pré-escola cuja entidade mantenedora era a Empresa Camargo Corrêa.

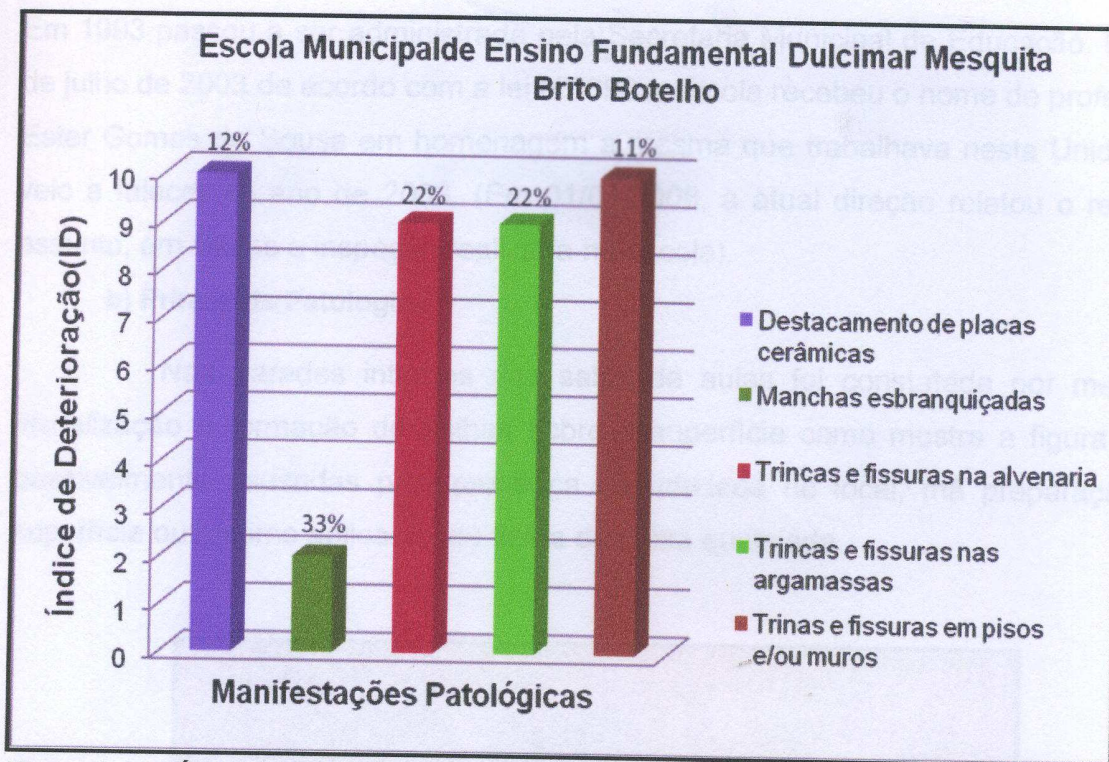


Figura 4. 24 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B. Tab. B2).

Analisando-se o gráfico pode-se perceber que dentre as patologias encontradas, as de maiores índices de deterioração são: destacamento de placas cerâmicas e trincas e fissuras em pisos e/ou muros, apresentando o índice igual a dez (ID=10), que de acordo com a escala indica que o componente deve ser substituído. Da mesma forma é apresentado a patologia com maior porcentagem de ocorrência, que são as manchas esbranquiçadas, representando 33% das ocorrências totais. Dessa forma pode-se verificar que o gráfico representa tanto o aspecto qualitativo como o quantitativo referente à pesquisa de escola estudada, atendendo assim o enfoque do trabalho.

4.1.3 - Unidade Municipal de Educação Infantil "Professora Ester Gomes de Sousa"

a) Apresentação do Histórico

A unidade Municipal de Educação Infantil "Professora Ester Gomes de Sousa" está localizada na rua D S/N no Bairro da Vila Pioneira. Atendendo um total de 374 alunos do maternal, jardim I e Jardim II nos turnos manhã e tarde.

Inaugurada o ano de 1973 com o nome de "Ursinho Feliz" foi destinada às crianças da pré-escola cuja entidade mantenedora era a Empresa Camargo Corrêa.

Em 1993 passou a ser administrada pela Secretaria Municipal de Educação. Em 08 de julho de 2003 de acordo com a lei nº5698 a escola recebeu o nome de professora Ester Gomes de Sousa em homenagem a mesma que trabalhava nesta Unidade e veio a falecer no ano de 2003. (Em 01/01/2008, a atual direção relatou o referido assunto, em visitas e inspeção realizada na escola).

b) Principais Patologias

Nas paredes internas das salas de aulas foi constatada por meio da visualização a formação de bolhas sobre a superfície como mostra a figura 4.25, possivelmente causadas pela presença de umidade no local, má preparação da superfície ou mesmo aplicação de tintas de baixa qualidade. .



Figura 4. 25 – Formação de bolhas na parede externa da escola.

Nas figuras 4.26 e 4.27 são observados descolamento da pintura em algumas paredes, tanto internas como externas. Pode ser vista a presença de pulverulências na superfície, que provavelmente pode causada ser pela má execução do substrato ou pela presença de saibro na preparação da argamassa.



Figura 4. 26 – Descolamento da pintura em superfície pulverulenta.



Figura 4. 27 – Descolamento da pintura em superfície pulverulenta.

No canto externo da alvenaria de uma sala de aula foi encontrada fissura vertical, possivelmente decorrente de sobrecargas na alvenaria como mostra a figura 4.28.



Figura 4. 28 – Fissura vertical na parede interna da sala de aula.

As presenças de infiltração são freqüentemente encontradas em salas de aulas e no banheiro masculino da escola. Como na maioria das escolas em estudo, este fenômeno pode ter a causa no próprio madeiramento ou no mau posicionamento das telhas (Figuras 4.29 e 4.25).



Figura 4. 29 – Infiltração no encontro de viga e alvenaria interna do banheiro.



Figura 4. 30 – Infiltração na parede interna do banheiro.

Nas paredes internas das salas são encontradas manchas escuras podendo estar relacionada com a presença de umidade no local (Figura 4.31).



Figura 4. 31 – Infiltração nas paredes internas das salas de aula.

Em algumas paredes externas do prédio são encontradas fissuras de retração (Figura 4.32). Essa manifestação patológica pode estar contribuindo no processo de formação de outros problemas como: formação de bolhas,

descascamento da pintura e descolamento da pintura favorecendo a presença de umidade na edificação.



Figura 4. 32 – Parede externa com fissuras de retração da argamassa.

c) Apresentação do índice de deterioração da escola.

Na figura 4.33 são mostrados os valores dos índices de deterioração da Escola Ester Gomes obtidos por meio do levantamento de campo das patologias encontradas na edificação e a porcentagem de ocorrência da manifestação mais incidente no prédio.

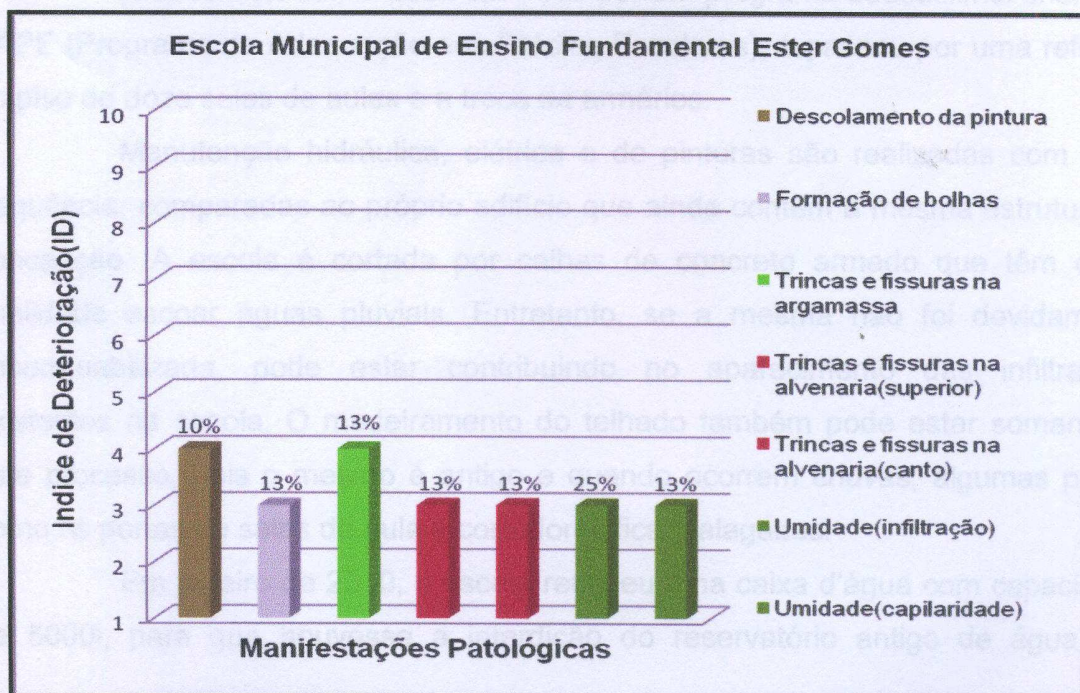


Figura 4. 33 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B3).

Como pode-se observar na figura 4.33, as manifestações com maior índice são: descolamento da pintura e trincas e fissuras na argamassa apresentando o índice igual a quatro (ID=4).

O quantitativo refere-se de forma equivalente para as demais patologias presentes no prédio como: formação de bolhas (13%), trincas e fissuras na alvenaria superior e inferior (13%), umidade proveniente de infiltração e capilaridade (13%), sendo umidade a patologia de maior ocorrência, representando (25%) das ocorrências totais.

4.1.4 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Grão-Pará

a) Apresentação do Histórico

A escola Grão-Pará localizada na Vila Permanente passou pelo processo de municipalização por volta de 1998. O espaço físico pertence à empresa Eletronorte, mas foi cedido para a prefeitura do município de Tucuruí.

A entrada da escola possui um pequeno pátio que é coberto por uma laje. As salas de aulas, diretoria, sala dos professores, biblioteca se distribuem em um bloco. O segundo bloco possui o acesso por meio de uma rampa e comporta o pátio de recreação, WC feminino e masculino, algumas salas de aulas e a parte externa no qual se encontra o reservatório de água.

A escola foi beneficiada em 1999 por um programa educacional chamado PAPE (Programa de Adequação aos Prédios Escolares), e passou por uma reforma do piso de doze salas de aulas e a troca de armários.

Manutenção hidráulica, elétrica e de pinturas são realizadas com mais frequência, comparadas ao próprio edifício que ainda contem a mesma estrutura de concepção. A escola é cortada por calhas de concreto armado que têm como finalidade escoar águas pluviais. Entretanto, se a mesma não foi devidamente impermeabilizada, pode estar contribuindo no aparecimento das infiltrações existentes na escola. O madeiramento do telhado também pode estar somando a este processo, pois o mesmo é antigo e quando ocorrem chuvas, algumas partes como as portas de salas de aula e corredores ficam alagadas.

Em janeiro de 2010, a escola recebeu uma caixa d'água com capacidade de 5000l, para que houvesse a interdição do reservatório antigo de água que

apresenta sinais de deterioração. (Em 04/01/2008, a atual direção relatou o referido assunto, em visitas e inspeção realizada na escola).

b) Principais Patologias

Conforme mostrado na figura 4.34 foi detectado trinca vertical na parede interna da sala da diretoria. Essa manifestação patológica pode ter como possível causa a presença de sobrecarga do telhado sofrida pela alvenaria.

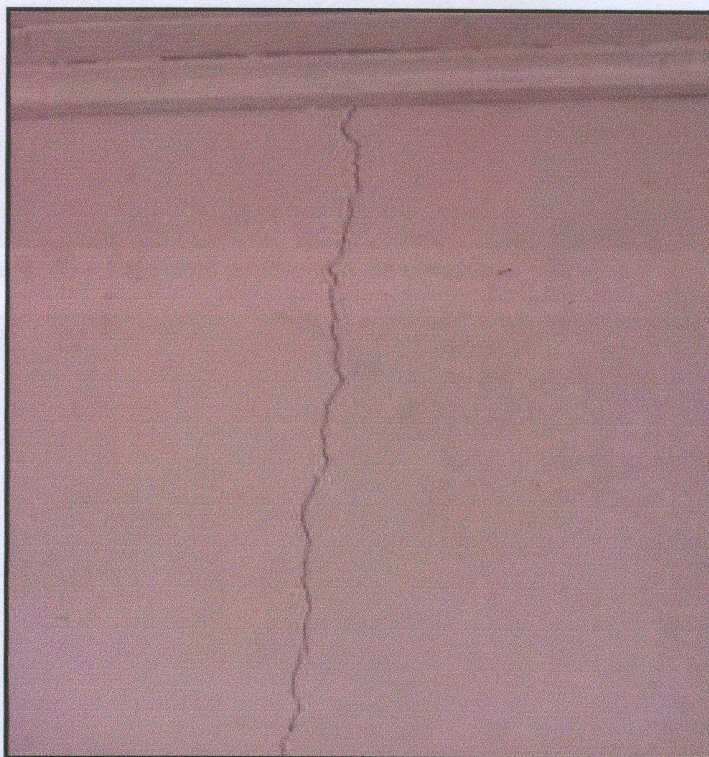


Figura 4. 34 – Trinca vertical na parede interna da diretoria da escola.

Na entrada da escola encontra-se uma laje que cobre o calçamento. Na laje foi constatada a presença de umidade que pode ser observada por meio de formação de bolhas e manchas esbranquiçadas e ainda é possível detectar falha na qualidade do concreto e na espessura do cobrimento da armadura (Figuras 4.35 e 4.36).

As paredes internas das salas de aula, é possível verificar o deslocamento de placas cerâmicas localizada nos painéis das janelas de ferro que provavelmente pode ser ocasionado pela falha de aderência entre a placa cerâmica e argamassa. Nessas placas são visíveis fissuras horizontais, possivelmente geradas pela sobrecarga da jancia na alvenaria (Figuras 4.37 e 4.38).



Figura 4. 35 – Laje com problemas de umidade.



Figura 4. 36 – Laje com falha na espessura do cobrimento e má qualidade do concreto.

Nas paredes internas das salas de aula, é possível verificar o destacamento de placas cerâmicas localizada nos peitoris das janelas de ferro, que provavelmente pode ser ocasionado pela falha de aderência entre a placa cerâmica e argamassa. Nessas placas são visíveis fissuras horizontais, possivelmente geradas pela sobrecarga da janela na alvenaria (Figuras 4.37 e 4.38).



Figura 4. 37 – Descolamento de cerâmica dos peitoris das salas de aula.



Figura 4. 38 – Falha de aderência entre a placa cerâmica e a argamassa.

Nas paredes internas da escola a umidade é constantemente encontrada, são visualizadas manchas escuras provenientes de infiltração, podendo ter como possível causa, a ausência de impermeabilização de calhas que cortam o prédio ou presença constante de goteiras no telhado da escola (Figura 4.39).



Figura 4. 39 – Manchas de umidade na parede interna das salas de aula.

Na parede da quadra da escola verifica-se o descascamento da pintura. A umidade já mencionada anteriormente contribui para que esse processo acelere (Figura 4.40).



Figura 4. 40 – Descascamento da pintura decorrente da umidade constante no local.

No reservatório de água existe a presença de eflorescências, possivelmente causada pela ausência de impermeabilização ou mesmo pela falta de manutenção ao longo dos anos (Figura 4.41).

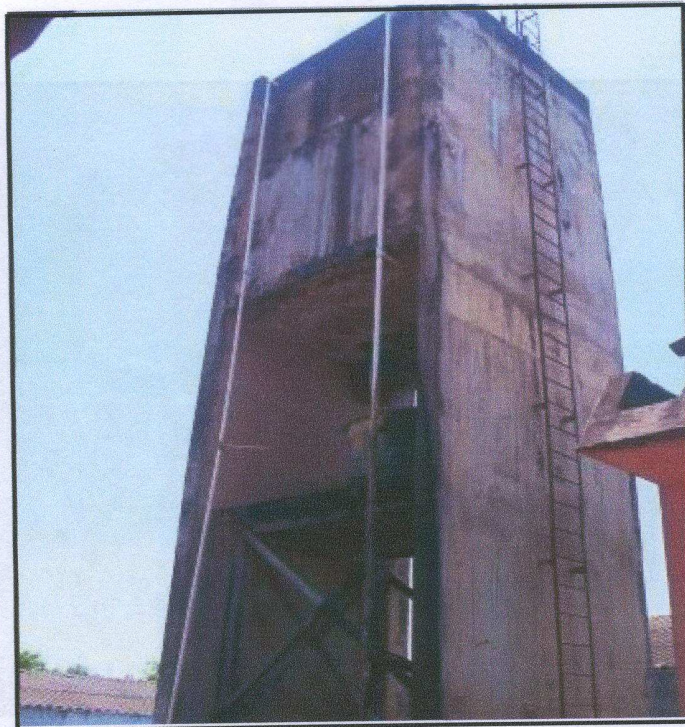


Figura 4. 41 – Reservatório com eflorescência.

Nesse mesmo reservatório é visível a exposição da armadura e a presença de umidade na mesma. A deterioração do revestimento também é incidente e a infiltração é constante. Essas manifestações podem ter diversas causas como: falha na qualidade do concreto, falha de adensamento, cobrimento insuficiente e ausência de impermeabilização (Figuras 4.42 e 4.43).



Figura 4. 42 – Falha na qualidade do concreto e cobrimento insuficiente.



Figura 4. 43 – Falha na qualidade do concreto.

c) Apresentação do índice de deterioração da escola

Na figura 4.44 é possível verificar a distribuição das manifestações patológicas encontradas na Escola Grão Pará e seus respectivos índices de deterioração, considerando o de maior atenção aquele que obtiver o valor mais alto da escala de deterioração do material ou componente (Anexo A) e as incidências mais destacadas por meio da porcentagem do valor total de ocorrências.

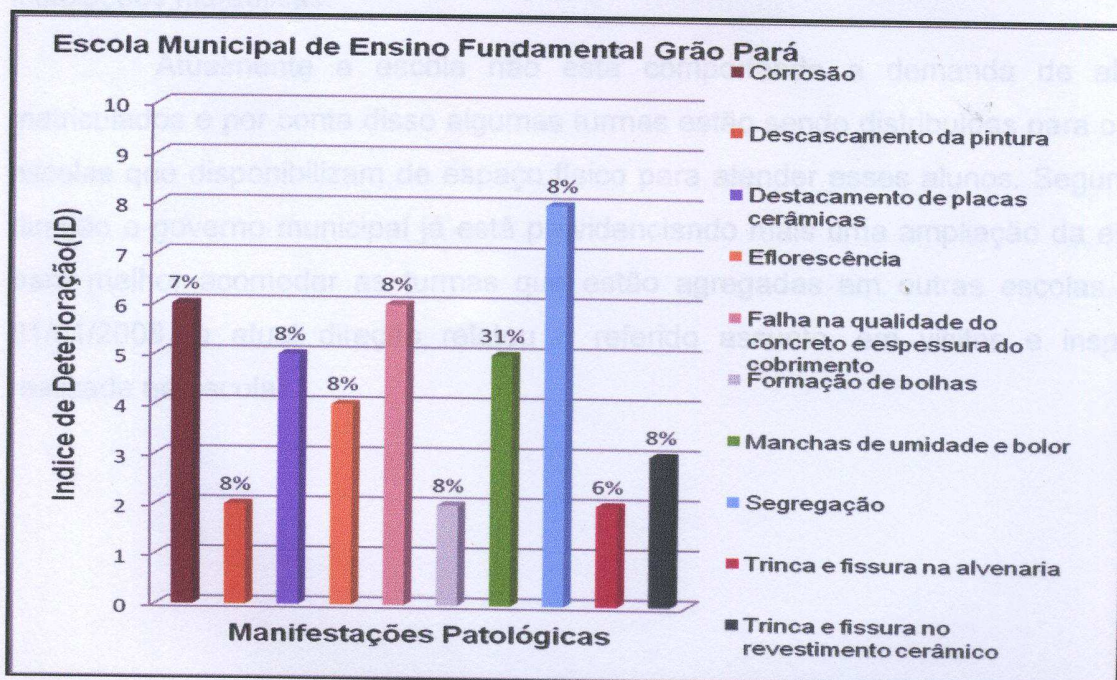


Figura 4. 44 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B4). 102

Por meio da análise obtida do gráfico é possível visualizar que os maiores índices de deterioração estão relacionados às patologias: segregação com (ID=8), corrosão (ID=6) e na falha na qualidade do concreto e espessura do revestimento (ID=6), portanto de acordo com a escala de deterioração, para o (ID=8), muitas partes estão deterioradas havendo necessidade de reparos generalizados e a perda de desempenho do componente ou material é significativa.

