

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

Delane Vieira Giacomelli

**PRINCIPAIS PATOLOGIAS ENCONTRADAS NOS PRÉDIOS DA
UFSM EXECUTADOS PELO PROGRAMA REUNI - CAMPUS SEDE**

Santa Maria, RS
2016

Delane Vieira Giacomelli

**PRINCIPAIS PATOLOGIAS ENCONTRADAS NOS PRÉDIOS DA UFSM
EXECUTADOS PELO PROGRAMA REUNI - CAMPUS SEDE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito final para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil**.

Orientador: Prof. Eduardo Rizzatti

Santa Maria, RS
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Giacomelli, Delane Vieira
Principais patologias encontradas nos prédios da UFSM executados pelo Programa REUNI - Campus Sede / Delane Vieira Giacomelli.- 2016.
138 p.; 30 cm

Orientador: Eduardo Rizzatti
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, RS, 2016

1. Patologias 2. Trincas 3. Manutenção corretiva 4. Qualidade da construção 5. Infiltração. Projeto I.
Rizzatti, Eduardo II. Título.

© 2016

Todos os direitos autorais reservados a Delane Vieira Giacomelli. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: engdelane@hotmail.com

Delane Vieira Giacomelli

**PRINCIPAIS PATOLOGIAS ENCONTRADAS NOS PRÉDIOS DA UFSM
EXECUTADOS PELO PROGRAMA REUNI - CAMPUS SEDE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito final para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil**.

Aprovado em 03 de junho de 2016:

Eduardo Rizzatti, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Emil de Souza Sánchez Filho, Dr. (UFF)

Taís Maria Peixoto Alves, Dra. (UFSM)

Santa Maria, RS
2016

Dedico este trabalho

*A Deus,
leal companheiro, que me dá forças para ir em frente;
Aos meus pais, Ciro e Nilda,
pelo exemplo de vida, apoio e amor incondicional;
À minha filha, Lorenza,
razão do meu viver.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida e por ser presença constante, dando-me forças nos momentos difíceis e mostrando o caminho a ser seguido.

Aos meus pais, Ciro e Nilda, pela formação e educação proporcionada e, sobretudo, pelo amor incondicional e exemplo de vida.

À minha filha Lorenza, pelo carinho, pela compreensão e por tornar meus dias mais felizes.

Ao professor Eduardo Rizzatti, que aceitou a tarefa de orientar este trabalho, pela amizade, por acreditar em mim e apoiar ao longo do desenvolvimento desta dissertação.

À servidora administrativa Marília Goulart, pelo constante auxílio e amizade.

Aos Professores Emil de Souza Sánchez Filho e Taís Peixoto Alves, pela disponibilidade em estarem presentes na banca examinadora deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e todos seus professores, pelos conhecimentos transmitidos e, por oportunizar a realização de meu aperfeiçoamento profissional.

A todos os amigos e familiares que me apoiaram e incentivaram para a conclusão do presente trabalho.

RESUMO

PRINCIPAIS PATOLOGIAS ENCONTRADAS NOS PRÉDIOS DA UFSM EXECUTADOS PELO PROGRAMA REUNI – CAMPUS SEDE

AUTOR: Delane Vieira Giacomelli

ORIENTADOR: Eduardo Rizzatti

As patologias sempre fizeram parte do meio da construção civil e apresentam-se sob diversos aspectos como: trincas, fissuras, umidades, manchas, descolamentos, entre outros. Seu surgimento ocorre devido a falhas de projeto, construtivas e de manutenção, gerando ambientes insalubres, de estética desagradável e, muitas vezes, com segurança estrutural duvidosa. Além disso, sua recuperação, geralmente, apresenta altos custos. Por essa razão, tornou-se relevante o levantamento dessas patologias nos prédios da Universidade Federal de Santa Maria, visto que, os mesmos são frequentados por milhares de usuários diariamente e, portanto, devem cumprir sua função com bom desempenho, além de garantir segurança aos mesmos. Estudos de caso aqui apresentados buscaram levantar e identificar os problemas existentes, suas causas e tipos de intervenção a serem aplicadas para recuperação das edificações. O trabalho foi conclusivo de que a fase de projeto da edificação é determinante para a definição das patologias. Projetos técnicos completos e integrados entre si, além de detalhamentos e especificações adequados e aliados a um sistema de gestão da qualidade da execução são fundamentais para evitar a presença de patologias construtivas.

Palavras-chave: Patologias. Trincas. Manutenção corretiva. Qualidade da construção. Infiltração. Projeto.

ABSTRACT

MAIN PATHOLOGIES FOUND IN BUILDINGS OF UFSM EXECUTED BY REUNI PROGRAM – HEADQUARTERS CAMPUS

**AUTHOR: DELANE VIEIRA GIACOMELLI
ADVISOR: EDUARDO RIZZATTI**

Pathologies have always been part of the middle of the construction and are presented in various aspects such as cracks, fissures, moisture, stains, detachments, among others. Its appearance is due to project flaws, construction and maintenance, creating unhealthy environments, unpleasant aesthetics and often with dubious structural safety. In addition, recovery generally has high costs. For this reason, it became important to the review of these conditions in the buildings of the Federal University of Santa Maria, as they are frequented by thousands of users daily and, therefore, should fulfill its function with good performance and ensure security for them. Case studies presented here sought to raise and identify the problems, their causes and types of intervention to be applied to recovery of the buildings. The work was conclusive that the building project phase is crucial for the definition of the conditions. Complete technical projects and integrated, as well as detailing and appropriate specifications combined with an execution quality management system is fundamental to avoid the presence of constructive pathologies.

Keywords: Pathology. Cracks. Infiltration. Project.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Localização geográfica do município de Santa Maria/RS	21
Figura 2 –	Localização geográfica da Universidade Federal de Santa Maria – Campus Sede	22
Figura 3 –	Implantação do Campus – década de 1960.....	23
Figura 4 –	Campus em 1972.....	24
Figura 5 –	Planta com a cronologia das obras do Campus Sede da Universidade Federal de Santa Maria.....	26
Figura 6 –	Fluxograma da metodologia adotada para a pesquisa.....	28
Figura 7 –	Etapas de produção e uso das obras civis.....	33
Figura 8 –	Fluxograma para diagnóstico de patologias.....	35
Figura 9 –	Principais causas de patologias	36
Figura 10 –	Infiltração na laje	40
Figura 11 –	Manchas na pintura.....	40
Figura 12 –	Mofo em parede	41
Figura 13 –	Eflorescência na alvenaria	42
Figura 14 –	Eflorescência no concreto.....	42
Figura 15 –	Fissuras devido ao recalque de fundação.....	46
Figura 16 –	Fissuração típica da alvenaria causada por sobrecarga vertical.....	47
Figura 17 –	Trincas horizontais na alvenaria provenientes de sobrecargas.....	47
Figura 18 –	Fissuração típica (real) nos cantos das aberturas sob atuação de sobrecargas	48
Figura 19 –	Ruptura localizada da alvenaria sob o ponto de aplicação da carga e propagação de fissuras, a partir deste ponto	48
Figura 20 –	Formação de fissuras horizontais devido à variação de temperatura ..	50
Figura 21 –	Configurações típicas de ataques por reações químicas.....	51
Figura 22 –	Fissuras em paredes externas devido à retração da laje de cobertura.....	52
Figura 23 –	Fissuras causadas por retração da argamassa	53
Figura 24 –	Imagem de localização do prédio DERCA/servidores.....	61
Figura 25 –	Vista inferior da marquise.....	62
Figura 26 –	Fissura e desprendimento de revestimento na marquise.....	62
Figura 27 –	Fissuras na laje do segundo pavimento.....	63
Figura 28 –	Imagem do projeto estrutural da marquise.....	63
Figura 29 –	Detalhamento da armadura da marquise.....	64
Figura 30 –	Mapa de localização da ampliação do Restaurante Universitário I	65
Figura 31 –	Vista inferior da marquise.....	66
Figura 32 –	Vista do pilar de apoio com seção 20 cm x 20 cm	67
Figura 33 –	Vista superior projeto estrutural marquise.....	67
Figura 34 –	Localização do Prédio do Curso de Arquitetura	70
Figura 35 –	Auditório do Prédio do Curso de Arquitetura.....	71
Figura 36 –	Laje com mapeamento de armadura.....	71
Figura 37 –	Laje e pilar com falha de concretagem.....	72
Figura 38 –	Localização do Prédio do Curso de Música	73
Figura 39 –	Fissuras e perda de aderência da camada de pintura	74
Figura 40 –	Fissuras e trinca horizontal na parede do estúdio de música.....	74
Figura 41 –	Fissuras – mapeamento.....	75
Figura 42 –	Trinca a 45 ^o em região de balanço	75

Figura 43 – Trinca a 45 ⁰ podendo indicar recalque suave.....	76
Figura 44 – Aspecto da fachada, pingadeiras.....	76
Figura 45 – Detalhe esquadro da porta de acesso secundário.....	77
Figura 46 – Elemento de estanqueidade deslocado.....	77
Figura 47 – Elemento de estanqueidade deslocado.....	78
Figura 48 – Umidade ascensional com desprendimento da pintura (pavimento térreo).....	78
Figura 49 – Umidade ascensional com desprendimento da pintura (pavimento térreo).....	79
Figura 50 – Umidade na parede provoca desprendimento da camada de pintura .	79
Figura 51 – Problema de estanqueidade/presença de umidade interior.....	80
Figura 52 – Presença de umidade no teto.....	80
Figura 53 – Localização do Prédio de Engenharia Química.....	82
Figura 54 – Fachada frontal (leste).....	83
Figura 55 – Detalhe de aspecto fissurado da fachada frontal (leste).....	83
Figura 56 – Detalhe do teto da recepção no segundo pavimento.....	84
Figura 57 – Descascamento da pintura e mofo em sala do segundo pavimento....	84
Figura 58 – Telhado em aluzinc com pouca inclinação.....	85
Figura 59 – Detalhe da cobertura danificada e tubulações de ar condicionado.....	85
Figura 60 – Cobertura avariada.....	86
Figura 61 – Mofo e manchas de umidade em sala do segundo pavimento.....	86
Figura 62 – Mofo e manchas de umidade em sala do segundo pavimento.....	87
Figura 63 – Mofo e manchas de umidade em parede do laboratório.....	87
Figura 64 – Mofo, bolhas e descascamento de tinta próximo à canalização de passagem dos tubos do ar-condicionado.....	88
Figura 65 – Mofo em parede de sala junto à fachada frontal.....	88
Figura 66 – Inchaço de elemento de divisória por presença de água.....	89
Figura 67 – Mofo na mobília por presença de umidade.....	89
Figura 68 – Mofo na mobília por presença de umidade.....	90
Figura 69 – Localização do Prédio do Centro de Educação - Anexo B.....	91
Figura 70 – Fachada leste do Prédio do Anexo B do Centro de Educação.....	92
Figura 71 – Fissuração na fachada leste.....	93
Figura 72 – Detalhes das fissuras da fachada leste.....	93
Figura 73 – Mofo em parede adjacente à fachada leste.....	94
Figura 74 – Mofo no canto da parede adjacente à fachada leste.....	94
Figura 75 – Mofo em parede leste.....	95
Figura 76 – Detalhe da instalação de equipamento de ar condicionado.....	95
Figura 77 – Detalhe da instalação de equipamento de ar condicionado.....	96
Figura 78 – Detalhe da umidade na parede externa devido à água proveniente do dreno do ar condicionado.....	96
Figura 79 – Presença de mofo e bolhas na pintura junto à face interna da parede devido à infiltração de umidade proveniente dos respingos de água do ar condicionado.....	97
Figura 80 – Mofo em revestimento interno de parede junto à dreno externo de ar condicionado.....	97
Figura 81 – Abertura não vedada para passagem de tubulação do ar-condicionado.....	98
Figura 82 – Mofo na parede sul.....	98
Figura 83 – Descascamentos de pintura em regiões próximas à <i>shafts</i> nos banheiros.....	99