Quanto ao número de ocorrências, a de maior porcentagem é referente à manifestação de manchas de umidade e bolor com 31% das ocorrências totais.

4.1.5 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Gumercindo Gomes Pereira.

a) Apresentação do histórico

Construída no ano de 1983, a Escola Gumercindo Gomes está localizada na Rua Ceará S/N, Bairro do Getat. De acordo com a atual direção, o histórico da escola ainda está em andamento, mas algumas informações foram adquiridas por meio de conversas.

Inicialmente a escola era composta apenas por seis salas de aula com capacidade para quarenta alunos cada. Com o passar dos anos houve um grande aumento na demanda de alunos matriculados, levando à necessidade de uma ampliação de mais seis salas de aulas e pequenos reparos na estrutura da escola, como por exemplo, troca de alguns ventiladores das salas e manutenção nas instalações hidráulicas.

Atualmente a escola não está comportando a demanda de alunos matriculados e por conta disso algumas turmas estão sendo distribuídas para outras escolas que disponibilizam de espaço físico para atender esses alunos. Segundo a direção o governo municipal já está providenciando mais uma ampliação da escola para melhor acomodar as turmas que estão agregadas em outras escolas. (Em 01/01/2008, a atual direção relatou o referido assunto, em visitas e inspeção realizada na escola).

b) As principais patologias encontradas

Em visita ao prédio da escola, foram analisadas algumas patologias existentes na edificação, as quais serão mostradas a seguir.

Dentre as patologias existentes da pintura, destaca-se o descascamento da pintura, patologia identificada na parede interna da sala na secretaria da Escola Gumercindo (Figuras 4.45 e 4.45.1). Esta patologia apresenta como possível causa o vazamento de uma tubulação antiga de água fria onde se instalava um bebedouro, hoje não mais existente no local.



Figura 4.45 – Descascamento da pintura.

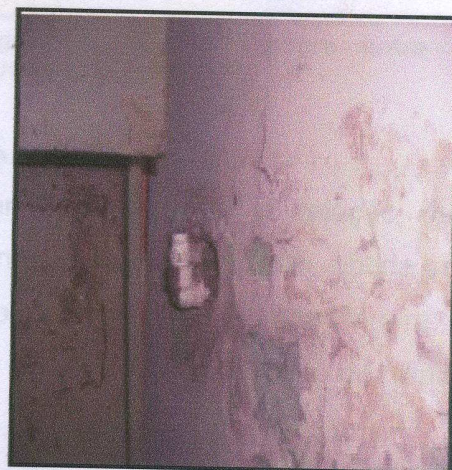


Figura 4.45.1 – Tubulação de água fria interdita.

As figuras 4.46 e 4.46.1 mostram a configuração típica de fissuras causadas por movimentação térmica do arcabouço estrutural. Este tipo de manifestação possui a característica de se apresentar no encontro do elemento estrutural com a alvenaria. Neste caso citado é possível visualizar fissuras de maior incidência entre o pilar e a alvenaria.

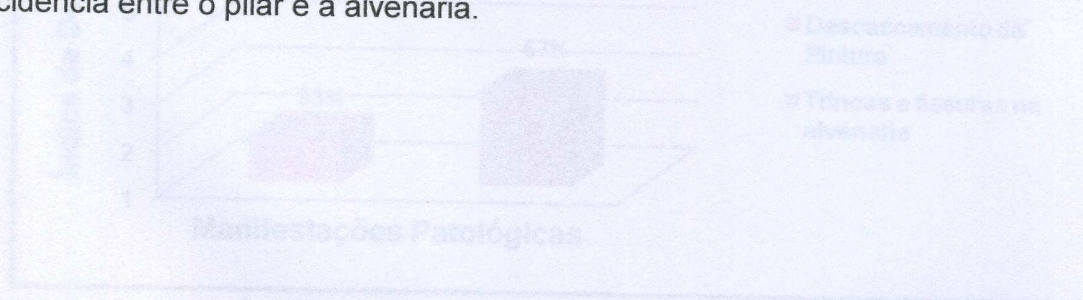


Figura 4.47 – Índice de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrência (Anexo B, Tab. B5).

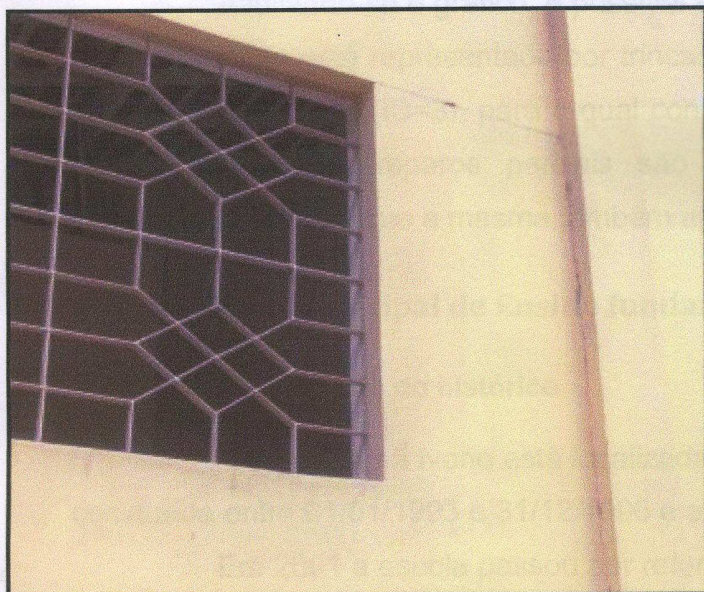


Figura 4. 46 – Fissuras causadas por movimentação térmica do arcabouço estrutural.

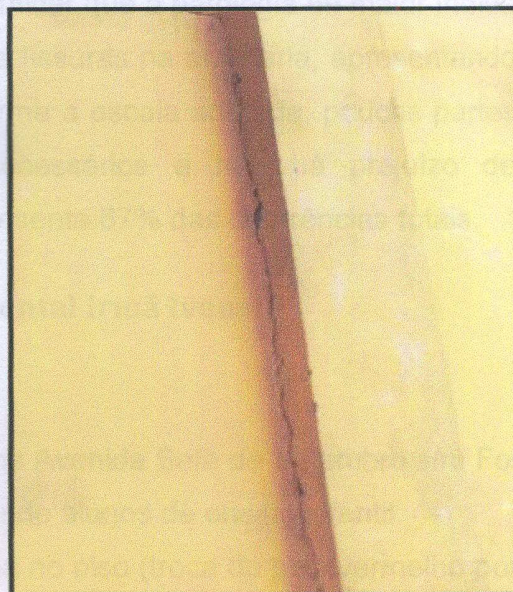


Figura 4. 46.1 – Fissura entre a alvenaria e o pilar.

c) Apresentação do índice de deterioração da escola.

Na figura 4.47, apresenta-se uma análise referente à relação das manifestações patológicas e os seus respectivos índices de deterioração, obtida por meio do levantamento de campo realizado na Escola Gumercindo Gomes Pereira. É possível verificar a patologia com maior índice de deterioração e a de maior ocorrência em relação às demais.

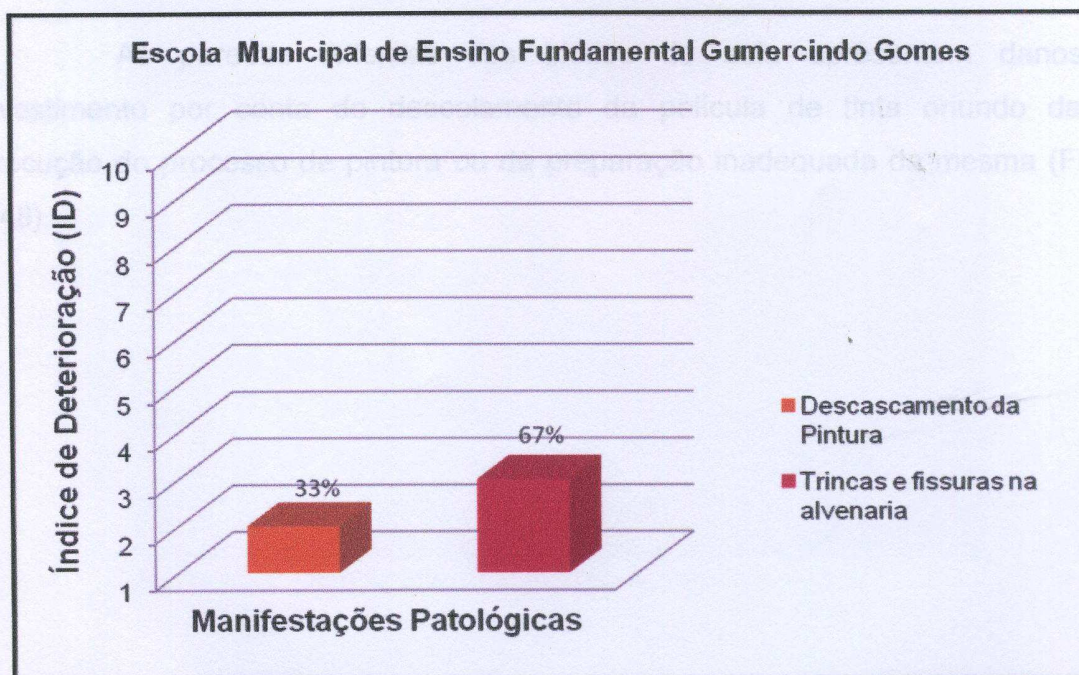


Figura 4. 47 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B ,Tab. B5).

Avaliando-se o gráfico, é possível verificar que a patologia de maior índice de deterioração está representada por trincas e fissuras na alvenaria, apresentando o índice igual a Três (ID=3), para o qual conforme a escala adotada, poucas partes estão deterioradas, reparos parciais são necessários e não há prejuízo de desempenho, sendo que a mesma também apresenta 67% das ocorrências totais.

4.1.6 - Escola Municipal de Ensino fundamental Irmã Ivone

a) Apresentação do histórico

A escola Irmã Ivone está localizada na Avenida Sete de Setembro s/n. Foi construída entre 01/01/1993 e 31/12/1996 e atende alunos de ensino infantil.

Em 2001 a escola passou por reforma no piso (troca do piso vermelho por cerâmica), a construção de calçadas, locais de passeio do prédio foram cobertos e pinturas foram feitas entre o período de 2001 a 2006.

O aparecimento de fissuras aconteceu após a passagem do vendaval no ano de 2005, pois a escola precisou ser retelhada e provavelmente a carga imposta não foi a mesma da anterior, ocasionando dessa forma o surgimento da manifestação patológica. (Em 03/01/2008, a atual direção relatou o referido assunto, em visitas e inspeção realizada na escola).

b) As principais patologias encontradas

As paredes externas dos blocos de aula apresentam danos no revestimento por conta do descolamento da película de tinta oriundo da má execução do processo de pintura ou da preparação inadequada da mesma (Figura 4,48).

Figura 4,48 – Parede interna com fissuras verticais.



Figura 4. 48 – Parede externa com descolamento da película de tinta.

Figura 4. 50 – Parede interna com fissuras verticais.

Nas paredes internas das salas de aula é encontrada a propagação de fissuras verticais resultantes das sobrecargas do telhado sobre a alvenaria (Figuras 4.49 e 4.50).

descolamento da pintura e de fissuras de retração possivelmente decorrentes das altas incidências solares (Figuras 4.51 e 4.52).



Figura 4. 49 – Parede interna com fissuras verticais.

Figura 4. 51 – Parede externa com frescamento de pintura.

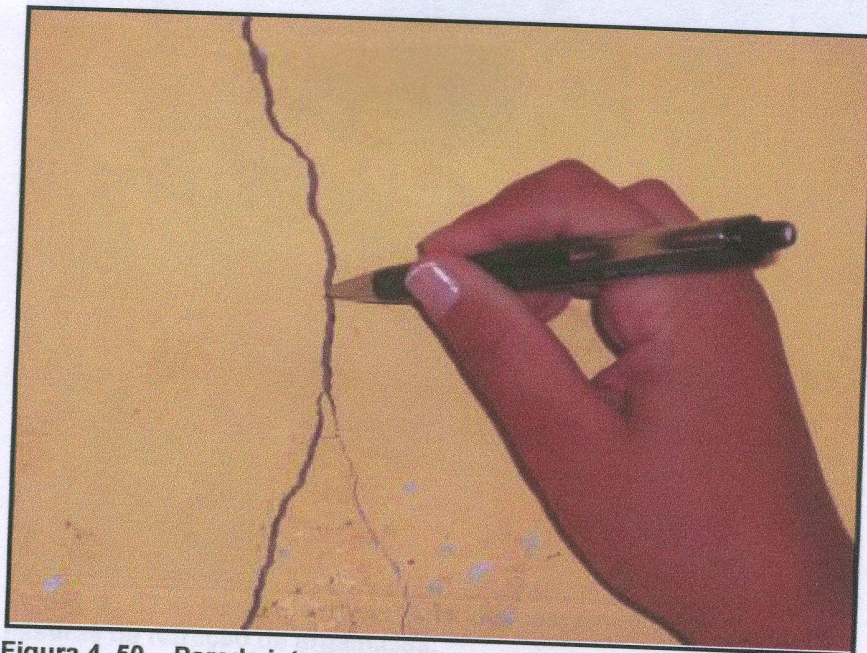


Figura 4. 50 – Parede interna com fissura vertical.

Nas paredes externas dos blocos das salas de aulas existe a ocorrência do descascamento da pintura e de fissuras de retração possivelmente decorrentes das altas incidências solares (Figuras 4.51 e 4.52).



Figura 4. 51 – Parede externa com descascamento da pintura.



Figura 4. 52 – Parede externa com descascamento da pintura e fissuras de retração da argamassa.

Na figura 4.53 é possível verificar a presença de bolhas nas paredes externas dos blocos de salas de aula, as quais podem ser causadas pela presença de massa PVA, utilizada para acabamento da superfície para pintura, em contato constante com umidade excessiva nesse local.



Figura 4. 53 – Parede externa com bolhas na pintura.

Os revestimentos de algumas paredes externas apresentam incidências do descolamento da pintura, sendo possível muitas vezes o destacamento dessas com facilidade (Figuras 4. 54 e 4.55).

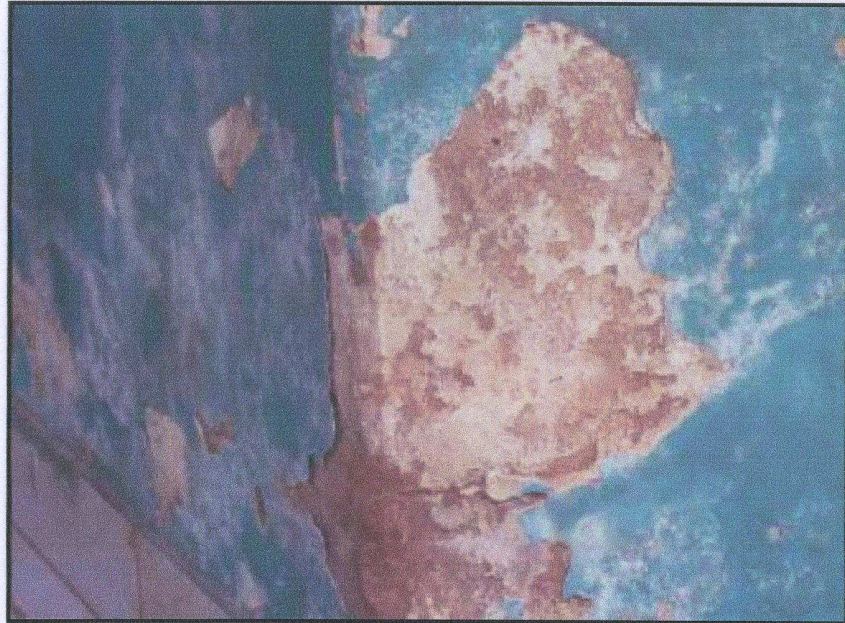


Figura 4. 54 – Parede externa com descolamento da pintura.

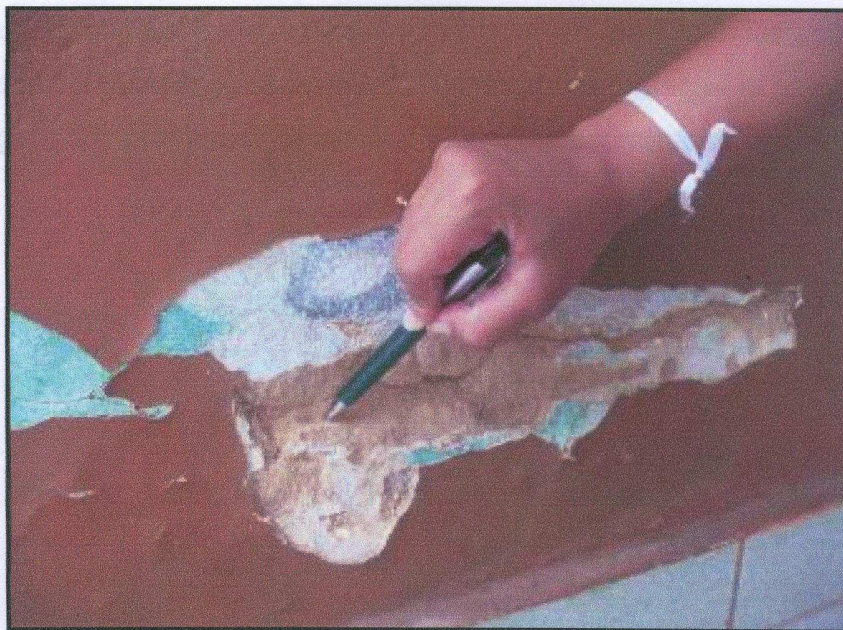


Figura 4. 55 – Parede externa com descolamento da pintura e pulverulencia do revestimento.

No canto da parede externa de um dos blocos de sala de aula, é encontrado trinca provavelmente decorrente de recalque (Figura 4.56).

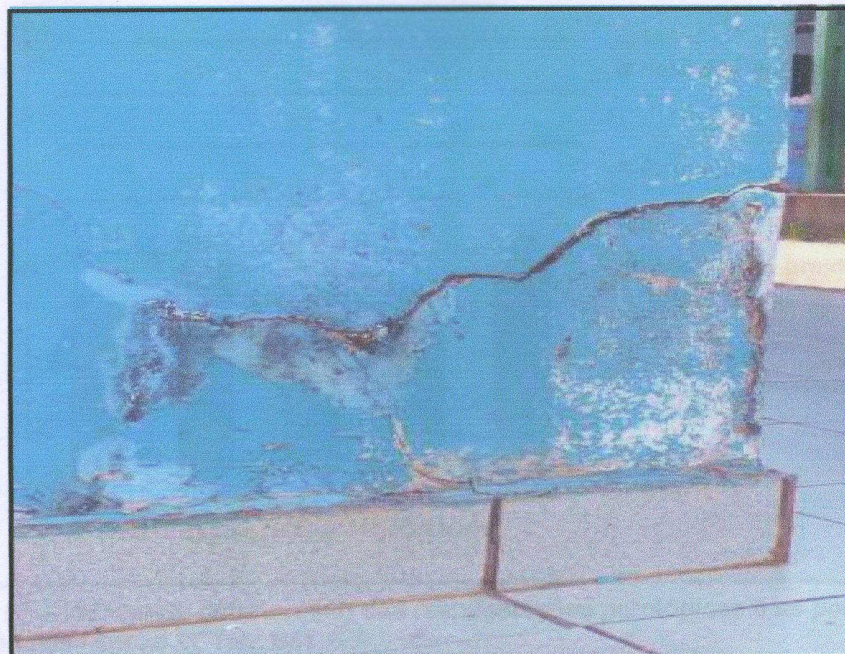


Figura 4.56 – Parede externa com trinca horizontal.

c) Apresentação do índice de deterioração da escola

A figura 4.57 possui dados relativos à escala de deterioração do material e componente afetado (Anexo A) e os valores dos seus respectivos índices de deterioração obtidos no levantamento de campo das manifestações patológicas encontradas na Escola Irmã Ivone. Além dessa informação o gráfico apresenta a porcentagem dos problemas diagnosticados mais ocorrentes na edificação.

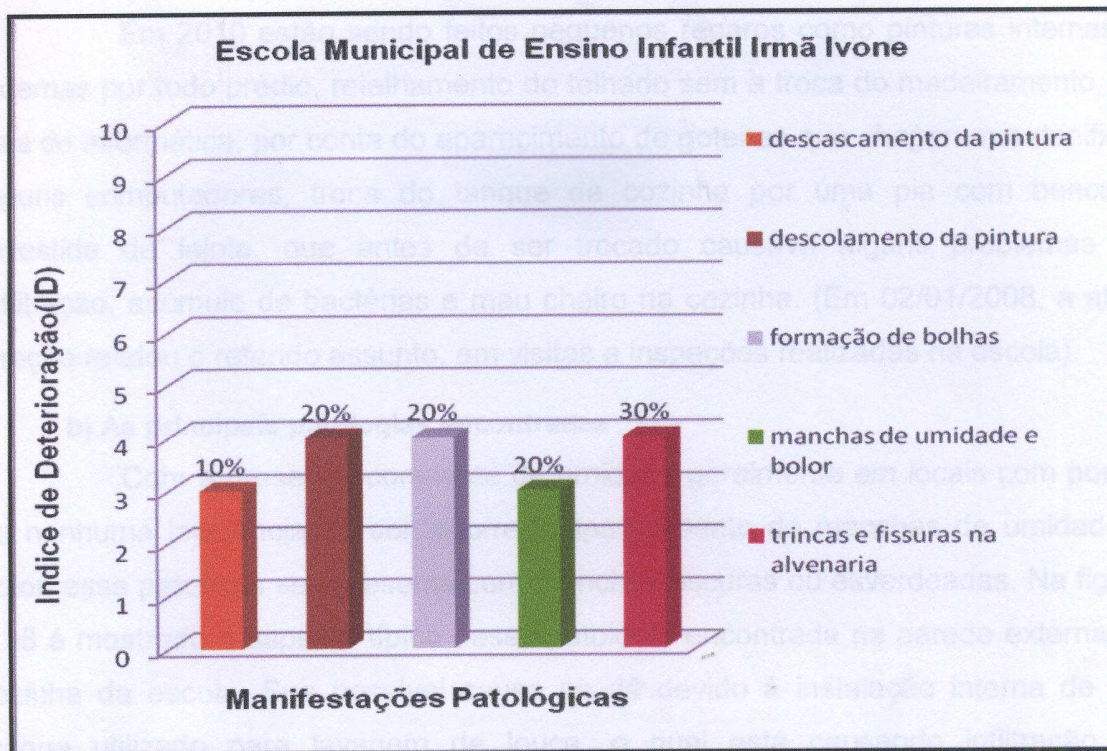


Figura 4. 57 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B6).

De acordo com a escala adotada para o diagnóstico das manifestações patológicas (escala de deterioração do material ou componente afetado(Anexo A)),o gráfico mostra que existe uma distribuição de resultados equivalente nos problemas encontrados no prédio com índices de valor igual a quatro (ID=4) nas patologias de descolamento da pintura,formação de bolhas e trincas e fissuras na alvenaria. As ocorrências de maior incidência foram referentes a trincas e fissuras na alvenaria apresentando um valor de 30% do total obtido.

4.1.7 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Plácido de Castro

a) Apresentação do histórico

Segundo a atual direção da escola, o histórico ainda está em andamento, mas poderiam ser passadas algumas informais por conversas.

O prédio foi construído no ano de 1998, para funcionamento da UFPA e está localizado na Rua D S/N, Bairro Pioneira. Sua municipalização ocorreu no ano de 1999, quando a partir de então começaram a ocorrer pequenas reformas. Em 2008 houve uma reforma nos banheiros da escola que consistiu na troca de lajotas e louças e a interdição da fossa para a construção de outra. Houve também a colocação de portas, manutenção nas instalações elétricas e hidráulicas.

Em 2010 estão sendo feitos pequenos reparos como pinturas internas e externas por todo prédio, retelhamento do telhado sem a troca do madeiramento, da sala de informática, por conta do aparecimento de goteiras que chegaram a danificar alguns computadores, troca do tanque da cozinha por uma pia com bancada revestida de lajota, que antes de ser trocado causava alguns problemas de infiltração, acúmulo de bactérias e mau cheiro na cozinha. (Em 02/01/2008, a atual direção relatou o referido assunto, em visitas e inspeções realizadas na escola).

b) As principais patologias encontradas

Com a presença constante de umidade geralmente em locais com pouca ou nenhuma incidência de sol, ocorre o aparecimento de manchas de umidade e bolor, essa patologia se apresenta com manchas escuras ou esverdeadas. Na figura 4.58 é mostrado o aspecto típico dessa patologia encontrada na parede externa da cozinha da escola. Sua possível causa se dá devido à instalação interna de um tanque utilizado para lavagem de louça, o qual está causando infiltração no momento que ocorre a lavagem.

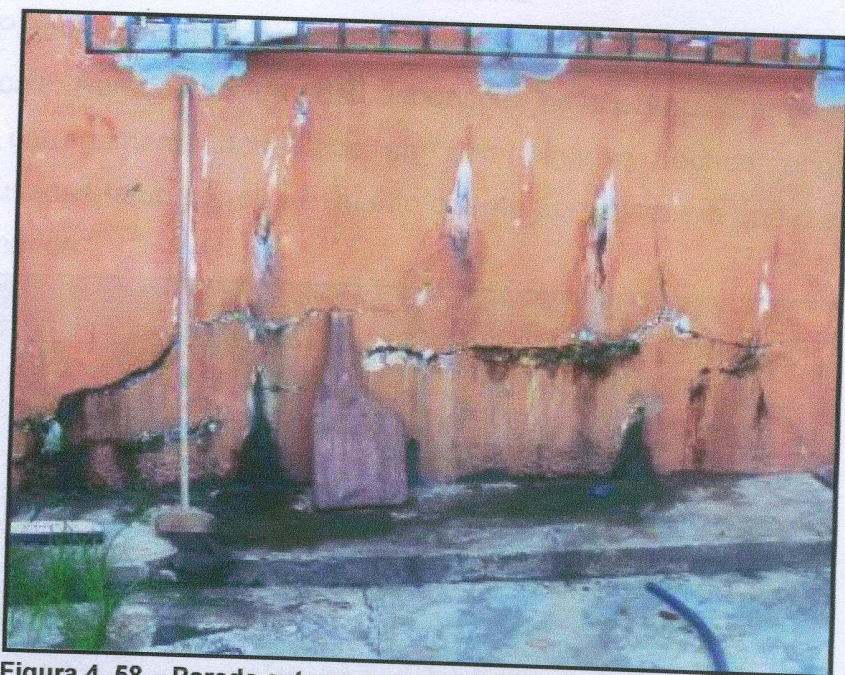


Figura 4. 58 – Parede externa com manchas de umidade e bolor.

Vista inferior da laje da sala utilizada para depósito da escola, permite observar na mesma a presença de manchas de umidade e bolor (Figura 4. 59), patologia decorrente da infiltração de águas pluviais provenientes de goteiras existentes no telhado e da possível falta de impermeabilização da mesma.

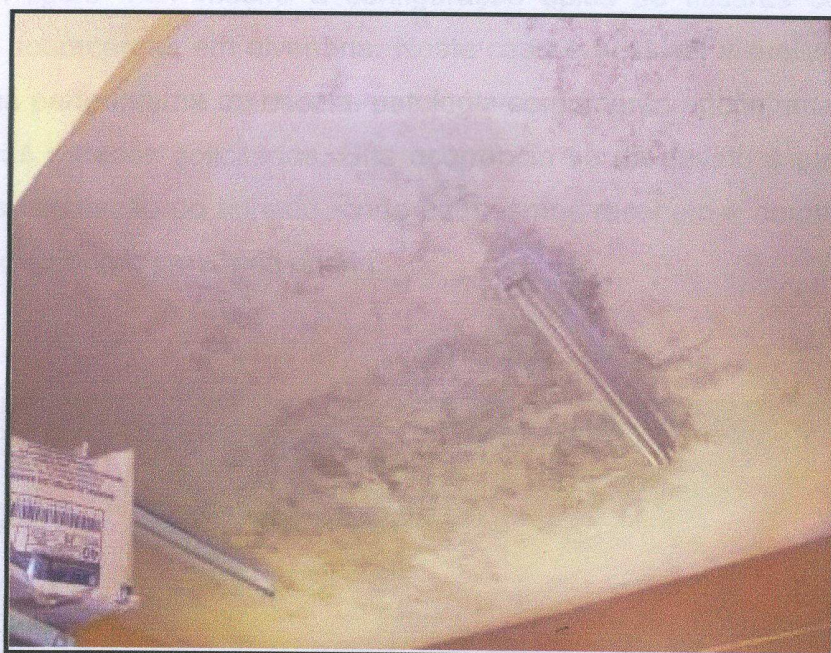


Figura 4. 59 – Vista superior de laje com manchas de umidade e bolor.

A figura 4.60 exemplifica o aspecto de trincas causadas por recalque de fundação na alvenaria interna do muro da escola.

Patologia caracterizada pela presença de trincas inclinada e em alguns casos verticais. Apresentam grandes dimensões na abertura. Sua possível causa é devido ao carregamento acentuado em determinados trechos, originadas pelas tensões causadas tanto por cisalhamento quanto por flexão em que o elemento está sendo submetido.



Figura 4. 60 – Muro com trinca inclinada apresentando grande dimensão na abertura.

A figura 4.61 mostra a configuração típica de fissuras causadas pela atuação de sobrecargas em alvenaria. Neste caso é possível visualizar a presença da fissura na parte interna da escola, patologia comumente encontrada na extensão do prédio nas paredes solicitadas. Sua ocorrência se dá devido à sobrecarga das treliças de sustentação do telhado, onde as mesmas recebem a carga das telhas e terças, que distribuem para a alvenaria.



Figura 4. 61 – Fissura vertical de sobrecarga em alvenaria interna da escola.

Na figura 4.62 observa-se a presença de trinca no revestimento cerâmico, que pode ser causada pela ação de esforços mecânicos, que no caso seria um esforço axial entre a cerâmica e o revestimento, provocando dessa forma a separação da placa cerâmica em duas partes. Esta patologia se repete em toda extensão de prédio da escola, localizando-se sempre próximo às portas de entrada das salas de aula.



Figura 4. 62 – Trinca horizontal no revestimento cerâmico.

c) Apresentação do índice de deterioração da escola

Apresenta-se inicialmente na figura 4.63 ,como se deu a representação gráfica das patologias identificadas na escola, em relação aos seus respectivos índices de deterioração atribuídos e em seqüência as porcentagens de ocorrências referentes às ocorrências totais.

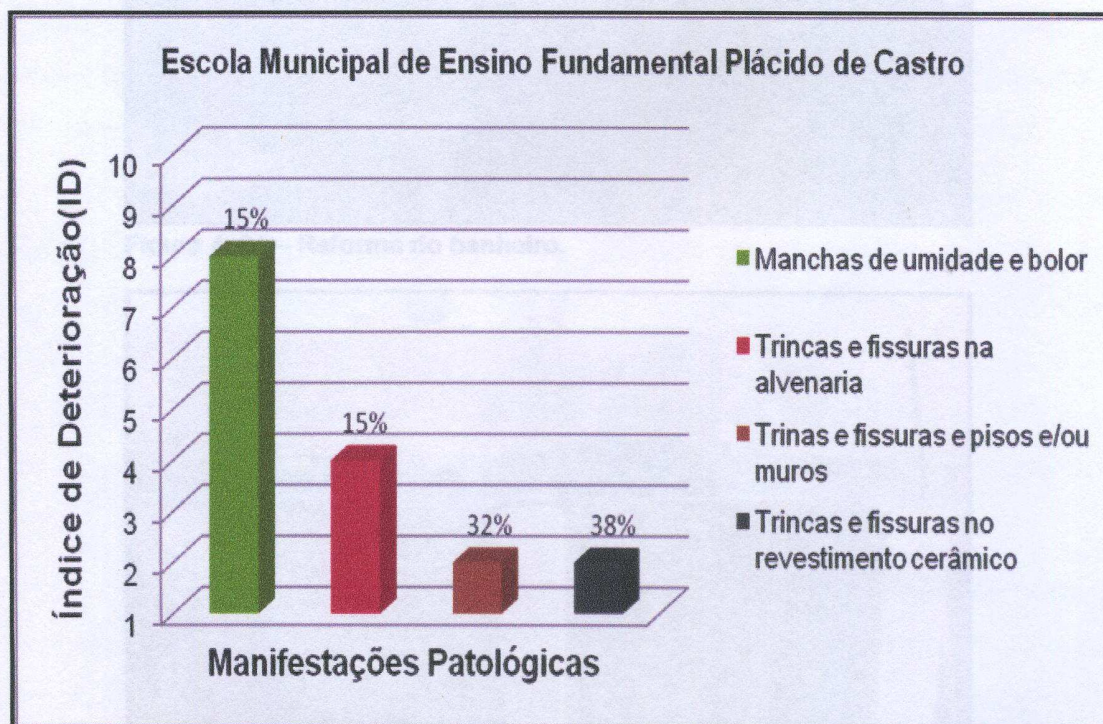


Figura 4. 63 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B7).

De acordo com o gráfico, é possível destacar a manifestação patológica com maior índice de deterioração, que está sendo representado por manchas de umidade e bolor, apresentando o índice igual a dez (ID=10), que segundo a escala adotada indica que o componente precisa ser substituído. Da mesma forma pode-se verificar a presença da patologia de maior ocorrência, representada por trincas e fissuras no revestimento cerâmico, a qual se apresenta com 38% das ocorrências totais encontradas no prédio, caracterizando o aspecto quantitativo da análise.

D) Reforma da escola

Conforme citado no histórico, algumas reformas foram realizadas na escola no início do ano de 2010. Reforma dos banheiros, troca do tanque da cozinha por uma pia, pinturas internas e externas.



Figura 4. 64 – Reforma do banheiro.



Figura 4. 65 – Troca do tanque por uma pia.

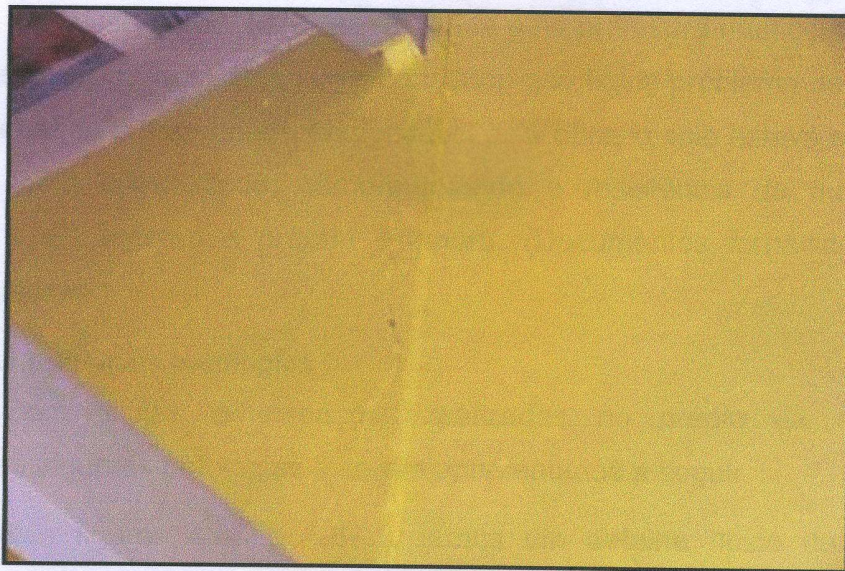


Figura 4. 66 – Pintura interna.

4.1.8 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Rachel de Melo Dutra

a) Apresentação do Histórico

Inaugurada em março de 2002, a Escola Rachel de Melo Dutra está localizada na Rua Siqueira Campos S/N, Bairro do Mangal.

A escola recebeu o nome da primeira professora de ensino público municipal de Tucuruí, a qual dedicou parte da sua vida à educação, formou-se em pedagogia, tornando-se uma grande profissional da educação, que alfabetizou muitos cidadãos Tucuruenses. Por tudo que representou a mesma foi homenageada e imortalizou seus anos de dedicação à educação de Tucuruí.

Entre os anos de 2008 para 2009, a escola passou por diversos problemas estruturais, que vinham se acumulando desde o ano de 2005. Começaram a surgir várias fissuras em partes do prédio e com o passar dos anos essas fissuras foram se agravando e preocupando os ocupantes da edificação. Em outubro de 2009 a direção da escola acionou o Corpo de Bombeiros Militar para fazer uma vistoria no prédio, já que as fissuras estavam aumentando e o solo estava recalçando.

Através do laudo técnico elaborado pelo Corpo de Bombeiros Militar, foi determinada a interdição de uma sala de aula e o banheiro masculino por conta do aparecimento das trincas nas estruturas e alvenarias dos cômodos, recalques do piso e abertura de uma cratera na parte de fora do fundo da sala interdita.

Em fevereiro de 2010, foi realizada pela prefeitura municipal uma reforma geral na escola, por meio da qual se constatou que havia problema de compactação do solo. Segundo o engenheiro responsável pela obra, o solo estava recalando por não estar bem compactado, comprometendo a resistência do mesmo quando solicitado e até mesmo a própria estrutura. (Documentos fornecidos pela atual direção da escola).

b) As principais patologias

Com visitas e inspeções realizadas no prédio da escola foram encontradas algumas patologias a serem apresentadas a seguir.

Nas figuras 4.67 e 4.67.1, temos um detalhe típico da corrosão da armadura no pilar interno localizado no pátio da escola, onde podemos perceber o deslocamento do concreto, armadura oxidada e fissuras verticais na direção da armadura.

Esta patologia se apresenta em dois pilares internos no pátio da escola e um externo no muro. Sua possível causa pode estar relacionada a constante presença de umidade no local, (uma vez que segundo os funcionários da escola, todos os dias o pátio precisa ser lavado), entre outras causas, como a qualidade inadequada do concreto e a falha do cobrimento.



Figura 4. 67 – Pilar interno com corrosão da armadura.



Figura 4. 67.1 – Detalhe do pilar com corrosão da armadura.

Na figura 4.68 podemos observar a vista lateral de vigas com eflorescência, causada pela lixiviação dos compostos de hidratação do cimento e conseqüentemente devido à falta de impermeabilização da laje que está sobre a mesma, ou também pela água utilizada para preparação do concreto.



Figura 4. 68 – Vista lateral de vigas com lixiviação.

A durabilidade das estruturas de concreto depende da qualidade do concreto e da espessura do cobrimento. As figuras 4.69 e 4.70, apresentam falhas na espessura do cobrimento, tornando as armaduras expostas e facilitando a possibilidade de ocorrência da corrosão.



Figura 4. 69 – Armadura exposta pela falha da espessura do cobrimento.



Figura 4. 70 – falha da espessura do cobrimento.