Figura 84 – Bolhas na pintura junto à tubulação de combate à incêndio	99
Figura 85 – Abertura no forro de gesso que apresentava umidade para conserto da tubulação do banheiro do andar superior	100
Figura 86 – Localização do Prédio do CCSH (Bloco C)	101
Figura 87 – Estrutura de concreto da fachada com problemas de prumo	102
Figura 88 – Detalhe de viga da fachada fora de prumo	103
Figura 89 – Detalhe de problemas de concretagem na estrutura do prédio.....	103
Figura 90 – Detalhe da má execução da escada	104
Figura 91 – Detalhe da escada com degraus tortos e nichos de concretagem.....	104
Figura 92 – Detalhe de vão entre escada e parede	105
Figura 93 – Vão de esquadria executado sem verga de concreto	105
Figura 94 – Laje com problema de concretagem	106
Figura 95 – Junta de dilatação com fissura na coluna e no piso preenchida com contrapiso.....	106
Figura 96 – Localização do Prédio do Centro de Ciências Rurais (Anexo).....	108
Figura 97 – Fissura entre alvenaria e viga de concreto.....	109
Figura 98 – Manchas de umidade no forro do último pavimento.....	110
Figura 99 – Desprendimento de placas do forro do último pavimento	110
Figura 100 – Detalhe do telhado com deformação de sua estrutura de madeira	111
Figura 101 – Detalhe das telhas de fibrocimento em estado de decomposição	111
Figura 102 – Detalhe da calha, rufos e algerozas	112
Figura 103 – Manchas de umidade devido à infiltração pela cobertura de policarbonato.....	112
Figura 104 – Vista externa da cobertura de policarbonato.....	113
Figura 105 – Detalhe da instalação da cobertura de policarbonato cujas ranhuras estão no sentido oposto ao caimento da água da chuva e elementos de fixação sobressalentes.....	113
Figura 106 – Eflorescência no revestimento da fachada sul.....	114
Figura 107 – Eflorescência no revestimento da fachada sul	114
Figura 108 – Desagregação da pintura em razão da presença de umidade – parede junto à fachada sul	115
Figura 109 – Localização do Prédio do CTISM (Anexo)	117
Figura 110 – Detalhe da instalação do equipamento de ar condicionado com infiltração na laje da marquise e desprendimento do reboco	118
Figura 111 – Manchas de mofo na fachada indicando o mau funcionamento das pingadeiras sob as esquadrias.....	118
Figura 112 – Manchas de mofo na face inferior da viga externa indicando o acúmulo de umidade pela inexistência de pingadeira	119
Figura 113 – Fissura no remate do peitoril da esquadria	119
Figura 114 – Detalhe da pedra do peitoril cuja largura é insuficiente, havendo fechamento do vão com argamassa	120
Figura 115 – Bolhas e descascamento da pintura em parede interna em região do peitoril da esquadria.....	120
Figura 116 – Manchas de umidade e descascamento da pintura em revestimento interno junto à esquadria.....	121
Figura 117 – Fissura e desprendimento da camada de pintura em parede interna em região próxima à esquadria.....	121
Figura 118 – Deterioração de porta junto à circulação do prédio.....	122
Figura 119 – Localização do Prédio de Geração de Energia Distribuída	124
Figura 120 – Fissura no pórtico de acesso ao prédio.....	125

Figura 121 – Detalhe da fissura e umidade da laje de cobertura.....	125
Figura 122 – Manchas de umidade no pórtico.....	126
Figura 123 – nfiltração na laje de cobertura do pórtico.....	126
Figura 124 – Manchas de umidade e bolhas na pintura da estrutura do pórtico junto à conexão com a cobertura de policarbonato no acesso ao prédio.....	127
Figura 125 – Vãos entre as soleiras e as esquadrias.....	127
Figura 126 – Esquadria sem soleira e reboco sem proteção de pintura apresentando acúmulo de umidade e manchas de mofo	128
Figura 127 – Fissura horizontal entre a parede de alvenaria e a laje na fachada oeste.....	128
Figura 128 – Detalhe da instalação de ar condicionado sem qualquer planejamento	129
Figura 129 – Ciclo com as principais origens das patologias encontradas.....	132

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	BREVE HISTÓRICO E LOCALIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO	20
1.2	JUSTIFICATIVA DO TEMA	26
1.3	OBJETIVOS	27
1.3.1	Objetivo geral	27
1.3.2	Objetivos específicos	27
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	28
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
2.1	PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO	31
2.1.1	Conceito de patologia	31
2.1.2	Origem e causas das patologias	32
2.1.2.1	<i>Patologias originárias de falhas de projeto</i>	36
2.1.2.2	<i>Patologias originárias de falhas de execução</i>	37
2.1.2.3	<i>Patologias originárias da má qualidade dos materiais</i>	38
2.1.2.4	<i>Patologias originárias da má utilização da obra</i>	39
2.1.3	Formas patológicas encontradas com maior frequência	39
2.1.3.1	<i>Infiltrações, manchas, bolor ou mofo, eflorescência</i>	39
2.1.3.2	<i>Fissuras</i>	42
2.1.3.3	<i>Corrosão da armadura</i>	53
2.1.4	Diagnóstico das patologias	54
3	METODOLOGIA	57
3.1	ESCOLHA DO TEMA	57
3.2	A DEFINIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO	58
3.3	CRITÉRIOS PARA DELIMITAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO	58
3.4	MÉTODO PARA LEVANTAMENTO E DIAGNÓSTICO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	59
3.4.1	Levantamento de subsídios	59
3.4.2	Diagnóstico da situação	60
3.4.3	Definição de conduta	60
4	ESTUDOS DE CASO	61
4.1	CASO I – PRÉDIO DO DERCA / SERVIDORES	61
4.2	CASO II – AMPLIAÇÃO DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO I (RU I)	65
4.3	CASO III – PRÉDIO DO CURSO DE ARQUITETURA	70
4.4	CASO IV – PRÉDIO DO CURSO DE MÚSICA	73
4.5	CASO V – PRÉDIO DO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA	82
4.6	CASO VI – PRÉDIO DO CENTRO DE EDUCAÇÃO (CE - ANEXO B)	91
4.7	CASO VII – PRÉDIO DO CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS (CCSH - BLOCO C)	101
4.8	CASO VIII – PRÉDIO DO CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS (CCR - ANEXO)	108
4.9	CASO IX – PRÉDIO DO COLÉGIO TÉCNICO INDUSTRIAL (CTISM - ANEXO)	116
4.10	CASO X – PRÉDIO GERAÇÃO DE ENERGIA DISTRIBUÍDA	124
5	CONCLUSÕES	131
	REFERÊNCIAS	135