A figura 4.71 apresenta fissuras verticais na alvenaria, configuração típica de fissura causada por sobrecarga. Neste caso a sobrecarga atuante é a da terça que está apoiando o telhado sobre a alvenaria.



Figura 4. 71 – fissuras verticais na alvenaria.

A figura 4.72 mostra a configuração de fissuras causadas por atuação de sobrecarga na alvenaria. Devido à ausência de contra-verga sobre a abertura do vão a esquadria está transmitindo uma sobrecarga diretamente para alvenaria, originando dessa forma a fissura vista.

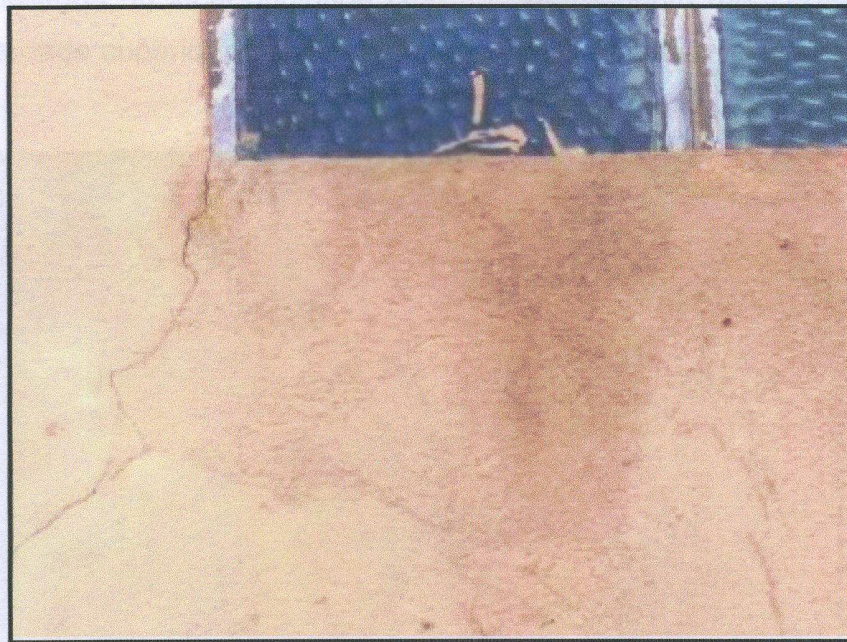


Figura 4. 72 – fissuras verticais na alvenaria.

A umidade vista na sala de aula conforme a figura 4.73 é causada pela infiltração de águas pluviais vindas diretamente do telhado. Essa infiltração causa como consequência o aparecimento de manchas de umidade e bolor no revestimento.



Figura 4. 73 – Infiltração na parede da sala de aula.

A umidade por infiltração se repete na parte inferior da calçada externa na área de recreação da escola. Podemos observar na figura 4.74 a presença de manchas de umidade e bolor. Esta infiltração pode ser causada pela constante

presença de água no local originada pelo transbordamento das caixas de gordura situadas na parte superior da calçada e pela possível falta de impermeabilização da mesma.



Figura 4. 74 – Infiltração com manchas de umidade e bolor na parte inferior da calçada externa da área de recreação.

A figura 4.75 mostra o aspecto de descascamento da pintura, patologia identificada na parede externa da sala de aula da referida escola. Esta patologia se repete em todas as paredes externas de toda extensão da escola. Apresenta como possível causa a preparação inadequada do substrato para a aplicação da tinta, sendo a mesma aplicada sobre a caliação.



Figura 4. 75 – Parede externa com descascamento da pintura.

Nas figuras 4.76 e 4.77 podemos observar presença de trincas na parede interna e externa do banheiro masculino interditado e da referida escola trincas estas que apresentam o aspecto típico de trincas ocasionadas por recalque de fundação do pilar interno, que pode ser sua possível causa.



Figura 4.76 – Trinca na parede interna do banheiro.



Figura 4.77 – Trinca vertical na parede externa do banheiro.

Na escola foi possível identificar o recalque do piso da cozinha, conforme o ilustrado nas figuras 4.78 e 4.79. Foi observado que ao ser lavada a cozinha, parte

da mesma apresentava o acúmulo de água, fato decorrente do recalque. Foi usado um fita de papel para ser medido o quanto seria a altura da lamina d' água, constatou-se que a mesma teria uma altura de 2 cm. Esta patologia é notada também no banheiro masculino da escola.



Figura 4. 78 – Piso da cozinha recalcado com acúmulo de água.

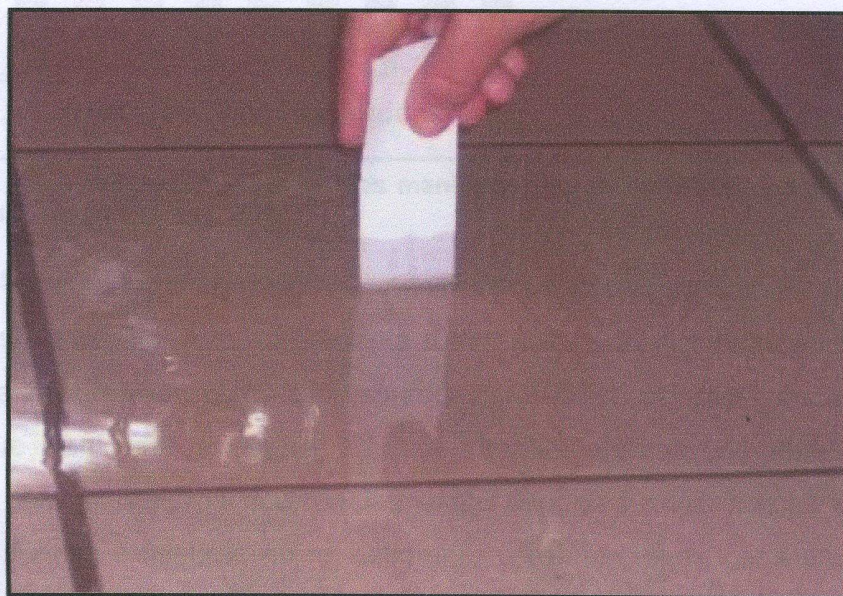


Figura 4. 79 – Lâmina d'água acumulada no piso da cozinha

c) Apresentação do índice de deterioração da escola

A figura 4.80 contém os resultados inerentes ao levantamento de campo realizado na Escola Rachel de Melo Dutra, apresentados de acordo com a relação das manifestações patológicas e seus respectivos índices de deterioração atribuídos, sendo representada também a porcentagem de ocorrências correspondente as ocorrências totais observadas na edificação.

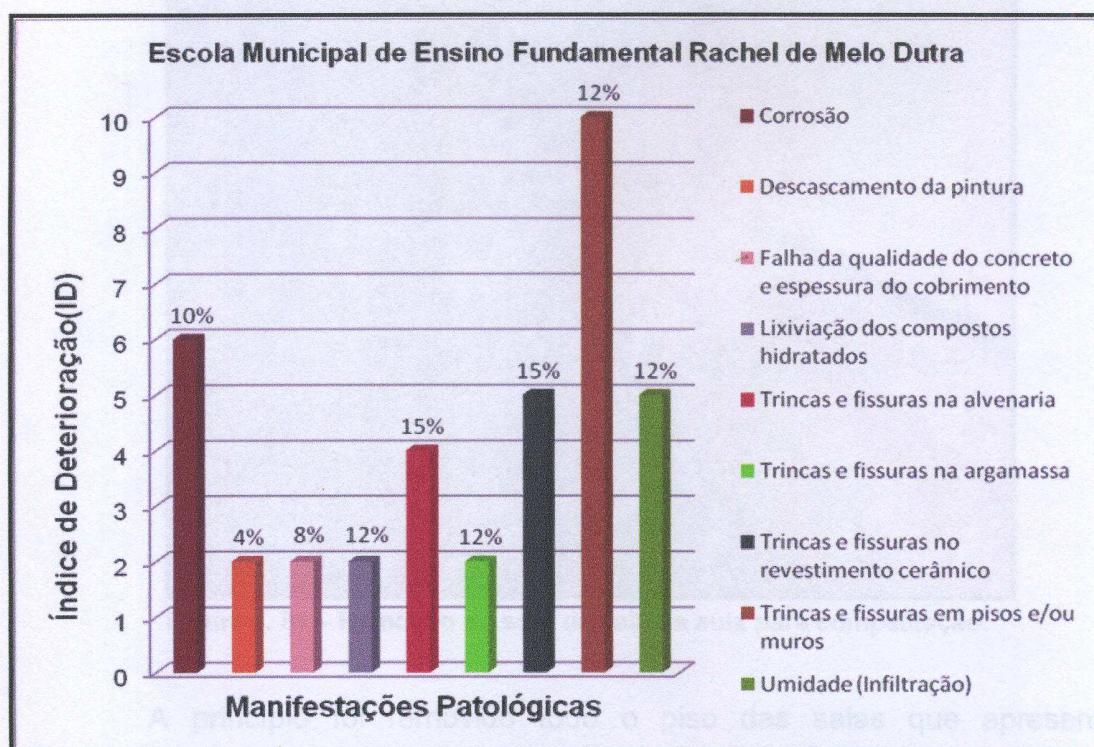


Figura 4.80 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B8).

Analisando o gráfico, é possível verificar que para as patologias encontradas na escola, a que apresenta maior índice de deterioração é a patologia de trincas e fissuras em pisos e/ou muros, com índice de deterioração igual a 10 (ID=10), que conforme a escala adotada, implica que o componente deve ser substituído. As de maiores ocorrências estão divididas entre trincas e fissuras na alvenaria e trincas e fissuras no revestimento cerâmico, onde cada uma representa 15% das ocorrências totais, sendo 70% das ocorrências distribuídas entre as demais patologias.

d) Reforma da escola

Conforme o relatado anteriormente no histórico, no início de 2010 a escola passou por reformas nas quais se constatou que o recalque sofrido pela mesma estava sendo causado pela falta do processo adensamento do solo, conforme podemos observar nas figuras a seguir.

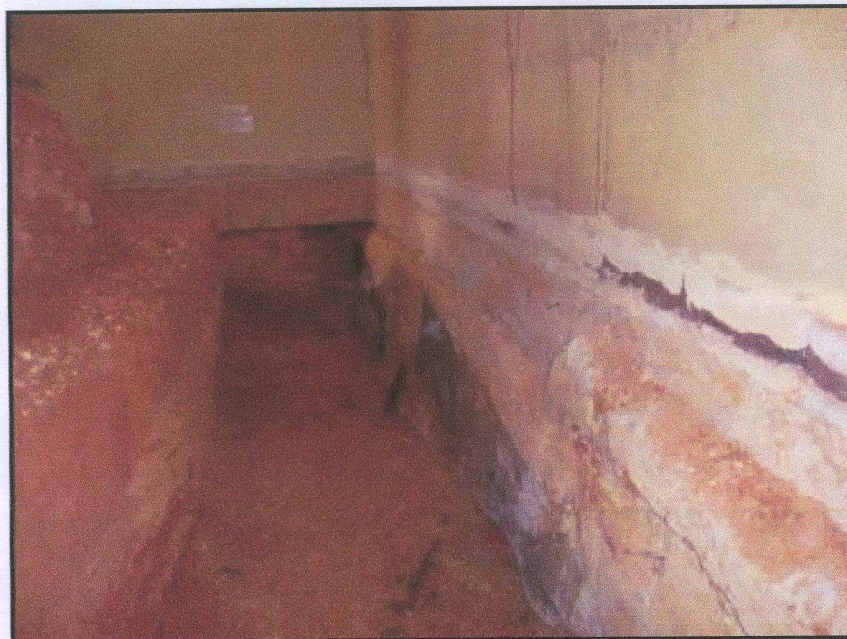


Figura 4. 81 – Remoção do solo da sala de aula para compactação.

A princípio foi removido todo o piso das salas que apresentavam recalque, com a remoção se verificou a facilidade da retirada do solo, por não estar devidamente compactado, após a retirada de todas as camadas de solo deu-se início a compactação do solo por camadas a cada 20 cm cada, sendo prosseguida a reforma (Figura 4.81).

A figura 4.82 mostra tanto a reforma de pintura interna como externa do prédio, assim como a recuperação do pilar que apresentava corrosão da armadura.

Figura 4. 82 – Pintura do castelo d'água.

4.1.9 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Rui Barbosa

a) Apresentação do Histórico

Conforme a direção da escola, o prédio já existe há 30 anos, sob a administração da Eletrobrás. A Escola Rui Barbosa atualmente funciona com a divisão



Figura 4. 82 – Recuperação do pilar com corrosão.

Figura 4.83 mostra a manutenção da pintura do castelo d'água da escola.



Figura 4. 83 – Pintura do castelo d'água.

4.1.9 - Escola Municipal de Ensino Fundamental Rui Barbosa

a) Apresentação do Histórico

Conforme a direção da escola, o prédio já existe há 30 anos, sob autonomia da Eletronorte. A Escola Rui Barbosa atualmente funciona com a divisão

em dois blocos, o bloco inferior pertencente ao município, onde funcionam as turmas de ensino fundamental e o bloco superior pertencente ao estado, no qual funcionam as turmas de ensino médio. Ela está localizada Rua Piauí S/N, Vila Permanente

Com a municipalização ocorrida em 1997, houve a ampliação de oito salas de aula e a construção de um laboratório de informática, substituição dos pisos de cimento queimado por lajotas nas salas de aula e corredores do bloco.

Em 2006 e 2007 houve alguns reparos emergenciais, como por exemplo, o retelhamento do telhado devido o aparecimento de goteiras nas salas, manutenção nas instalações elétricas e hidráulicas.

No final de 2009, ocorreu o risco de desmoronamento da estrutura da caixa d'água da escola. Nesse período foi acionada a equipe de engenharia da Eletronorte e o Batalhão Militar do Corpo de Bombeiros para verificar a gravidade do problema e o risco de desabamento da estrutura. A pedido do Corpo de Bombeiros Militar foi esvaziada a caixa d'água havendo a interdição para utilização da mesma, impedindo assim o funcionamento da escola e conseqüentemente a paralisação das aulas, ocasionando dessa forma o deslocamento dos alunos para outra unidade de ensino (Colégio Shupos).

Logo após a interdição da escola, houve a participação da equipe técnica da prefeitura municipal para analisar o problema e solucioná-lo. De acordo com as informações cedidas foram detectadas pela equipe a manifestação de fissuras na base da estrutura e o aparecimento de corrosão da armadura. Como solução foi feito o tratamento das armaduras que apresentavam corrosão e para reforço da base foi executado o encamizamento da estrutura com concreto armado. (Em 04/01/ 2008 a atual direção relatou o referido assunto, em visitas e inspeções realizadas na escola).

b) As principais patologias

De acordo com as visitas realizadas no prédio, observou-se a presença de alguns problemas patológicos, os quais serão apresentados a seguir.

Na sala dos professores pode ser verificada a presença de fissura vertical ao longo da parede interna. Esse tipo de problema pode estar relacionado com a sobrecarga do telhado sobre a alvenaria e as tensões recebidas pela mesma (Figura 4.84).



Figura 4. 84 – Fissura vertical na alvenaria.

A figura 4.85 mostra a infiltração ocorridas nos períodos de maiores incidências pluviométricas e da deterioração ocasionada por ela. Na figura 4.86 é possível visualizar como a umidade excessiva provocada pelas chuvas compromete a calha de concreto armado que se localiza sobre a alvenaria, contribuindo também para o descolamento da pintura e a corrosão da armadura exposta, e o comprometimento de todo o revestimento da parede.



Figura 4. 85 – Manchas de úmida de e bolor.

Figura 4. 87 – Descolamento da argamassa de revestimento.



Figura 4. 86 – Parede com manchas de umidade e bolor.

Na parede interna da área de circulação foi detectado o descolamento da argamassa de revestimento (Figuras 4.87 e 4.88). Essa manifestação pode ser oriunda do processo de execução de forma inadequada e/ou da utilização em excesso de agregados finos, argamassa magra ou até mesmo devido à camada de reboco muito espessa. Essa patologia encontra-se também na sala da secretaria da escola, sendo a mesma constante nas paredes com revestimento cerâmico. É importante ressaltar que a mesma parede vem sofrendo constantemente com a umidade proveniente de infiltração.

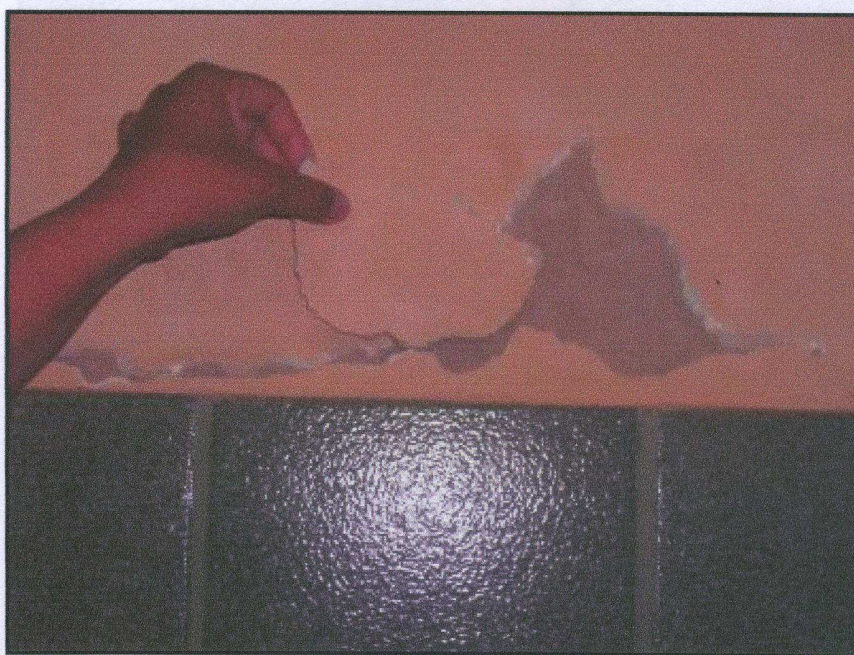


Figura 4. 87 – Descolamento da argamassa de revestimento.

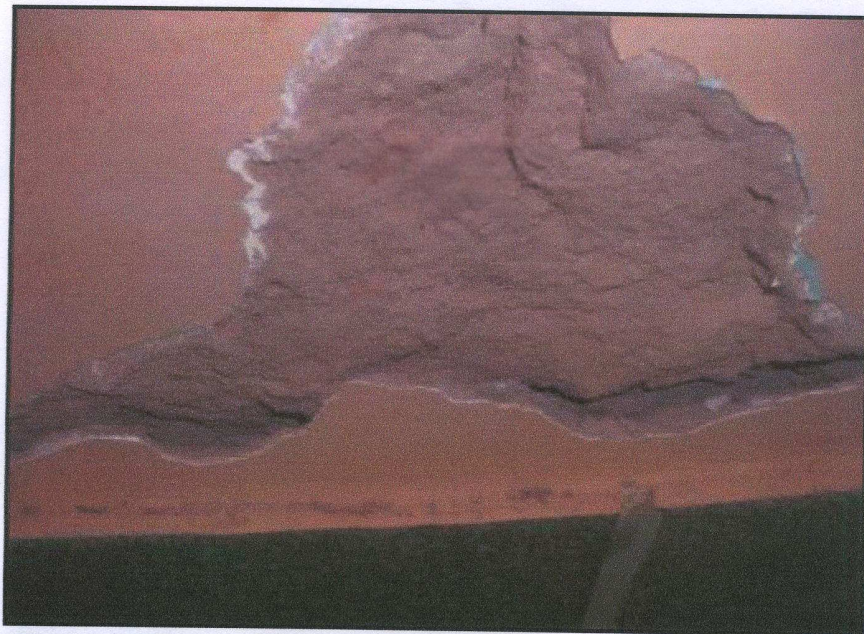


Figura 4. 88 – Detalhe do descolamento da argamassa de revestimento.