1 INTRODUÇÃO

As patologias construtivas sempre fizeram parte da construção civil, sejam na forma de fissuras, deformações, rupturas, umidades, manchas, corrosões, descolamentos, entre outros.

Atualmente, mesmo com o avanço tecnológico das técnicas construtivas e o emprego de materiais de construção, teoricamente, com maior controle de qualidade, ainda se observa um grande número de edificações apresentando patologias dos mais variados tipos.

Em certos casos, o diagnóstico das patologias pode ser dado com uma análise simples, apenas por meio da visualização. Porém, muitas vezes, a questão é mais complexa, sendo necessário verificar o projeto, investigar as cargas que atuam sobre a estrutura, analisar, minuciosamente, a forma como a obra foi executada e, até como a patologia reage na presença de determinados estímulos. Dessa forma, é possível identificar a causa do problema, corrigindo-o para que não se manifeste novamente.

Diversos estudos mostram que, em torno de 50% das incidências patológicas ocorrem por erros de projeto e planejamento das edificações. Sendo assim, para que as estruturas tenham qualidade, entre outros aspectos, é necessário melhorar a criação e a representação gráfica dos projetos e instituir um programa de inspeção periódica. Um programa eficiente de inspeção/manutenção periódica assegura a durabilidade das edificações e permite determinar prioridades para as ações necessárias ao cumprimento da vida útil prevista (FIGUEIREDO, 2006).

Segundo Antoniazzi (2009), qualquer edificação tem certa vida útil, a qual pode ser alterada, dependendo de vários fatores como, por exemplo, a qualidade dos materiais empregados na construção, as condições a que as mesmas estão expostas e a existência de uma manutenção periódica.

A falta de um planejamento da obra, a insuficiência de atenção na execução e o uso, por vezes, de materiais impróprios aliados à escassa manutenção das edificações têm criado despesas extras em reparos que poderiam ser evitados ou, ao menos, minimizados.

O uso e manutenção adequados da construção também são condicionantes para sua vida útil. A falta de manutenção periódica possibilita que pequenas

patologias, cuja recuperação seria de baixo custo, evoluam e comprometam a qualidade da obra, gerando maior custo para restabelecê-la.

Segundo Prado (1998), a importância de um planejamento da obra tem como finalidade “planejar a sua execução antes de iniciá-lo e acompanhar sua execução”, traçar objetivos e metas, visando o sucesso do projeto, resolvendo problemas de hoje, preparando-se para enfrentar os problemas futuros. A fim de, alcançar o sucesso desejado, cumprindo os objetivos, evitando o comprometimento da qualidade e segurança da obra com os menores custos possíveis.

Machado (2002) considera que, para uma análise completa, é necessário verificar e interpretar “as manifestações patológicas; os vícios construtivos; as origens dos problemas; os agentes causadores dos problemas; o prognóstico para a terapia, os erros de projeto”.

Devido à relevância do tema, realizou-se um estudo de caso com análises dos problemas patológicos dos prédios executados pelo Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) na Universidade Federal de Santa Maria/RS em seu Campus Sede, procurando-se conhecer essas manifestações para determinar os seus fatores motivadores.

1.1 BREVE HISTÓRICO E LOCALIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO

A Universidade Federal de Santa Maria, idealizada e fundada pelo Prof. Dr. José Mariano da Rocha Filho, foi criada pela Lei n. 3.834- C, de 14 de dezembro de 1960, com a denominação de Universidade de Santa Maria, instalada solenemente em 18 de março de 1961. A UFSM é uma Instituição Federal de Ensino Superior constituída como Autarquia Especial vinculada ao Ministério da Educação.

Está localizada no centro geográfico do Estado do Rio Grande do Sul, distante 290 km de Porto Alegre (Figura 1). O município de Santa Maria é o polo de uma importante região agropecuária que ocupa a parte centro-oeste do Estado. No município, formou-se um importante polo de prestação de serviços com destaque para a educação em todos os níveis.

Figura 1 – Localização geográfica do município de Santa Maria/RS



Fonte: <http://fatos-news.blogspot.com.br>

O campus (sede) da UFSM, que abrange a Cidade Universitária "Prof. José Mariano da Rocha Filho" (Figura 2), está localizado na Avenida Roraima, nº 1000, no Bairro Camobi onde é realizada a maior parte das atividades acadêmicas e administrativas. Funcionam no Centro do município de Santa Maria outras unidades acadêmicas e de atendimento à comunidade. http://sucuri.cpd.ufsm.br/_outros/historico_index.php.

Figura 2 – Localização geográfica da Universidade Federal de Santa Maria – Campus Sede



Fonte: Google Earth, 2015.