A umidade é constantemente presente, principalmente nas calhas de concreto. Ainda na sala dos professores é encontrada a exposição da armadura da calha que passa sobre a parede (Figura 4.89) e a segregação do concreto podendo ser visualizado na figura 4.90. As patologias podem ter como causa a densidade da armadura projetada de forma errada ou mesmo falha de lançamento e adensamento do concreto.



Figura 4. 89 – Armadura exposta com corrosão.

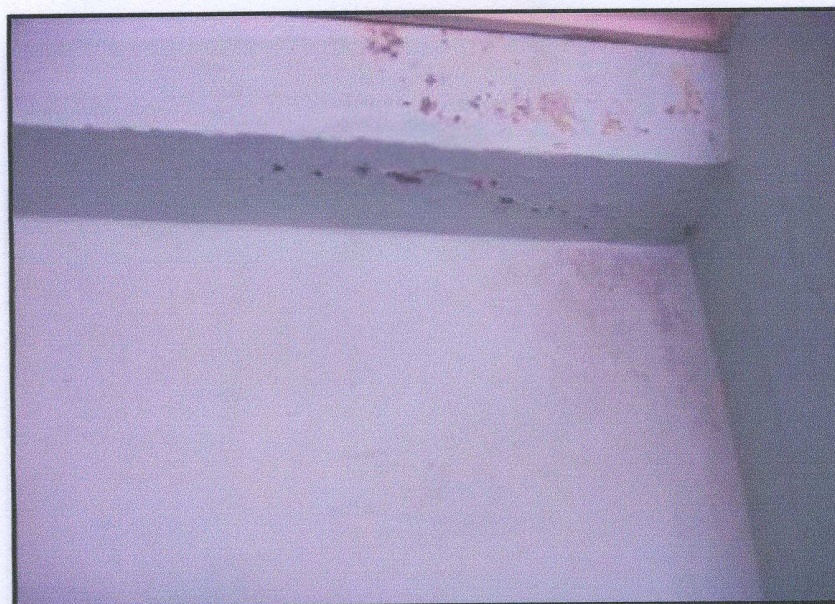


Figura 4. 90 – Vista lateral da calha com segregação do concreto.

A umidade é constantemente presente, principalmente nas calhas de concreto armado ou próximo ao elemento. Na área de circulação da escola próxima às salas de aula por onde percorre a calha e na biblioteca a propagação da patologia é evidenciada visualmente. Pode ter como causas a infiltração constante oriunda do telhado ou a ausência de impermeabilização no processo executivo das calhas (Figuras 4.91 e 4.92).



Figura 4. 91 – Vista lateral da calha com manchas de umidade.



Figura 4. 92 – Paredes com manchas de umidade.

Nas calhas que percorrem algumas salas de aulas foram detectadas a segregação do concreto, provavelmente decorrente da falha de adensamento do concreto ou ainda durante o seu lançamento (Figuras 4.93 e 4.94).



Figura 4. 93 – Vista lateral da calha com segregação do concreto.

Em uma das salas de aula foi detectado a presença de fissura horizontal entre o encontro da alvenaria com o revestimento cerâmico, possivelmente oriunda



Figura 4. 94 – Vista inferior da calha com segregação do concreto.

Figura 4. 95 – Fissura horizontal na parede das salas.

Pode-se verificar a presença de trinca partindo do contorno da laje da biblioteca direcionando de forma vertical no encontro perpendicular das paredes e propagando-se de forma inclinada na alvenaria (Figura 4.95). Esse tipo de fissura pode ter tido a causa nas movimentações térmicas ocorrida na laje.

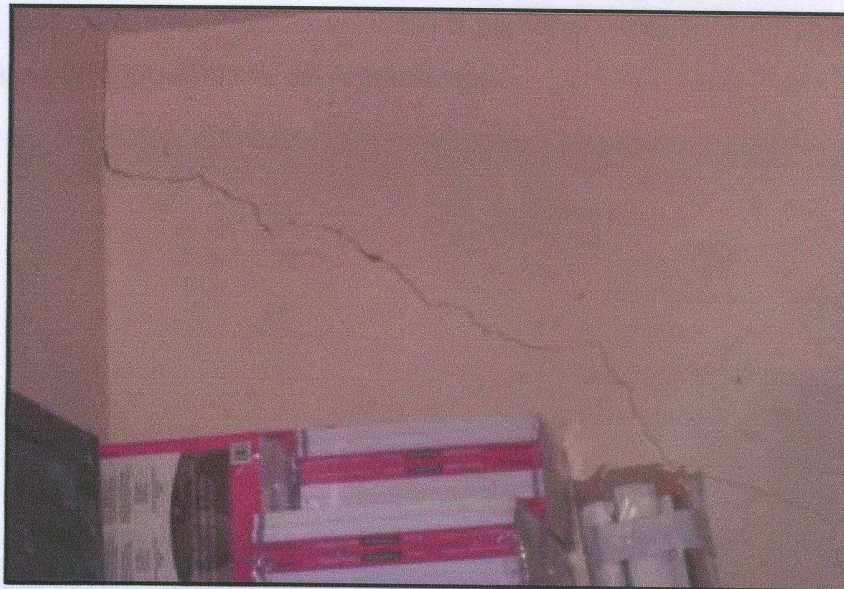


Figura 4. 95 – Trinca inclinada na alvenaria.

Em uma das salas de aula foi detectado a presença de fissura horizontal entre o encontro da alvenaria com o revestimento cerâmico, possivelmente ocorrido

Figura 4. 97 – Destacamento de placas cerâmicas do piso.

por conta da umidade constante no componente ou ausência de impermeabilização no processo executivo contribuindo para a propagação desse problema (Figura 4.96).

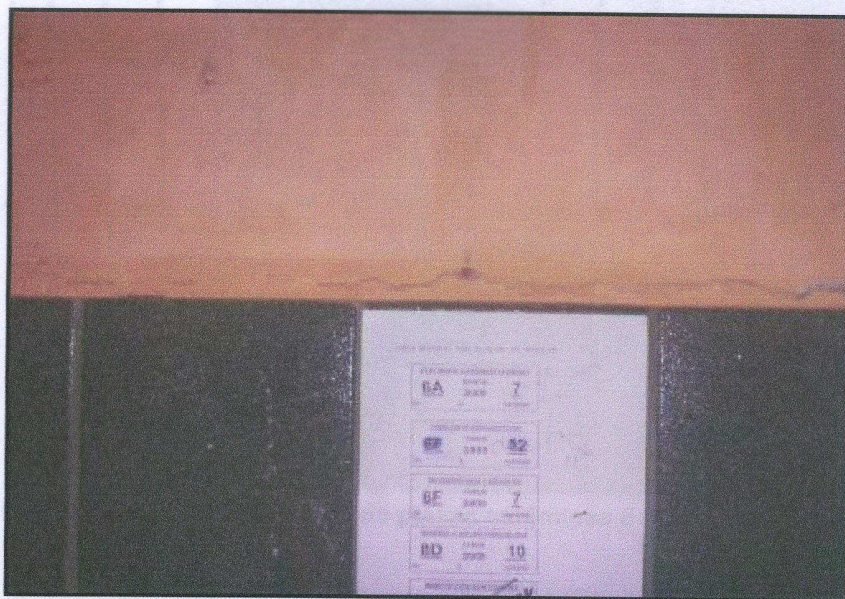


Figura 4. 96 – Fissura horizontal na parede das salas.

Em frente à porta do banheiro masculino foi encontrado o destacamento do revestimento cerâmico do piso (Figura 4.97) provavelmente oriundo da perda de aderência. Essa mesma manifestação é também encontrada em um dos pilares (Figura 4.98), sendo possível visualizar que foi utilizada argamassa convencional e, além disso, pode ter como causa também a elevada espessura do revestimento uma vez que é a própria argamassa de regularização.



Figura 4. 97 – Destacamento de placas cerâmicas do piso.



Figura 4. 98 – Destacamento de placas cerâmicas do pilar.

Na parede interna da sala de materiais de limpeza a armadura da calha se apresenta exposta, podendo - se inclusive verificar a presença da corrosão da armadura (Figura 4.99). Na mesma parede e na perpendicular a ela, o descolamento da pintura e o descolamento de placas de argamassas são perceptíveis. Essas manifestações podem estar relacionadas a vários fatores como: a falha no cobrimento da armadura, falha de adensamento, ausência de impermeabilização da calha, infiltração do telhado, cobrimento insuficiente e a umidade presente no prédio.



Figura 4. 99 – Armadura exposta com corrosão.

Na base do pilar que compõe a estrutura do pátio de recreação foi constatada a exposição da armadura, provavelmente causada pela falha de cobrimento do concreto (Figura 4.100). Esse mesmo problema pode ser detectado na calha armada que percorre a área de circulação (Figura 4.101), podendo ter como fator contribuinte a umidade predominante no local, facilitando dessa forma a ocorrência de corrosão na armadura.



Figura 4. 100 – Exposição da armadura do pilar.



Figura 4. 101 – Exposição da armadura da calha

A umidade pode ser constatada em vários elementos que compõem a edificação. Neste caso observa-se a presença de umidade no encontro da calha com o pilar que percorre a área de circulação, provocando a presença de eflorescência, a formação de bolhas e o descascamento da pintura e tendo como agente a infiltração oriunda da estrutura de cobertura antiga e deteriorada (Figura 4.102).



Figura 4. 102 – Presença de manchas de umidade no encontro da calha e alvenaria.

Na calha armada da sala de materiais de limpeza é possível visualizar o problema de lixiviação, possivelmente ocasionada pela umidade existente na estrutura (Figura 4.103).



Figura 4. 103 – Eflorescência causada pela lixiviação dos compostos hidratados.

Na parede interna de uma das salas de aula ocorre a propagação de uma trinca inclinada oriunda da proteção de madeira da janela existente na parte externa da escola, que possivelmente pode ser causada pela sobrecarga gerada da mesma na alvenaria (Figura 4.104).

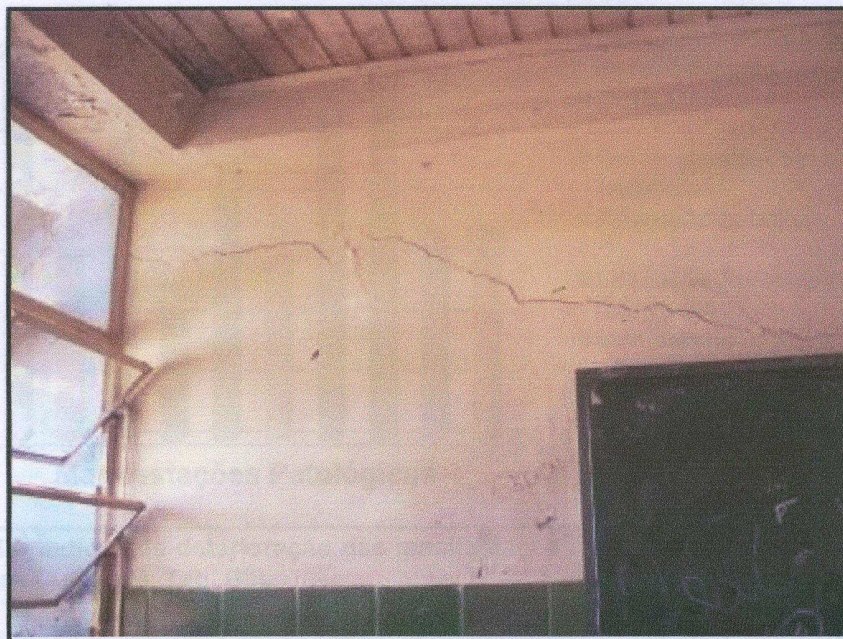


Figura 4. 104 – Propagação de trinca inclinada na alvenaria.

c) Apresentação do Índice de deterioração

Na figura 4.105, estão representados os resultados referentes ao levantamento de campo realizado na Escola Rui Barbosa, cujos mesmos representa as patologias encontradas no prédio em relação aos seus respectivos índices de deterioração e a porcentagem de ocorrência correspondente ao numero de ocorrências totais.

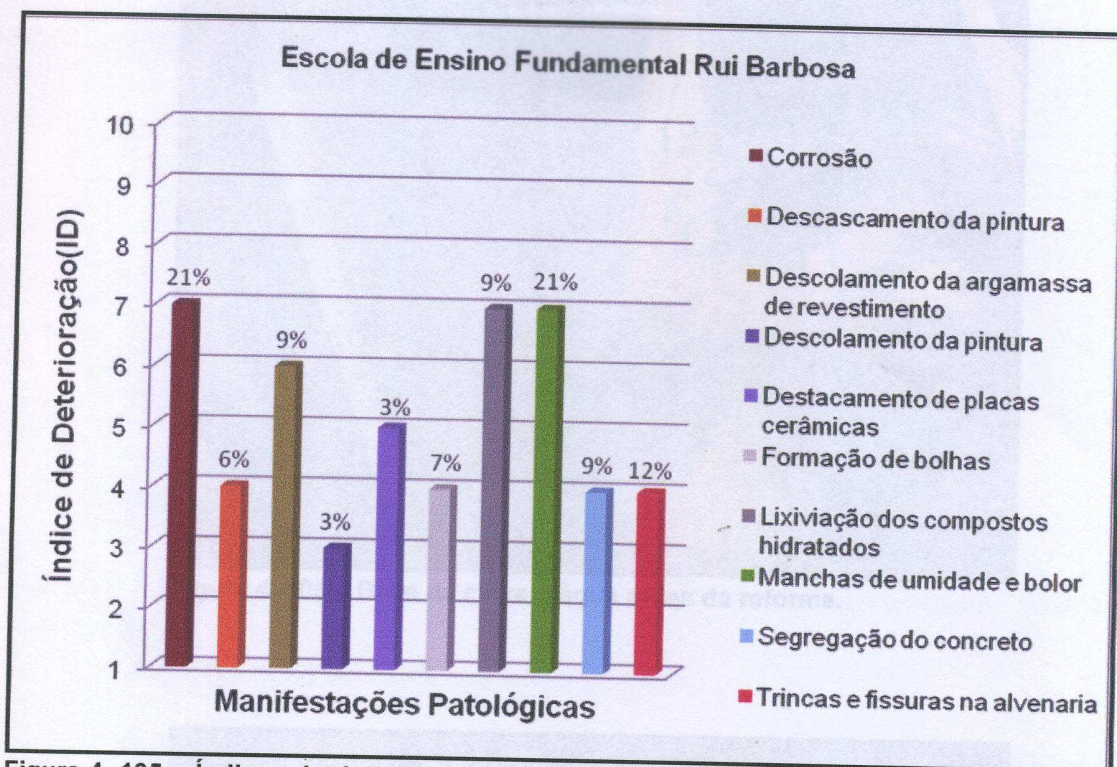


Figura 4. 105 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (Anexo B, Tab. B9).

Pela figura 4.105, pode-se observar que dentre as patologias encontradas, três delas se apresentam com maior índice de deterioração (ID=7). Conforme a escala adotada, o material ou componente apresenta muitas partes deterioradas, reparos são necessários e a perda de desempenho é significativa. Da mesma forma é possível verificar as manifestações patológicas com maiores porcentagens de ocorrências, nestes casos representados por corrosão e manchas de umidade e bolor, em que cada uma representa 21% das ocorrências totais, restando 58% das ocorrências distribuídos entre as demais patológicas.

Figura 4. 107 – Início da reforma na base da caixa d'água.

d) Reforma da caixa d' água

Conforme o relatado no histórico, no final de 2009 ocorreu o risco de desmoronamento da caixa d'água, sendo necessária a reforma da mesma com urgência. Como se pode observar nas figuras a seguir, foi realizado um reforço na base da caixa d'água, mais comumente conhecido como encamizamento da base.



Figura 4. 106 – Base da caixa d'água antes da reforma.



Figura 4. 107 – Início da reforma na base da caixa d'água.



Figura 4. 108 – Conclusão da reforma na base da caixa d'água.

4.1.10 - Escola Estadual de 1º grau Governador e Capitão General Telles de Menezes.

a) Apresentação do Histórico

A escola Telles de Menezes se localizava na Avenida Aloysio da Costa Chaves, Bairro Nova Tucuruí. Inaugurada em 1978, foi municipalizada apenas em 1997. No ano de 1998 foi construído um novo prédio pela administração municipal e sua localização passou a ser na Avenida Brasília nº900 Bairro Jardim Colorado sendo inaugurada em junho de 1998.

O prédio passou por manutenção nas instalações hidráulicas, elétricas e de pintura no ano 2005.

Segundo relatos de funcionários da escola, problemas de fissuras na edificação começaram aparecer entre os anos de 2005 a 2010. (Em 06/01/ 2008 a atual direção relatou o referido assunto, em visitas e inspeções realizadas na escola).

b) As principais patologias

Na sala da diretoria foi detectada a presença de fissura. Essa patologia se manifesta partindo da extremidade do elemento estrutural ao meio da parede de alvenaria, provavelmente decorrente das sobrecargas do telhado ou da atuação de esforços indiretos da viga (Figura 4.109)

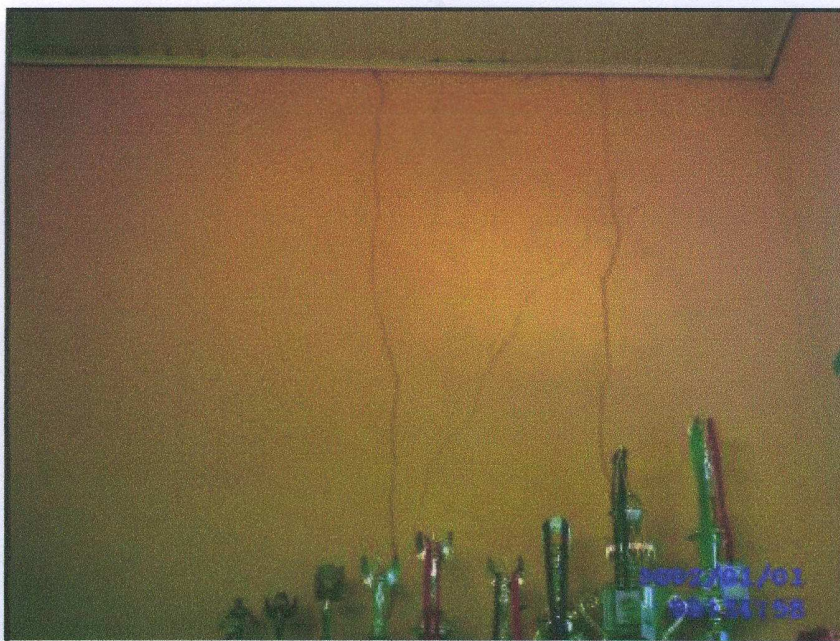


Figura 4. 109 – Fissuras na parede interna da sala dos professores.

Em uma das janelas da sala de aula composta pode-se verificar a ocorrência de fissura no revestimento, que provavelmente pode ser causada pela ausência de contra-verga (Figura 4.110).

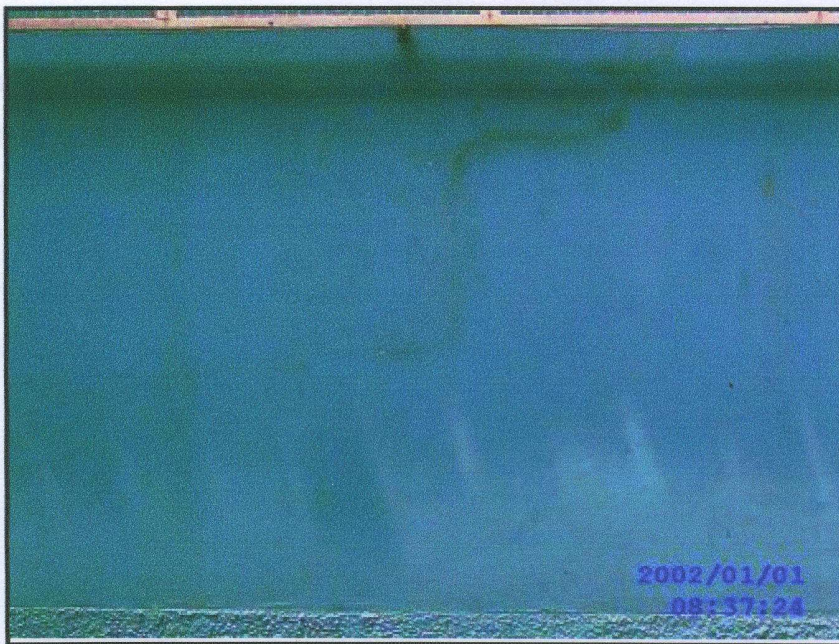


Figura 4. 110 – Fissuras no revestimento de argamassa.