A Universidade Federal de Santa Maria foi a primeira instituição de Ensino Superior no interior do país e, desde o princípio idealizava-se a construção de uma “Cidade Universitária” que abrigasse todas as edificações compreendidas pela Universidade.

Os arquitetos mineiros radicados no Rio de Janeiro, Oscar Valdetaro e Roberto Nadalutti, foram os responsáveis pelo desenvolvimento do projeto do Plano Piloto da “Cidade Universitária” (1961), seguindo uma concepção moderna e, a partir de experiências norte-americanas de ensino. Adotaram a ideia de cidade parque, com o Campus isolado do centro urbano tradicional.

A Universidade deveria ser planejada para um universo de 5.600 alunos, 800 professores e 1.000 funcionários, prevendo uma possibilidade de expansão em até 150%, o que resultaria em 14.000 alunos, 2.000 professores e 2.500 funcionários. O que se viu com o passar dos anos, é que mesmo com essa previsão de expansão,

atualmente, a Universidade apresenta uma quantidade bastante superior de alunos (mais de 16.000) e cursos (212 cursos no Campus Sede) o que acabou resultando em um aumento exagerado das instalações, contribuindo, inclusive, para a descaracterização urbana do conjunto arquitetônico como um todo (ZAMPIERI, 2011).

O período mais intenso de construções no Campus Sede ocorreu entre as décadas de 60 e 70, com a implantação das edificações segundo o plano piloto e projetos arquitetônicos originais. Nessa época, foram erigidos os prédios da Reitoria, Biblioteca Central, Planetário, Centro de Tecnologia, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Centro de Artes e Letras, Centro de Ciências Rurais, Colégio Técnico e Industrial, Hospital Veterinário, parte do Centro Médico e do Centro de Educação Física, entre outros, além de residências estudantis e outras edificações de apoio e manutenção da Instituição.

Figura 3 – Implantação do Campus – década de 1960



Fonte: www.ufsm.br.

Figura 4 – Campus em 1972



Fonte: www.ufsm.br.

A partir daí a década de 80 apresenta-se como uma fase de inércia, com poucas obras, prevalecendo os ambientes de apoio.

Na década de 90, entretanto, inúmeras construções surgem, a maioria delas sem correlação com o plano piloto original. São executadas obras de grande porte e outras, cuja implantação ocorre em locais singulares dentro da Cidade Universitária, porém, sem qualquer relação com os princípios e ideias da concepção inicial. São exemplos claros, os espaços comerciais junto à avenida principal.

Do ano 2000 em diante, a UFSM apresenta seu maior crescimento, após sua fundação e construção do Campus Sede.

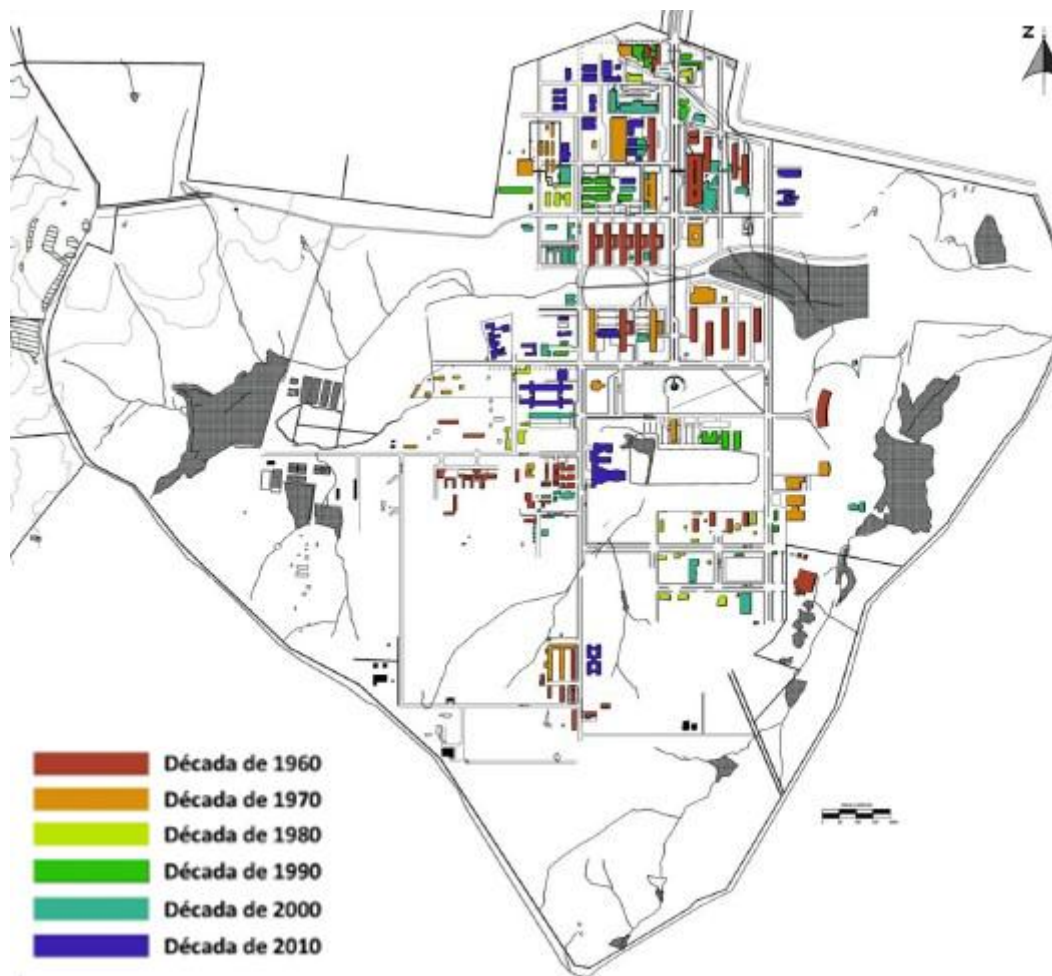
Instituído em abril de 2007, o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), ofereceu recursos adicionais para investimentos e contratação de pessoal para expansão das instituições federais de ensino superior no Brasil. Devido a essa política de expansão e ampliação de acesso ao ensino superior proposta pelo governo federal, houve o desenvolvimento de novas edificações e o crescimento do Campus foi impulsionado vultosamente. Nessa época, surgem anexos de diversos prédios e muitas intervenções são

realizadas com alterações nas configurações originais de projeto. Algumas soluções arquitetônicas não respeitam o modelo genuíno, tampouco o tipo de materiais e acabamentos anteriormente empregados nas edificações existentes. Por último, novos prédios estão sendo implantados sem respeito a qualquer alinhamento ou estudo de zoneamento. Infelizmente, a descaracterização em relação ao Plano Piloto se intensifica.

Pelo Programa REUNI, mais de vinte novos prédios e anexos foram ou estão sendo executados no Campus Sede da UFSM, dentre os quais, após inspeção visual e relatos de usuários foram selecionados para o presente estudo os que apresentaram as patologias mais significativas ou com maior frequência. São eles:

- Prédio do Derca/Servidores;
- Ampliação do Restaurante Universitário I;
- Prédio do Curso de Arquitetura;
- Prédio do Curso de Música;
- Prédio do Curso de Engenharia Química;
- Prédio do Centro de Educação – Anexo B;
- Prédio do Centro de Ciências Sociais e Humanas – Bloco C;
- Prédio do Centro de Ciências Ruarais – Anexo;
- Prédio do Colégio Técnico Industrial – Anexo;
- Prédio Geração de Energia Distribuída.

Figura 5 – Planta com a cronologia das obras do Campus Sede da Universidade Federal de Santa Maria



Fonte: ZAMPIERI, 2011.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA

A escolha do tema justifica-se pela existência de patologias nas edificações devido a falhas de projeto, construtivas e de manutenção e, conseqüente baixo desempenho das construções. Fato este que gera ambientes insalubres, de deficiente aspecto estético, de possível insegurança estrutural e de alto custo de recuperação (ANTONIAZZI, 2009).

Os prédios em estudo são públicos e milhares de usuários os frequentam diariamente, o que ressalta ainda mais a necessidade de que sejam seguros e salubres.

Por não existir um levantamento dessas patologias nos prédios em questão torna-se difícil uma análise e controle sobre as mesmas. Sendo assim, a importância da realização deste trabalho se deve à necessidade de um arrolamento das patologias detectadas, identificando-as e, a partir deste, realizando um estudo que determine as causas desses problemas e propondo alternativas de intervenção para a solução dos problemas patológicos, além de ser possível recomendar atitudes que possam evitar a sua reincidência, visto que, qualquer tipo de intervenção para reparo ou recuperação das edificações acarretará gastos aos cofres públicos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Apresentar e analisar os principais casos de problemas patológicos encontrados nos prédios executados pelo Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Campus Sede, por meio de análise, inspeção visual, diagnóstico, prognóstico e tratamento propondo procedimentos para evitá-los.