Conforme se pode verificar na figura 4.111, a fissura entre o pilar e o encontro com alvenaria pode ser causada por movimentação térmica do arcabouço estrutural.



Figura 4. 111 – fissura entre pilar e alvenaria.

Na escola existe um guarda-corpo que separa a área do bloco de acesso a diretoria, sala dos professores, secretaria e os wc's da área de acesso a biblioteca.

Nesse elemento é visível a presença de trinca horizontal na placa cerâmica levando ao rompimento da mesma em duas partes (Figura 4.112). Esse tipo de manifestação pode ter como causa o aparecimento de esforços axiais entre as placas cerâmicas e a argamassa de assentamento, ou também ser o resultado de um provável recalque de fundação identificado no local.

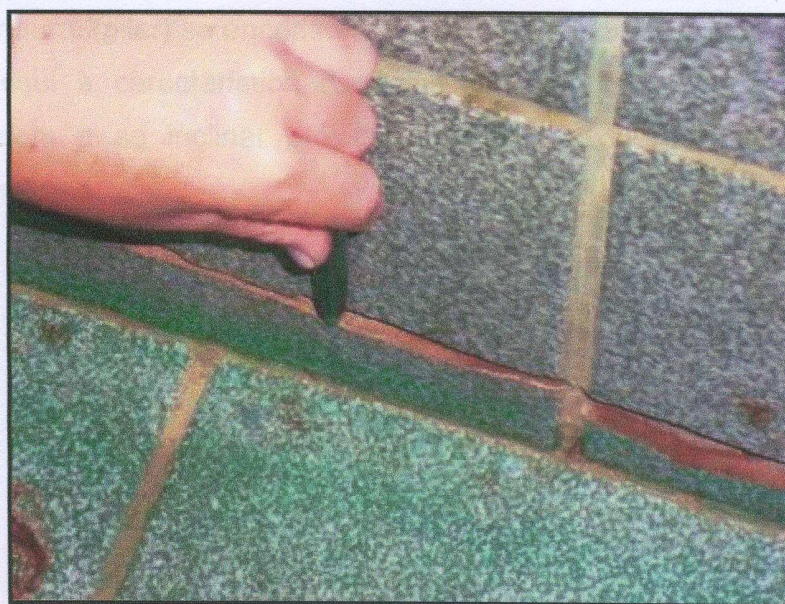


Figura 4. 112 – Trinca horizontal em placa cerâmica.

Na parede interna da área de circulação principal da escola, foi verificada a incidência de fissuras inclinadas, possivelmente oriundas da atuação de sobrecargas, pois estas partem da região do elemento estrutural (viga) em direção ao centro da parede de alvenaria (Figura 4.113).

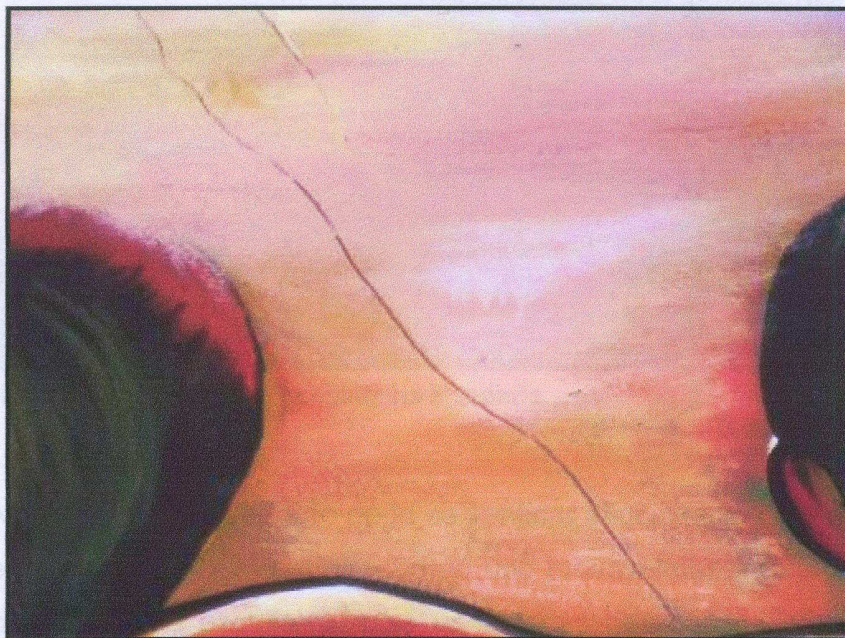


Figura 4. 113 – Fissura inclinada na alvenaria.

Na parede interna rampa de acesso ao pátio de recreação, pode se detectar a incidência de uma trinca na placa cerâmica de aspecto horizontal se inclinando em direção ao pilar.

Na figura 4.114 é possível visualizar que além da inclinação da rampa o elemento estrutural (pilar) se encontra localizado no encontro das paredes. Esse tipo de trinca possui a característica daquelas provenientes de recalques, pois as mesmas tendem a se inclinar próximo aos apoios ou mesmo de deformação estrutural excessiva.



Figura 4. 114 – Fissura inclinada na alvenaria.

Na mureta do bebedouro pode se verificar a incidência de trinca horizontal na placa cerâmica, inclinando em direção ao ralo provavelmente tendo como causa a deformação estrutural excessiva, pois as tensões geradas na alvenaria podem estar sendo distribuídas para o revestimento (Figura 4.115).



Figura 4. 115 – Fissura inclinada na placa cerâmica.

c) Apresentação do índice de deterioração

Na figura 4.116 são mostrados os resultados originados por meio das inspeções realizadas na Escola Telles de Menezes por meio dos quais foram obtidos os valores dos índices de deterioração (IDs) adotados para as patologias encontradas no prédio.

A quantificação em relação ao número de uma mesma manifestação patológica pode ser apresentada por meio das porcentagens contidas no gráfico.

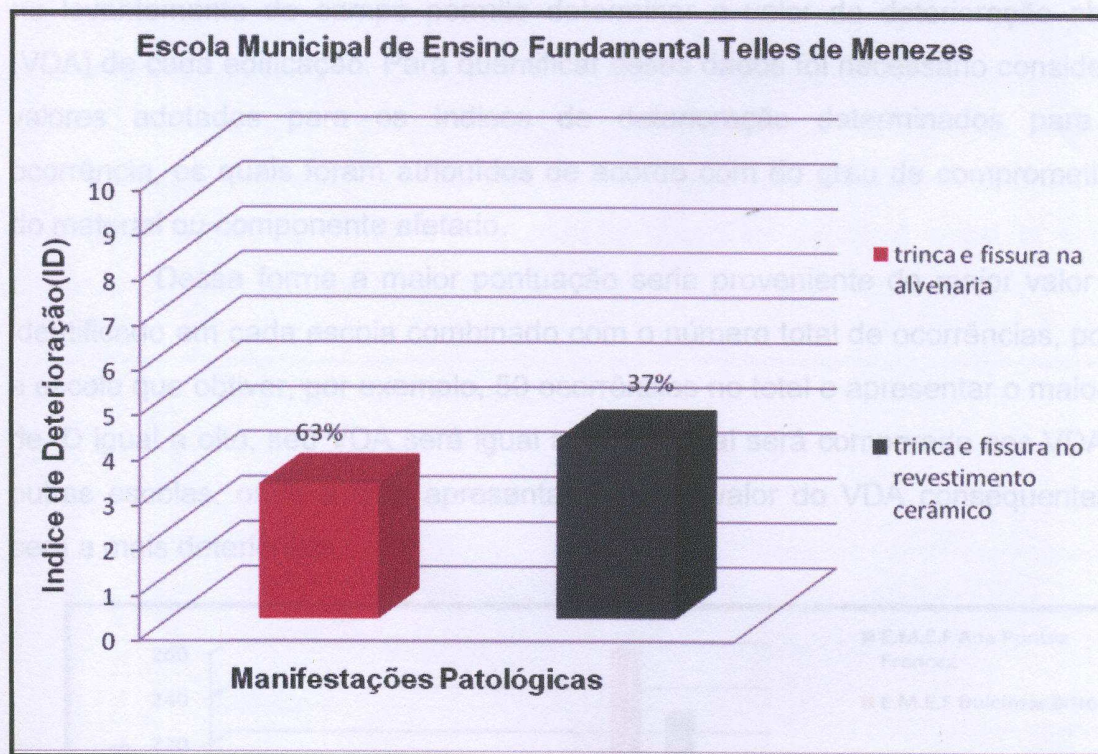


Figura 4. 116 – Índices de deterioração das manifestações patológicas e as porcentagens de ocorrências (AnexoB, Tab. B10).

Conforme se pode verificar no gráfico o problema que apresenta o maior índice de deterioração, está relacionado à patologia de trincas e fissuras no revestimento cerâmico apresentando o (ID=4) que conforme a escala de deterioração significa que o componente ou material necessita de reparos parciais, poucas partes estão deterioradas e não há prejuízo do desempenho.

Em seguida a manifestação de maior incidência destaca-se trincas e fissuras na alvenaria, apresentando 63% das ocorrências totais.

4.2 - Resultados dos estudos de caso

Neste item serão apresentados os resultados referentes à metodologia proposta para o comparativo do grau de deterioração das edificações estudadas, com o objetivo de aferir sua avaliação, aplicabilidade e eficácia.

a) Resultados referentes ao valor da deterioração absoluta (VDA) e ao valor da deterioração relativa (VDR).

Na figura 4.117 apresentam-se dados referentes ao grau de deterioração das Escolas Municipais de Tucuruí, que por meio dos resultados qualitativos obtidos no levantamento de campo permite determinar o valor da deterioração absoluta (VDA) de cada edificação. Para quantificar esses dados foi necessário considerar os valores adotados para os índices de deterioração determinados para cada ocorrência, os quais foram atribuídos de acordo com o grau de comprometimento do material ou componente afetado.

Dessa forma a maior pontuação seria proveniente do maior valor de ID identificado em cada escola combinado com o número total de ocorrências, portanto a escola que obtiver, por exemplo, 50 ocorrências no total e apresentar o maior valor de ID igual a oito, seu VDA será igual a 400, o qual será comparado aos VDAs das outras escolas, onde a qual apresentar o maior valor do VDA consequentemente será a mais deteriorada.

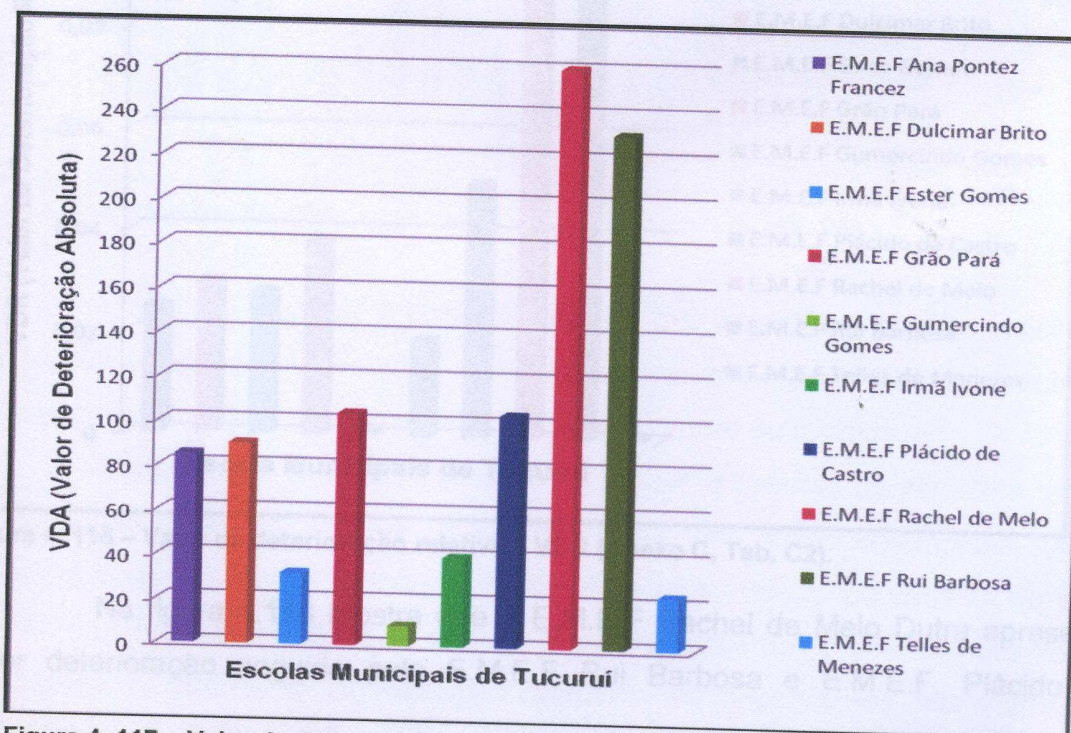


Figura 4. 117 – Valor da deterioração absoluta – VDA (Anexo C, Tab. C1).

De acordo com os dados contidos no gráfico é possível analisar que a E.M.E.F Rachel de Melo apresenta-se mais deteriorada seguida da E.M.E.F Rui Barbosa. Porém de acordo com a metodologia adotada para o desenvolvimento desse trabalho, os valores de VDA deveriam ser atribuídos para edificações com área iguais combinados com os maiores valores de ID's para que se pudesse comparar os VDAs das escolas, sendo esta análise não eficaz para para realidade do trabalho.

Para que se pudesse ter valores a serem de fato considerados para uma avaliação mais condizente com a realidade dessa pesquisa e evitar distorções dos resultados, a mesma metodologia adota para as edificações de áreas diferentes o Valor da Deterioração Relativa (VDR), o qual é originado por meio da razão entre VDA de cada edificação e suas respectivas áreas, apresentando resultados mais confiáveis. Conforme pode ser visualizado na figura 4.118, é possível avaliar o prédio com maior grau de comprometimento comparandos seus VDRs.

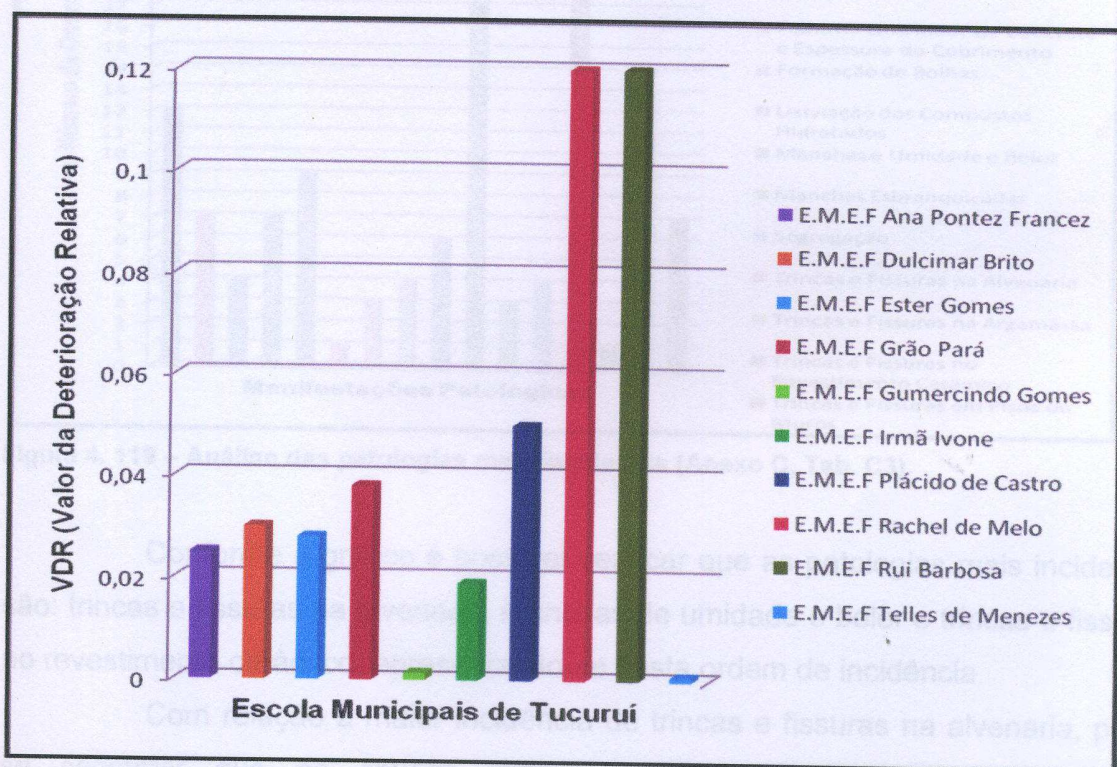


Figura 4. 118 – Valor da deterioração relativa – VDR (Anexo C, Tab. C2).

Na figura 4.118 mostra que a E.M.E.F Rachel de Melo Dutra apresenta maior deterioração seguida pela E.M.E.F Rui Barbosa e E.M.E.F. Plácido de

Castro, confirmando dessa forma a análise anterior e a E.M.E.F Telles de Menezes apresenta o menor comprometimento comparada com as demais edificações.

b) Análise das patologias mais incidentes.

Na figura 4.119 apresentam-se os resultados referentes à relação das patologias encontradas nas edificações estudadas com seus respectivos números de ocorrências, os quais determinam quais as manifestações mais incidentes entre as demais existentes.

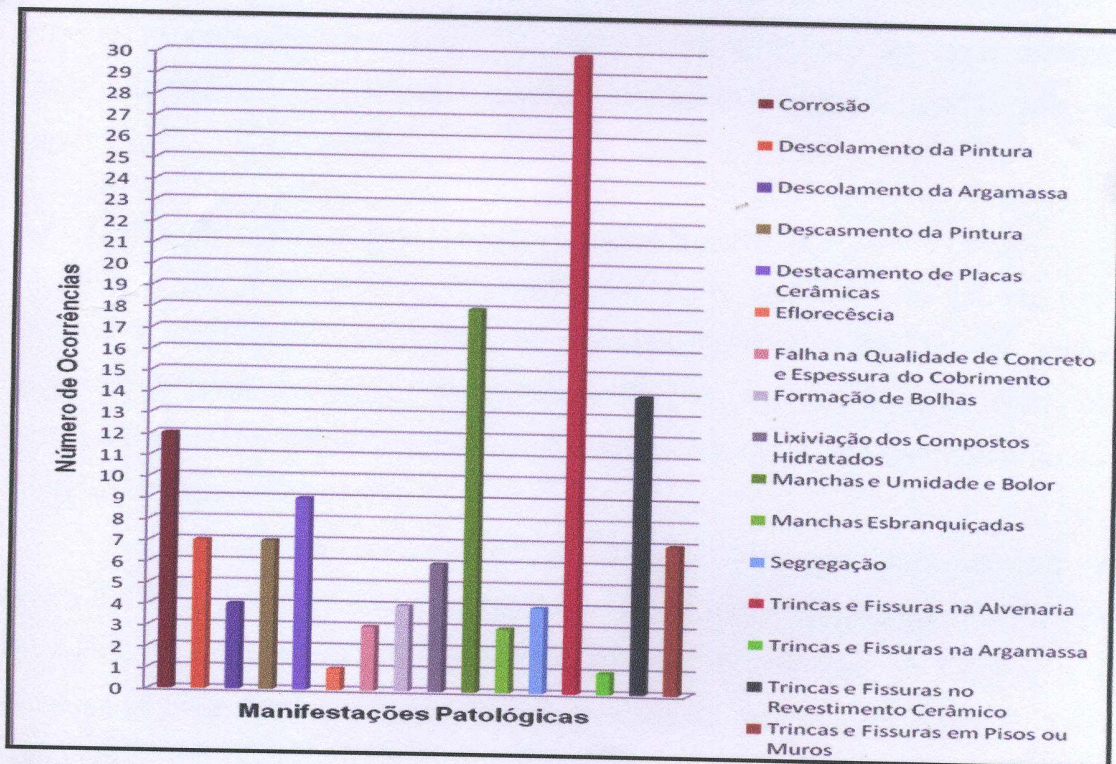


Figura 4. 119 – Análise das patologias mais incidentes (Anexo C, Tab. C3).