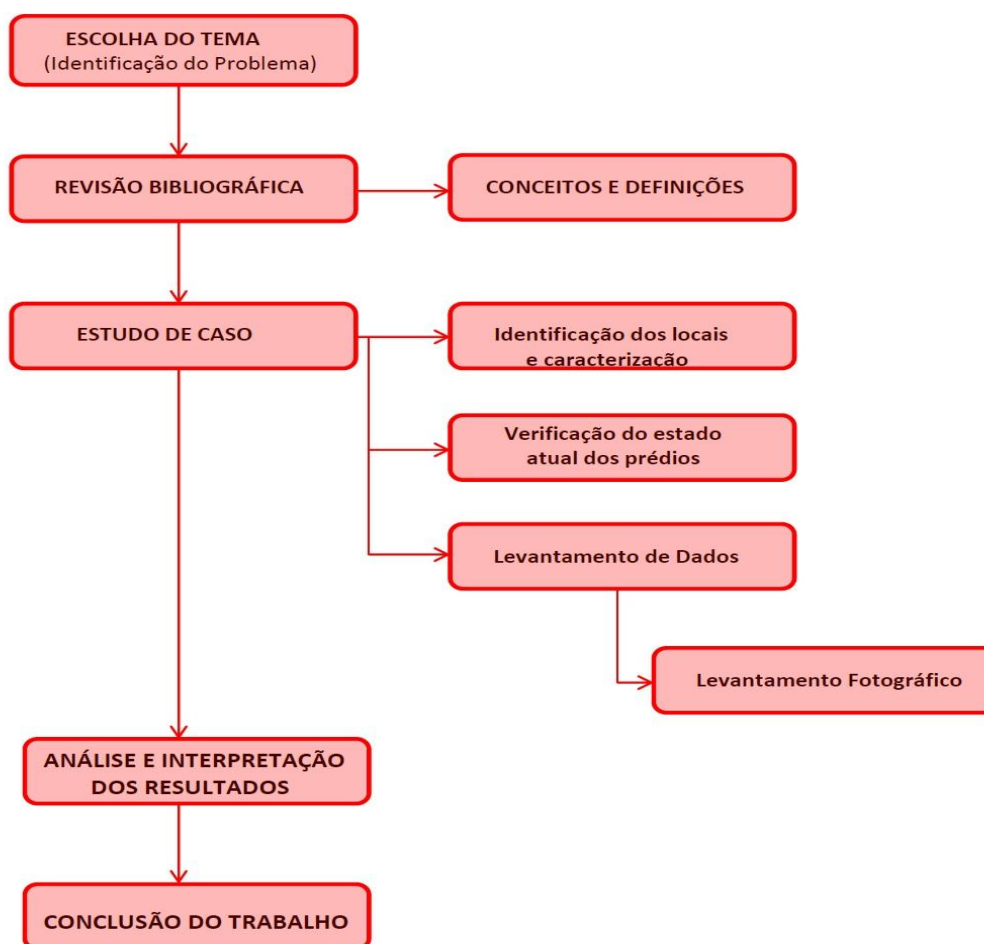
1.3.2 Objetivos específicos

- a) Demonstrar a importância da integração entre o planejamento adequado, cuidados na fase de projeto, execução e especificação dos materiais, juntamente com o uso e manutenção da obra como prevenção às patologias construtivas.
- b) Pesquisar as principais incidências dos problemas patológicos e propor procedimentos para a solução e prevenção dos mesmos.
- c) Apurar a importância da fiscalização durante a execução da obra como alternativa para minimizar patologias.
- d) Abordar as recomendações para a manutenção das edificações.
- e) Verificar se as patologias encontradas são decorrentes de falhas de projeto, execução, má utilização ou falta de manutenção dos prédios.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho foi elaborado segundo a metodologia apresentada na Figura 6.

Figura 6 – Fluxograma da metodologia adotada para a pesquisa



A partir dessa metodologia, a dissertação foi estruturada em cinco capítulos, nos quais são expostos os estudos desenvolvidos.

No Capítulo 1, que trata da Introdução, é dada uma pequena orientação com relação à Universidade Federal de Santa Maria, com um breve histórico e a localização do Campus Sede. Nesse tópico, expõe-se, também, a respeito da importância desta pesquisa e seus objetivos.

O Capítulo 2 versa sobre a Revisão Bibliográfica, onde são abordados o conceito, origem e causas das patologias construtivas, assim como, os tipos mais frequentes conforme estudos já realizados por outros autores.

O Capítulo 3 apresenta a Metodologia adotada para a realização da pesquisa com os critérios adotados para seu desenvolvimento, para a coleta e análise dos dados e a delimitação dos estudos de caso.

No Capítulo 4, os Estudos de Caso são expostos. São identificados os prédios que apresentaram o maior número de patologias dentro da delimitação estabelecida no capítulo anterior. Em cada estudo, além da localização da edificação em relação ao Campus Sede, são descritas e analisadas as patologias existentes e sugeridas possíveis intervenções para solucioná-las.

As discussões e conclusões finais do trabalho realizado são relatadas no Capítulo 5.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a elaboração do presente estudo, o qual pretende analisar os problemas patológicos de maior incidência nos prédios do Programa REUNI na Universidade Federal de Santa Maria/RS em seu Campus Sede, foram levantadas informações sobre a definição, as manifestações, sintomas e causas das principais patologias construtivas.

2.1 PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO

2.1.1 Conceito de patologia

Na bibliografia, inúmeras são as definições de patologia. Termo este empregado em várias áreas do conhecimento, desde a medicina à engenharia, apresentando certa correspondência de sentido.

De acordo com os dicionários, Patologia é a parte da Medicina que estuda as doenças. Segundo o dicionário Michaelis, significa:

- *Med* Ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças. *P. descritiva* ou *P. especial*: história particular de cada doença. *P. externa*: a que se ocupa das doenças externas. *P. geral*: a que define os termos, fixa-lhes as significações, determina as leis dos fenômenos mórbidos, investiga e classifica as causas, os processos, os sintomas etc. *P. interna*: a que se ocupa das doenças internas.

Portanto, o termo Patologia refere-se ao estudo das doenças, seus sintomas e natureza das modificações que elas provocam no organismo. Na engenharia civil, a expressão é utilizada quando se manifesta a perda ou queda de desempenho de um artefato ou componente da estrutura construtiva.

Inicialmente, a definição de patologia das edificações surgiu relacionada às estruturas de concreto executadas nos canteiros de obras e visavam, predominantemente, a segurança estrutural.

Para Helene (1992) os problemas patológicos normalmente são provocados pela ação de agentes agressivos, aos quais a edificação não é capaz de se adaptar prontamente ou no momento oportuno.

Segundo Grandiski (1995), com o passar do tempo percebeu-se que da mesma forma que um ser vivo, a “saúde” das edificações dependia não só dos

cuidados durante sua “gestação” (fase de projeto), mas também durante seu “crescimento” (fase da construção) e deveriam permanecer durante o “resto da vida” (fase de manutenção), sob pena de adquirir “doenças” (manifestações patológicas). À medida que “envelhecem” (fase de degradação), elas podem passar por enfermidades (processo lento e contínuo de deterioração).

Souza e Ripper (1998) definiram a Patologia das Estruturas como o “campo da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas”. Ainda segundo eles, a patologia das construções envolve um campo de avaliações multidisciplinares para o estudo das origens do problema, com os seus mais diversos mecanismos de atuação e manifestação. Numa estrutura, um sintoma para ser considerado patológico deve comprometer algumas das exigências de construção, quer seja de capacidade mecânica, funcional ou estética. Nesse sentido, percebe-se que existe uma forte relação entre a patologia e o desempenho da edificação, na medida em que a sua avaliação é dependente do comportamento da estrutura em uso. A análise da patologia é função também de dois aspectos essenciais, tempo e condições de exposição, o que a torna associada aos conceitos de durabilidade, vida útil e desempenho.

Esse ramo da engenharia tem, portanto, grande importância para a construção civil, uma vez que, caracteriza-se pelo amplo potencial de informações que podem ser auferidos na análise dos problemas que se sucedem nas edificações. A partir desses dados, é possível ter-se os cuidados necessários para evitar que os mesmos ocorram novamente, contribuindo, assim, para um melhor controle de qualidade no processo de construção de novas edificações e prolongando sua vida útil.

2.1.2 Origem e causas das patologias

As patologias são originadas por falhas que incidem durante a realização de uma ou mais atividades do processo da construção civil. Conforme Helene (2003):

- o processo de construção e uso pode ser dividido em cinco etapas: planejamento, projeto, fabricação dos materiais e componentes fora do canteiro, execução e uso.