Conforme o gráfico é possível verificar que as patologias mais incidentes são: trincas e fissuras na alvenaria, manchas de umidade e bolor e trincas e fissuras no revestimento cerâmico, apresentando-se nesta ordem de incidência.

Com relação à maior incidência de trincas e fissuras na alvenaria, pode-se constatar que as causas mais prováveis de suas ocorrências foram movimentações estruturais, ausência de detalhes construtivos, no caso de verga e contra – verga e sobrecargas. As origens mais prováveis dos problemas ocorreram nas etapas de projeto e de execução conforme as observações nas inspeções realizadas no local.

Enfocando manchas de umidade e bolor, verifica-se que as causas mais prováveis dessa patologia seriam a falta ou falha de impermeabilização, manutenção dos telhados e presença de trincas e fissuras facilitando a penetração da água no componente.

Em trincas e fissuras no revestimento cerâmico, verificou-se que as possíveis causas seriam devido às movimentações térmicas diferenciadas entre os materiais, ausência de juntas de dilatação e o surgimento de esforços internos no componente.

3.1. Contribuições sobre a metodologia adotada

Com a aplicação da metodologia foi possível atingir os objetivos propostos no trabalho. Com isso, as Escolas Municipais de Tucuruí analisadas, apresentaram uma avaliação comparativa do grau de deterioração entre as dez primeiras amostras selecionadas para estudo, sabendo qual o ordenamento de suas severidades de deterioração.

Desta forma, considerando-se o valor da deterioração relativa (VDR), figura 4.11B, as grades das escolas mais deterioradas são as da E.M.E.F. Rachel de Melo Couto, E.M.E.F. Rui Barbosa e E.M.E.F. Praça de Costa, e assim sucessivamente até chegar ao menos deteriorado que é o da E.M.E.F. Telma de Moraes.

Assim, considerando que a demanda de recursos está cada vez maior e que estes estão cada vez mais escassos e menos acessíveis, é possível utilizar sua aplicação priorizando a deterioração e problemas patológicos das edificações que apresentarem os maiores valores da deterioração relativa (VDR). É possível ainda priorizar os materiais e componentes com maior índice de deterioração (ID), ou seja, priorizar os materiais e componentes mais comprometidos da edificação.

Pode-se também adotar soluções mistas das duas alternativas, como por exemplo, executar primeiramente reparos em locais onde ocorreram patologias que ocasionam um grau de deterioração de grau máximo (ID= 9-10), o qual de acordo com a escala indica que o material ou componente deve ser substituído e

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a execução dos levantamentos de campo, dos dados tabulados e das análises dos resultados encontrados, surge a necessidade de se fazer algumas considerações para conclusão do trabalho. As primeiras serão em relação e eficácia da metodologia adotada. Num segundo momento são feitas as considerações sobre o universo específico analisado, ou seja, sobre o estudo de caso referente às Escolas Municipais de Tucuruí. E por fim, são apresentadas sugestões para futuros trabalhos.

5.1- Considerações sobre a metodologia adotada

Com a aplicação da metodologia foi possível atingir os objetivos propostos no trabalho. Com isso, as Escolas Municipais de Tucuruí analisadas, apresentam uma avaliação comparativa do grau de deterioração entre as dez principais amostras selecionadas para estudo, sabendo qual o ordenamento de suas intensidades de deterioração.

Desta forma, considerando-se o valor da deterioração relativa (VDR), figura 4.118, os prédios das escolas mais deteriorados são os da E.M.E.F. Rachel de Melo Dutra, E.M.E.F. Rui Barbosa e E.M.E.F. Plácido de Castro, e assim sucessivamente até chegar ao menos deteriorado que é o da E.M.E.F. Telles de Menezes.

Assim, considerando que a demanda de recursos está cada vez maior e que estes estão cada vez mais escassos e menos acessíveis, é possível utilizar sua aplicação priorizando a deterioração e problemas patológicos das edificações que apresentarem os maiores valores da deterioração relativa (VDR). É possível ainda priorizar os materiais e componentes com maior índice de deterioração (ID), ou seja, priorizar os materiais e componente mais comprometidos da edificação.

Pode-se também adotar soluções mistas das duas alternativas, como por exemplo, executar primeiramente reparos de todas as ocorrências que apresentarem o índice de deterioração de grau máximo (ID= 9-10), o qual de acordo com a escala indica que o material ou componente deve ser substituído, e

posteriormente priorizar as edificações que apresentarem maiores valores da deterioração relativa (VDR).

O importante é ter-se uma ferramenta metodológica que utilize os critérios e recursos que determinam quais as prioridades conforme as necessidades.

5.2 - Considerações sobre o universo analisado (Escolas Municipais de Tucuquí).

Após a análise dos resultados, algumas considerações são importantes a se fazer, visto que as mesmas poderão ser utilizadas para futuros projetos a serem desenvolvidos para as Escolas Municipais de Tucuquí.

Desta forma, com relação às informações, é importante enfatizar as ocorrências de trincas e fissuras na alvenaria em relação aos demais problemas patológicos encontrados nas edificações (Figura 4.119), visto que a mesma corresponde à patologia mais incidente entre as demais. A segunda mais incidente é a chamada "manchas de umidade e bolor" (Figura 4, 119).

A importância de se detectar as possíveis causas, já citadas no capítulo anterior de cada patologia mais incidente, implica diretamente no custo da manutenção da edificação, visto que o custo final de uma edificação ao longo da sua vida útil é composto pelo seu custo de construção e pelo seu custo de manutenção. Portanto é importante ressaltar que cuidados essenciais são necessários nas fases de projetos e execução das edificações, para se evitar o surgimento de patologias de alta incidência, fator relevante no custo final da obra durante sua vida útil.

5.3 - Sugestões para futuros trabalhos

Tomando-se como referência o trabalho desenvolvido, propõem-se para futuros trabalho, os seguintes assuntos:

- Obter informações dos usuários da edificação com relação a conforto, segurança e comodidade, visando somar aos dados mais objetivos para uma avaliação mais completa;
- Estudar medidas para complementação do questionário usado como ferramenta de auxílio para utilização do levantamento de campo;

REFERÊNCIAS

- Fazer estudos mais aprofundados das manifestações patológicas detectadas nos prédios das escolas públicas, com objetivo de obter informações mais precisas alcançadas por meio de ensaios laboratoriais e testes específicos para cada problema;
 - Elaborar modelos de relatórios de manutenção, reformas, reparos e técnicas utilizadas;
 - Desenvolver estudos que proponham medidas adequadas para recuperação e prevenção das edificações;
 - Propor o desenvolvimento de métodos avaliativos voltados para região norte, por meio da criação de uma nova escala de índices de deterioração;
 - Desenvolver estudos semelhantes a este para outros prédios públicos de utilização distinta.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004). NBR 13.130 – Procedimento para avaliação da execução da estrutura de concreto armado. Rio de Janeiro, 2004. 40p.
- ARANHA, F.M.S. (2004). Levantamento das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado em edifícios residenciais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994.
- ARANHA, F.M.S. (2007). Levantamento das manifestações patológicas nas diversas etapas da vida útil de um edifício residencial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 37. Goiânia-GO, 1995. Anais. Goiânia, 1995. v.1, p. 205 - 218.
- BAIA, L.L.M. e SABATINI, F.H. Projeto e Execução de Revestimento de Argamassa, Editora O NOME DA ROSA, 2002, São Paulo- SP, 81p.
- BRANDÃO, R.M.L. (2007). Levantamento das Manifestações Patológicas nas Edificações, com até cinco anos de idade, executadas no Estado de Goiás, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Goiás – UFG, 221p.
- BOLDO, P.; CLIMACO, J. C. T. de S. Avaliação quantitativa do grau de deterioração de estruturas de concreto de edificações públicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Foz do Iguaçu, 2002. Anais. Foz do Iguaçu, 2002.
- CÂNOVAS, M. F. Patologia e Terapia do Concreto Armado. São Paulo: FINI, 1988. 522 p.
- GASTRO, E. K. Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estrutura de concreto armado. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 185p. 1994.
- CREMONINI, R. A. Levantamento das incidências de manifestações patológicas em componentes da edificação. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, Florianópolis, 1988. Anais. Florianópolis, 1988. p. 134 - 143.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR6118: projeto de estruturas de concreto – Rio de Janeiro, 2003, 170 p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 14931: execução de estruturas de concreto; procedimento. Rio de Janeiro, 2004, 40 p.
- 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.
- ARANHA, P. M. S.; DAL MOLIN, D. C. C. Procedimentos inadequados estabelecidos nas diversas etapas do processo construtivo que contribuem para redução do tempo de vida útil das estruturas de concreto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 37. Goiânia-Go, 1995. **Anais.** Goiânia, 1995. v.1., p. 205 - 218.
- BAÍA, L.L.M. e SABATINI, F.H. **Projeto e Execução de Revestimento de Argamassa,** Editora O NOME DA ROSA, 2002, São Paulo- SP, 81p.
- BRANDÃO, R.M.L. (2007), **Levantamento das Manifestações Patológicas nas Edificações, com até cinco anos de idade, executadas no Estado de Goiás,** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Goiás – UFG, 221p.
- BOLDO, P.; CLIMACO, J. C. T. de S. Avaliação quantitativa do grau de deterioração de estruturas de concreto de edificações públicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Foz do Iguaçu, 2002. **Anais.** Foz do Iguaçu, 2002.
- CÁNOVAS, M. F. **Patologia e Terapia do Concreto Armado.** São Paulo: PINI, 1988. 522 p.
- CASTRO, E. K.; **Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado.** Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília – DF. 185p. 1994.
- CREMONINI, R. A. Levantamento das incidências de manifestações patológicas em componentes da edificação. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL. Florianópolis, 1988. **Anais.** Florianópolis, 1988. p. 134 - 143.

- CINCOTTO, M. A. **Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações** – Publicação 1.801. 2 ed. São Paulo, IPT, 1989.
- 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.
- DIAS E ALMEIDA, **Trabalhos em sala, disciplina patologia das construções** – Ufpa 2008.
- GUIMARÃES, L.E. (2003), **Avaliação Comparativa de Grau de Deterioração de Edificações – Estudo de Caso: Prédios pertencentes à Universidade Federal de Goiás**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Goiás, 265p.
- 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.
- IOSHIMOTO, E. Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais. São Paulo. In: TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES/ IPT/Instituto de Pesquisas Tecnológicas/ Divisão de Edificações/48. 1985. p. 545 - 548.
- ISHIZUKA, Y. The degradation and prediction of service life of building components. In: DURABILITY OF BUILDING MATERIALS, 1. 1983. p.345 - 352. Amsterdam. Netherlands.
- JORGE, M. **Estudo da lixiviação do concreto compactado com rolo pela ação de águas puras**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.
- JOHN, V. M. **Avaliação da durabilidade de materiais, componentes e edificações: emprego do índice de degradação**. Porto Alegre, 1987. Dissertação de Mestrado. 115 p. UFRGS. 1987.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia científica: Ciência e conhecimento científico. Métodos científicos. Teoria, hipóteses e variáveis**. 2 ed., São Paulo - SP, Atlas, 1991.
- LICHTENSTEIN, N.B. **Patologia das Construções: Procedimento para Diagnóstico e Recuperação**. In BOLETIM TÉCNICO DA ESCOLA POLITÉCNICA

- DA USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Boletim técnico 06/86. São Paulo – SP 1986. 28p.
- MAGALHÃES, E.F. **Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul.** 2004. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto, estrutura, propriedades e materiais.** São Paulo: PINI, 1994. 572 p.
- MILITITSKY, J. , CONSOLI, N.C. e SCHNAID, F. **Patologia das Fundações,** Editora OFICINA DE TEXTO, 2008, São Paulo – SP, 199p.
- OLIVEIRA, A. M. Notas de aula 2008.
- PAES, I. Notas de aula, materiais de construção, Ufpa - 2007.
- PADILHA JR eT al, AYRES, LIRA, JORGE e MEIRA. **Levantamento Quantitativo das Patologias em Revestimentos Cerâmicos em fachadas de Edificações Verticais na Cidade de João Pessoa – PB** 2007.
- ROCHA, A.C.F. trabalho em sala, disciplina patologia das construções Ufpa - 2008.
- SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS).** 2005. 164 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- SOARES E SANTOS, Trabalhos em sala, disciplina patologia das construções Ufpa - 2008.
- SOUZA, V.C.M. e RIPPER, T. (2007) **Patologia, Recuperação e Reforço das Estruturas de Concreto,** Editora PINI, São Paulo – SP, 250p.
- TOMAZ, E. **Trincas e Fissuras: Causas, prevenção e recuperação,** Co- edição IPT/EPUS/PINI, São Paulo – SP, 194p.
- VILASBOAS, I.M.L. (2004) **Durabilidade das Edificações de Concreto Armado em Salvador: Uma Contribuição para Implantação da NBR6118: 2003.** Dissertação de Mestrado do Curso de Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 231p.
- SITES DA INTERNET:**
- Pesquisa Google:**

II CONNEPI – 2007 Levantamento Quantitativo das Patologias em Revestimentos Cerâmicos em Fachadas de Edificações Verticais na Cidade de João Pessoa – PB. Disponível em:

http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080922_100717_CIVI-023.pdf - Acesso: 22 de março de 2010, hora 17h23min.

Pesquisa Google:

Principais Patologias mais comuns em Revestimentos. Disponível em:

<http://www.demilito.com.br/10-Patologia%20dos%20revest-rev.pdf> – Acesso: 22 de março 2010, hora 15h30min.

Pesquisa Google:

Causas dos Processos de Deterioração das Estruturas Durante a Construção. Disponível em:

<http://patologiaestrutura.vilabol.uol.com.br/causas.htm> data 02/05 - Acesso: 09 de maio 2010, hora 14h28min.

Pesquisa Google:

SILVA, T.J. Como Estimar a Disponível em: Vida Útil de Estruturas Projetadas com Critérios que visam a Durabilidade. Disponível em:

<http://www.feciv.ufu.br/docentes/turibiojose/6-IIWorkDur.pdf> - Acesso: 20 de março, hora 18: 23min.

Pesquisa Google:

Site: Degussa Construction chemicals Disponível em:

<http://www.degussa.com.br.pdf> - Acesso: 04 de abril, hora 8: 30min.

5 – Observações Complementares:



ANEXO A – FICHAS DE LEVANTAMENTO DE CAMPO

Nestes anexos encontram-se as fichas desenvolvidas e adotadas para execução dos levantamentos de campo, totalizando seis modelos de fichas, distribuídos em dez figuras, identificadas como Figuras A1 até Figura A10.

1- Unidade/Órgão: _____ 2- Local: _____
3- Idade aproximada: () anos _____

4- Número e caracterização dos pavimentos:

- () Único () Tipo
- () Sub-solo/galeria () Térreo diferenciado
- () Cobertura/terraço

5- Ano da última intervenção ou reforma: _____

6- Natureza da última intervenção: _____

7- Tipo estrutural predominante:

- () Estrutura de concreto armado convencional
- () Estrutura de concreto armado com cobertura em estrutura metálica
- () Estrutura de concreto armado com lajes pré-moldadas
- () Estrutura de concreto protendido
- () Estrutura metálica
- () Alvenaria estrutural
- () Estrutura mista
- () Outros

8 – Observações Complementares:



FICHA PARA CADASTRAMENTO ESPECÍFICO DE MANIFESTAÇÃO
PATOLÓGICA

TIPO: DESCOLAMENTO E DESPLACAMENTO DE REVESTIMENTO

1- Unidade/Órgão: _____

3- Local/Dependência: _____

2- Pavimento: _____

4- Componente afetado:

- 1- Azulejo
- 2- Revestimento de argamassa
- 3- Cerâmica
- 4- Pintura

5- Causas prováveis:

- Movimentações da estrutura**
- Deficiência do material
 - Deficiência do substrato
 - Deficiência de aderência
 - Ação de intempéries e/ou agentes agressivos
 - Expansão térmica ou higroscópica do componente
 - Retração térmica ou higroscópica da base
 - Inadequação das juntas de assentamento
 - Ausência ou inadequação de juntas de movimentação
 - Fadiga
 - Outras (discriminar)

6- Origem:

- Projetos
- Execução
- Materiais
- Utilização
- Manutenção
- Outros

6- Origem:

- Projetos
- Execução
- Materiais
- Utilização
- Manutenção
- Outros

OBS.: Se não foi possível identificar as causas e/ou origens, preencher dos itens 8 a 11 (verso).

O campo 7 deve ser preenchido em todas as fichas de cadastramento.

7- Índice de deterioração:

ID	DESCRIÇÃO

Figura A2 – Ficha para Cadastramento Especifico de Descolamento de revestimento.

8- Componente afetado sujeito a:

- () Ventos fortes
- () Insolação acentuada
- () Umidade elevada
- () Agentes agressivos
- () Gradientes elevados de temperatura
- () Outros

9- Componente afetado:

- () Abaixo do NA
- () Acima do NA

10- Tempo de aparecimento:

() () meses

11- Observações complementares:

ESCALA DE DETERIORAÇÃO DO MATERIAL OU COMPONENTE	
ID	DESCRIÇÃO
0	Material ou componente não apresenta deterioração.
1 – 2	Material ou componente com deterioração mínima. Reparos são dispensáveis nesta fase. Fazer nova vistoria posteriormente.
3 – 4	Poucas partes estão deterioradas. Reparos parciais são necessários. Não há prejuízo no desempenho.
5 – 6	Algumas partes estão deterioradas. Reparos maiores são necessários. Há prejuízo do desempenho.
7 – 8	Muitas partes estão deterioradas. Reparos generalizados são necessários. A perda de desempenho é significativa.
9 - 10	O componente deve ser substituído.

Figura A3 – Ficha para Cadastramento Especifico de Descolamento de revestimento

**FICHA PARA CADASTRAMENTO ESPECÍFICO DE MANIFESTAÇÃO
PATOLÓGICA**

TIPO: OUTRAS MANIFESTAÇÕES

1- Unidade/Órgão: _____

3-Local/Dependência: _____

2- Pavimento: _____

4- Componente afetado: _____

5- Manifestação patológica: _____

6- Causas prováveis (imediatas e remotas): _____

7- Origem:

- () Projeto
- () Execução
- () Materiais
- () Utilização
- () Manutenção
- () Outros

OBS.: Se não foi possível identificar as causas e/ou origens, preencher dos itens 8 ao 11. O campo 12 deve ser preenchido em todas as fichas de cadastramento.

8- Componente afetado está sujeito a:

9- Componente afetado está situado:

- () Abaixo do NA
- () Acima do NA

10- Tempo de aparecimento:

() meses

11- Observações complementares:

12- Índice de deterioração:

Figura A4 – Ficha para Cadastramento de outras Manifestações Patológicas.

<p>1- Estrutura de concreto</p> <p><input type="checkbox"/> Alvenarias</p> <p><input type="checkbox"/> Revestimentos</p> <p><input type="checkbox"/> Cobres azuis</p> <p><input type="checkbox"/> Estrutura metálica</p> <p><input type="checkbox"/> Outros</p>	<p>5 - Manifestação patológica:</p> <p>6 - Causas prováveis:</p>
<p>7 - Origem:</p> <p><input type="checkbox"/> Projeto</p> <p><input type="checkbox"/> Execução</p> <p><input type="checkbox"/> Material</p> <p><input type="checkbox"/> Utilização</p> <p><input type="checkbox"/> Manutenção</p> <p><input type="checkbox"/> Outros</p>	<p>OBS.: Se não foi possível identificar as causas e/ou origens, preencher dos itens 5 ao 11. O campo 12 deve ser preenchido em todas as fichas de cadastramento.</p>
<p>8 - Componente afetado está sujeito a:</p>	
<p>9 - Componente afetado está situado:</p> <p><input type="checkbox"/> Abaixo do NA</p> <p><input type="checkbox"/> Acima do NA</p>	

**FICHA PARA CADASTRAMENTO ESPECÍFICO DE MANIFESTAÇÃO
PATOLÓGICA**

TIPO: REVESTIMENTO E PINTURAS

1- Unidade/Órgão: _____

3-Local/Dependência: _____

2- Pavimento: _____

4- Componente afetado:

- Estrutura de concreto
- Alvenarias
- Revestimentos
- Quebra sol
- Estrutura metálica
- Outros

5 - Manifestação patológica:

6 - Causas prováveis:

7- Origem:

- Projeto
- Execução
- Materiais
- Utilização
- Manutenção
- Outros

**OBS.: Se não foi possível
identificar as causas e/ou
origens, preencher dos itens
8 ao 11.**

**O campo 12 deve ser
preenchido em todas as fichas
de cadastramento.**

8- Componente afetado está sujeito a:

9- Componente afetado está situado:

- Abaixo do NA
- Acima do NA

10- Tempo de aparecimento:

() meses

11- Observações complementares:

12- Índice de deterioração:

Figura A5 – Ficha para Cadastramento de Revestimento e Pintura.

<input type="checkbox"/> Alvenarias <input type="checkbox"/> Revestimento de _____ <input type="checkbox"/> Estrutura <input type="checkbox"/> Outros	<input type="checkbox"/> Movimentações lineares <input type="checkbox"/> Movimentações nigrosópicas <input type="checkbox"/> Movimentações desalinhamentos estruturais <input type="checkbox"/> Afiação de sobrecargas <input type="checkbox"/> Adaptação do solo e de fundação (recipiente diferenciado) <input type="checkbox"/> Falta/falha em vergas e contravergas <input type="checkbox"/> Falta/falha em amarrações <input type="checkbox"/> Falta/falha no Encunhamento <input type="checkbox"/> Tubulações próximas à superfície <input type="checkbox"/> Retração de produtos à base de cimento <input type="checkbox"/> Retração de argamassa de assentamento <input type="checkbox"/> Alterações químicas dos materiais de construção <input type="checkbox"/> Dosagem inadequada <input type="checkbox"/> Outras (discriminar)
7- Origem: <input type="checkbox"/> Projeto <input type="checkbox"/> Execução <input type="checkbox"/> Materiais <input type="checkbox"/> Utilização <input type="checkbox"/> Manutenção <input type="checkbox"/> Outros	OBS.: Se não foi possível identificar as causas e/ou origens, preencher dos itens 8 ao 11. O campo 12 deve ser preenchido em todas as fichas de cadastramento.

**FICHA PARA CADASTRAMENTO ESPECÍFICO DE MANIFESTAÇÃO
PATOLÓGICA**

TIPO: TRINCAS E FISSURAS

<p>1- Unidade/Órgão: _____</p> <p>3-Local/Dependência: _____</p> <p>2- Pavimento: _____</p>	<p>4- Manifesta:</p> <p><input type="checkbox"/> Internamente</p> <p><input type="checkbox"/> Externamente</p>
<p>5- Componente afetado:</p> <p><input type="checkbox"/> Alvenarias</p> <p><input type="checkbox"/> Revestimento de</p> <p><input type="checkbox"/> Estrutura</p> <p><input type="checkbox"/> Outros</p>	<p>6- Causas prováveis:</p> <p><input type="checkbox"/> Movimentações térmicas</p> <p><input type="checkbox"/> Movimentações higroscópicas</p> <p><input type="checkbox"/> Movimentações/deformações estruturais</p> <p><input type="checkbox"/> Atuação de sobrecargas</p> <p><input type="checkbox"/> Acomodação do solo e da fundação (recalque diferenciado)</p> <p><input type="checkbox"/> Falta/falha em vergas e contravergas</p> <p><input type="checkbox"/> Falta/falha em amarrações</p> <p><input type="checkbox"/> Falta/Falha no Encunhamento</p> <p><input type="checkbox"/> Tubulações próximas à superfície</p> <p><input type="checkbox"/> Retração de produtos à base de cimento</p> <p><input type="checkbox"/> Retração de argamassa de assentamento</p> <p><input type="checkbox"/> Alterações químicas dos materiais de construção</p> <p><input type="checkbox"/> Dosagem inadequada</p> <p><input type="checkbox"/> Outras (discriminar)</p>
<p>7- Origem:</p> <p><input type="checkbox"/> Projeto</p> <p><input type="checkbox"/> Execução</p> <p><input type="checkbox"/> Materiais</p> <p><input type="checkbox"/> Utilização</p> <p><input type="checkbox"/> Manutenção</p> <p><input type="checkbox"/> Outros</p>	<p>OBS.: Se não foi possível identificar as causas e/ou origens, preencher dos itens 8 ao 11.</p> <p>O campo 12 deve ser preenchido em todas as fichas de cadastramento.</p>

8 - Índice de deterioração:

Figura A6 – Ficha para Cadastramento de Trincas e Fissuras.

9 - Componente afetado sujeito a:

- Ventos fortes
- Insolação acentuada
- Umidade elevada
- Sobre-carga não prevista
- Infiltração no solo
- Outros

10 - Causas remotas mais prováveis:

11- Componente afetado está situado:

- Abaixo do NA
- Acima do NA

12- Tempo de aparecimento:

- meses

13- Observações complementares:

14- Índice de deterioração:

ESCALA DE DETERIORAÇÃO DO MATERIAL OU COMPONENTE	
ID	DESCRIÇÃO
0	Material ou componente não apresenta deterioração.
1 - 2	Material ou componente com deterioração mínima. Reparos são dispensáveis nesta fase. Fazer nova vistoria posteriormente.
3 - 4	Poucas partes estão deterioradas. Reparos parciais são necessários. Não há prejuízo no desempenho.
5 - 6	Algumas partes estão deterioradas. Reparos maiores são necessários. Há prejuízo do desempenho.
7 - 8	Muitas partes estão deterioradas. Reparos generalizados são necessários. A perda de desempenho é significativa.
9 - 10	O componente deve ser substituído.

Figura A7 – Ficha para Cadastramento de Trincas e Fissuras.

Trincas e fissuras ()

Vedação em saquedras ()

Falta/falta em pingadeiras ()

Falta/falta em peitoris ()

Falta/falta em rufos externos ()

Falta/falta em beirais ()

Falta/falta em juntas ()

Falta/falta em drenagens em áreas adjacentes ()

Falta/falta em impermeabilização ()

Faltas em concretagem ()

Juntas de concretagem ()

Faltas nas juntas de dilatação ou movimentação ()

Infiltração por condutas elétricas ()

FICHA PARA CADASTRAMENTO ESPECÍFICO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA

TIPO: UMIDADE DE

- INFILTRAÇÃO
- ASCENSÃO POR CAPILARIDADE
- CONDENSAÇÃO
- VAZAMENTOS ACIDENTAIS

1 – Unidade / órgão: _____	4 – Material ou componente afetado: _____ _____
2 – Pavimento: _____	
3 – Local / dependência: _____	

5 – Alteração visual ou indicadores de deterioração:

- Água visível ()
- Manchas de umidade ()
- Eflorescências ()
- Fungos ()
- Estufamentos ()
- Destacamentos ()
- Corrosão ()
- Alteração do material ()

*OBS.: Se não foi possível identificar as causas e/ou origens, preencher dos itens 8 ao 11.
O campo 12 deve ser preenchido em todos os casos.*

6 – Causas imediatas mais prováveis:

- Trincas e fissuras ()
- Vedação em esquadrias ()
- Falta/Falha em pingadeiras ()
- Falta/Falha em peitoris ()
- Falta/Falha em rufos externos ()
- Falta/Falha em beirais ()
- Falta/Falha em rejuntas ()
- Falta/Falha em drenagem em áreas adjacentes ()
- Falta/Falha em impermeabilização ()
- Falhas em concretagem ()
- Juntas de concretagem ()
- Falhas nas juntas de dilatação ou movimentação ()
- Infiltração por conduites elétricos ()

7- Índice de deterioração:

ID DESCRIÇÃO

8 – Dimensionamento: Pontual: Não Pontual: x = m ou m2

Figura A8 – Ficha para Cadastramento específico de umidade (Parte 1).

9 – Causas remotas mais prováveis:

10- Origem:

- Projeto
- Execução
- Materiais
- Utilização
- Manutenção
- Outros

OBS.: Se não foi possível identificar as causas e/ou origens, preencher dos itens 8 ao 11.
O campo 12 deve ser preenchido em todas as fichas de cadastramento.

11 – Componente afetado: Abaixo do NA () Acima do NA ()

12 – Forma de manifestação:

- Unidade Persistente ()
- Eventual ()
- Localizada ()
- Generalizada ()
- Com fungos ()
- Sem fungos ()
- Com eflorescências ()
- Sem eflorescências ()

ESCALA DE DETERIORAÇÃO DO MATERIAL OU COMPONENTE	
ID	DESCRIÇÃO
0	Material ou componente não apresenta deterioração.
1 – 2	Material ou componente com deterioração mínima. Reparos são dispensáveis nesta fase. Fazer nova vistoria posteriormente.
3 – 4	Poucas partes estão deterioradas. Reparos parciais são necessários. Não há prejuízo no desempenho.
5 – 6	Algumas partes estão deterioradas. Reparos maiores são necessários. Há prejuízo do desempenho.
7 – 8	Muitas partes estão deterioradas. Reparos generalizados são necessários. A perda de desempenho é significativa.
9 - 10	O componente deve ser substituído.

Figura A9 – Ficha para Cadastramento específico de umidade (parte 2).

11 – Componente afetado: Abaixo do NA () Acima do NA ()

12 – Forma de manifestação:

Umidade Persistente ()
 Eventual ()
 Localizada ()
 Generalizada ()
 Com fungos ()
 Sem fungos ()
 Com eflorescências ()
 Sem eflorescências ()

Eflorescências e fungos espalhados ()

13- Tempo de aparecimento: () meses

14 – Quando chove:

Seca rapidamente ()	3	2	12%
Demora para secar ()	5	5	29%
Traz mau cheiro ()	1	1	6%
TOTAL	9	9	100%

15 – Tempo mais provável para manifestação:

Dia de chuva ()	2	1	6%
Período longo de chuva ()	27	17	100%
Permanentemente ()			
Outros (discriminar) ()			
TOTAL	29	18	100%

16 - Estado da impermeabilização do componente afetado: _____

17 – Componente afetado sujeito a:

Chuva incidente acentuada ()	3	3	13%
Más condições de ventilação ()	9	2	22%
Ventos fortes ()	9	2	22%
Inundações ()	10	1	11%
TOTAL	40	9	100%

Figura A9 – Ficha para Cadastramento específico de umidade (parte 3).

Descolamento da pintura	4	1	10%
Formação de bolhas	3	1	13%
Trocas e fissuras na argamassa	4	1	13%
Trocas e fissuras na alvenaria (superf.)	3	1	13%
Trocas e fissuras na alvenaria (canto)	3	1	13%
Umidade (infiltração)	3	2	25%
Umidade (condensada)	3	1	13%
TOTAL	23	9	100%

ANEXO B – TABELAS CONTENDO DADOS DO LEVANTAMENTO DE CAMPO.
Encontram-se neste anexo, os dados obtidos do levantamento de campo realizado nas escolas.

Tabela B.1 – Dados referentes a E.M.E.F. Ana Pontes Francez.

E.M.E.F ANA PONTES FRANCEZ			
Manifestações Patológicas	Índice de Deterioração	Ocorrências	% de ocorrência
Corrosão	5	1	6%
Descascamento da pintura	3	2	12%
Destacamento de placas cerâmicas	5	5	29%
Descolamento da pintura	4	1	6%
Descolamento da argamassa	4	2	12%
Trincas e fissuras na alvenaria	4	5	29%
Trincas e fissuras no revetimento cerâmico	2	1	6%
TOTAL	27	17	100%

Tabela B.2 – Dados referentes a E.M.E.F. Dulcimar Mesquita Brito.

E.M.E.F. DULCIMAR MESQUITA BRITO			
Manifestações Patológicas	Índice de Deterioração	Ocorrências	% de Ocorrências
Destacamento de placas cerâmicas	10	1	12%
Manchas esbranquiçadas	2	3	33%
Trincas e fissuras na alvenaria	9	2	22%
Trincas e fissuras nas argamassas	9	2	22%
Trincas e fissuras em pisos e/ou muros	10	1	11%
TOTAL	40	9	100%

Tabela B.3 – Dados referentes a E.M.E.F. Ester Gomes.

E.M.E.F. ESTER GOMES			
Manifestações Patológicas	Índice de Deterioração	Ocorrências	% de ocorrência
Descolamento da pintura	4	1	10%
Formação de bolhas	3	1	13%
Trincas e fissuras na argamassa	4	1	13%
Trincas e fissuras na alvenaria (superior)	3	1	13%
Trincas e fissuras na alvenaria (canto)	3	1	13%
Umidade (infiltração)	3	2	25%
Umidade (capilaridade)	3	1	13%
TOTAL	23	8	100%

Tabela B.4 – Dados referentes a E.M.E.F. Grão Pará.

E.M.E.F. GRÃO PARÁ			
Manifestações Patológicas	Índice de Deterioração	Ocorrências	% de ocorrência
Corrosão	6	1	7%
Descascamento da pintura	2	1	8%
Destacamento de placas cerâmicas	5	1	8%
Eflorescência	4	1	8%
Falha na qualidade do concreto e espessura do revestimento	6	1	8%
Formação de bolhas	2	1	8%
Manchas de umidade e bolor	5	4	31%
Segregação	8	1	6%
Trinca e fissura na alvenaria	2	1	8%
Trinca e fissura no revestimento cerâmico	3	1	8%
TOTAL	43	13	100%

Tabela B.5 – Dados referentes a E.M.E.F. Gumercindo Gomes.

E.M.E.F. GUMERCINDO GOMES			
Manifestações Patológicas	Índice de Deterioração	Ocorrências	% de Ocorrências
Descascamento da Pintura	2	1	33%
Trincas e fissuras na alvenaria	3	2	67%
TOTAL	5	3	100%

Tabela B.6 – Dados referentes a E.M.E.F. Irmã Ivone.

E.M.E.F. IRMÃ IVONE			
Manifestações Patológicas	Índice de Deterioração	Ocorrências	% de ocorrência
Descascamento da pintura	3	1	10%
Descolamento da pintura	4	2	20%
Formação de bolhas	4	2	20%
Manchas de umidade e bolor	3	2	20%
Trincas e fissuras na alvenaria	4	3	30%
TOTAL	18	10	100%

Tabela B.9 – Dados referentes a E.M.E.F. Rui Barbosa.

Tabela B.7 – Dados referentes a E.M.E.F. Plácido de Castro.

E.M.E.F. PLÁCIDO DE CASTRO			
Manifestações Patológicas	Índice de Deterioração	Ocorrências	% de Ocorrências
Manchas de umidade e bolor	8	2	15%
Trincas e fissuras na alvenaria	4	2	15%
Trincas e fissuras e pisos e/ou muros	2	4	32%
Trincas e fissuras no revestimento cerâmico	2	5	38%
TOTAL	16	13	100%

Tabela B.8 – Dados referentes a E.M.E.F. Rachel de Melo Dutra.

E.M.E.F. RACHEL DE MELO DUTRA			
Manifestações Patológicas	Índice de Deterioração	Ocorrências	% de Ocorrências
Corrosão	6	3	10%
Descascamento da pintura	2	1	4%
Falha da qualidade do concreto e espessura do cobrimento	2	2	8%
Lixiviação dos compostos hidratados	2	3	12%
Trincas e fissuras na alvenaria	4	4	15%
Trincas e fissuras na argamassa	2	3	12%
Trincas e fissuras no revestimento cerâmico	5	4	15%
Trincas e fissuras em pisos e/ou muros	10	3	12%
Umidade (Infiltração)	5	3	12%
TOTAL	38	26	100%

Tabela B.9 – Dados referentes a E.M.E.F. Rui Barbosa.

E.M.E.F. RUI BARBOSA			
Manifestações Patológicas	Índice de Deterioração	Ocorrências	% de Ocorrências
Corrosão	7	7	21%
Descascamento da pintura	4	1	6%
Descolamento da argamassa de revestimento	6	2	9%
Descolamento da pintura	3	2	3%
Destacamento de placas cerâmicas	5	2	3%
Formação de bolhas	4	2	7%
Lixiviação dos compostos hidratados	7	3	9%
Manchas de umidade e bolor	7	7	21%
Segregação do concreto	4	3	9%
Trincas e fissuras na alvenaria	4	4	12%
TOTAL	51	33	100%

Tabela B.10 – Dados referentes a E.M.E.F. Telles de Menezes.

E.M.E.F. TELLES DE MENEZES			
Manifestações Patológicas	Índice de Deterioração	Ocorrências	% de ocorrência
Trinca e fissura na alvenaria	3	5	63%
Trinca e fissura no revestimento cerâmico	4	3	37%
TOTAL	7	8	100%

E.M.E.F. João Paris	0,038
E.M.E.F. Guimarães Gomas	0,0014
E.M.E.F. Jmã Maria	0,018
E.M.E.F. Plácido de Castro	0,05
E.M.E.F. Raciol de Melo	0,12
E.M.E.F. Rui Barbosa	0,12
E.M.E.F. Telles de Menezes	0,0009

ANEXO C – TABELAS CONTENDO DADOS DA ANÁLISE GERAL DOS RESULTADOS DE VDA E VDR.

Encontram-se, neste anexo os dados do levantamento de campo, referente a análise geral das escolas obtendo como resultado o comparativo de grau de deterioração das escolas, bem como a análise das patologias mais incidentes.

Tabela C.1 – Dados referentes ao VDA.

ESCOLAS	VDA
E.M.E.F Ana Pontez Francez	85
E.M.E.F Dulcimar Brito	90
E.M.E.F Ester Gomes	32
E.M.E.F Grão Pará	104
E.M.E.F Gumercindo Gomes	9
E.M.E.F Irmã Ivone	40
E.M.E.F Plácido de Castro	104
E.M.E.F Rachel de Melo	260
E.M.E.F Rui Barbosa	231
E.M.E.F Telles de Menezes	24

Tabela C.1 – Dados referentes ao VDR.

ESCOLAS	VDR
E.M.E.F Ana Pontez Francez	0,025
E.M.E.F Dulcimar Brito	0,03
E.M.E.F Ester Gomes	0,028
E.M.E.F Grão Pará	0,038
E.M.E.F Gumercindo Gomes	0,0014
E.M.E.F Irmã Ivone	0,019
E.M.E.F Plácido de Castro	0,05
E.M.E.F Rachel de Melo	0,12
E.M.E.F Rui Barbosa	0,12
E.M.E.F Telles de Menezes	0,0009

Tabela C.1 – Dados referentes as manifestações patológicas e o número de ocorrências.

MANIFESTAÇÕES PATOLOGICAS	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS
Corrosão	12
Descolamento da Pintura	7
Descolamento da Argamassa	4
Descasamento da Pintura	7
Destacamento de Placas Cerâmicas	9
Eflorelescência	1
Falha na Qualidade de Concreto e Espessura do Cobrimento	3
Formação de Bolhas	4
Lixiviação dos Compostos Hidratados	6
Manchas e Umidade e Bolor	18
Manchas Esbranquiçadas	3
Segregação	4
Trincas e Fissuras na Alvenaria	30
Trincas e Fissuras na Argamassa	1
Trincas e Fissuras no Revestimento Cerâmico	14
Trincas e Fissuras em Pisos ou Muros	7