As quatro primeiras etapas dispõem um tempo, relativamente curto em relação ao quinto (uso), etapa mais longa que envolve a operação e manutenção das edificações que, geralmente são utilizadas mais de cinquenta anos, conforme esquema da Figura 7.

Figura 7 – Etapas de produção e uso das obras civis



Fonte: Helene (2003).

Os fenômenos patológicos geralmente apresentam manifestações externas características, a partir das quais se pode deduzir a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos (HELENE, 1992).

Grandiski (1995) classifica a origem das patologias das construções em três grupos:

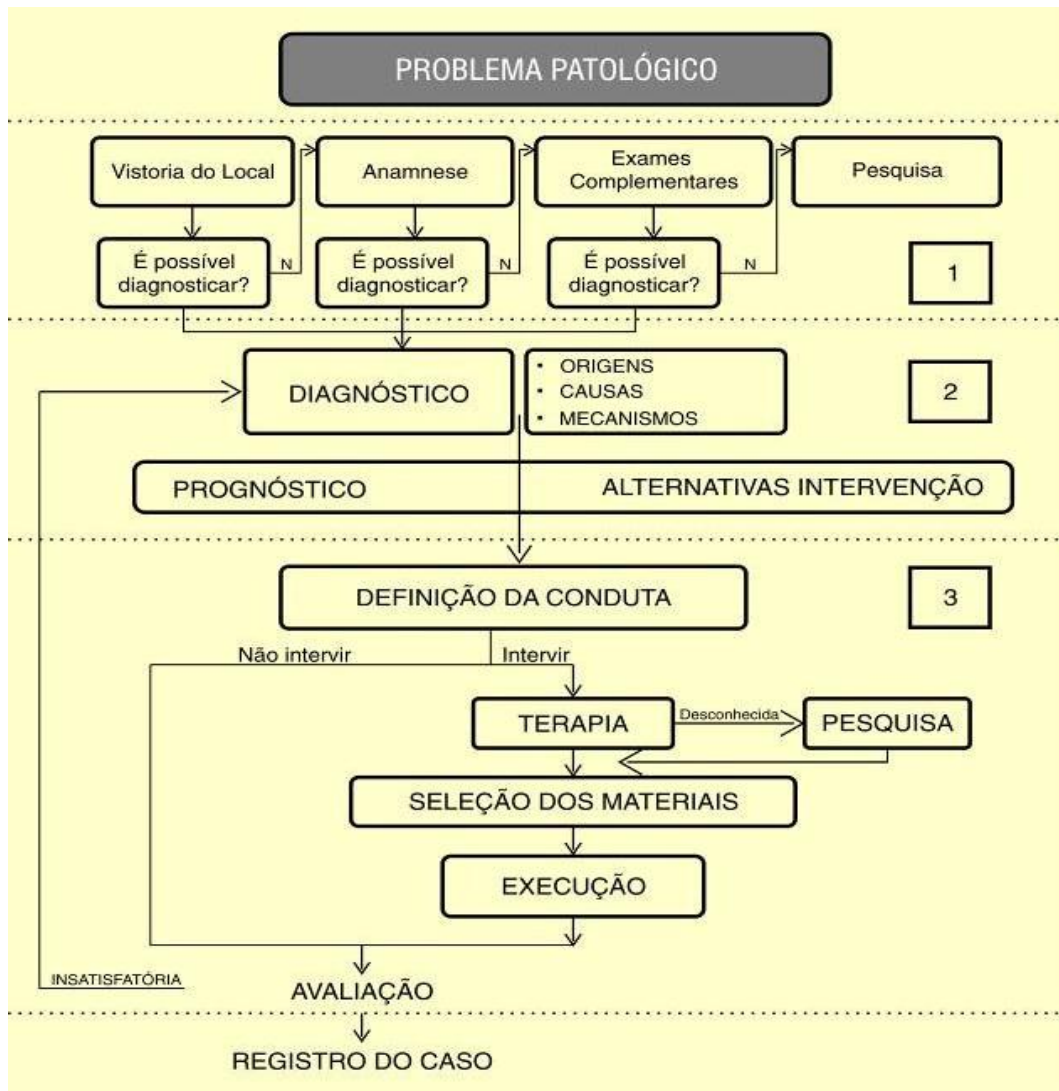
- **I. Origem Exógena:** causas com origem fora da obra e provocadas por fatores produzidos por terceiros, tais como:
 - vibrações provocadas por estaqueamento ou máquinas, ou tráfego externo;
 - escavações em obras vizinhas;
 - rebaixamento do nível freático;
 - influência do bulbo de pressão de fundações diretas de obra de grande porte em construção ao lado;
 - impactos de veículos em alta velocidade;
 - explosões, incêndios, acidentes envolvendo veículos em circulação.

- **II. Origem Endógena:** causas com origem em fatores inerentes à própria edificação e que podem ser subdivididas em:
 - falhas de projeto;
 - falhas de gerenciamento e execução (não atendimento às normas técnicas, ausência ou precariedade de controle tecnológico, utilização de mão de obra desqualificada);
 - falhas de utilização (sobrecargas não previstas no projeto, mudança de uso);
 - deterioração natural de partes da edificação pelo esgotamento da sua vida útil.

- **III. Origem na Natureza:** causas que podem ser falhas previsíveis ou imprevisíveis, evitáveis ou inevitáveis, entre as quais se destacam:
 - movimentos oscilatórios causados por abalos sísmicos, cravação de estacas, percussão de máquinas industriais;
 - ação dos ventos;
 - inundações provocadas por chuvas ou neve;
 - acomodações das camadas subjacentes ao solo;
 - alteração do nível do lençol freático por estiagem prolongada ou pela progressiva impermeabilização das áreas adjacentes;
 - variações bruscas da temperatura ambiente.

Um esquema de investigação e procedimentos é necessário para o diagnóstico das patologias, como mostra a Figura 8.

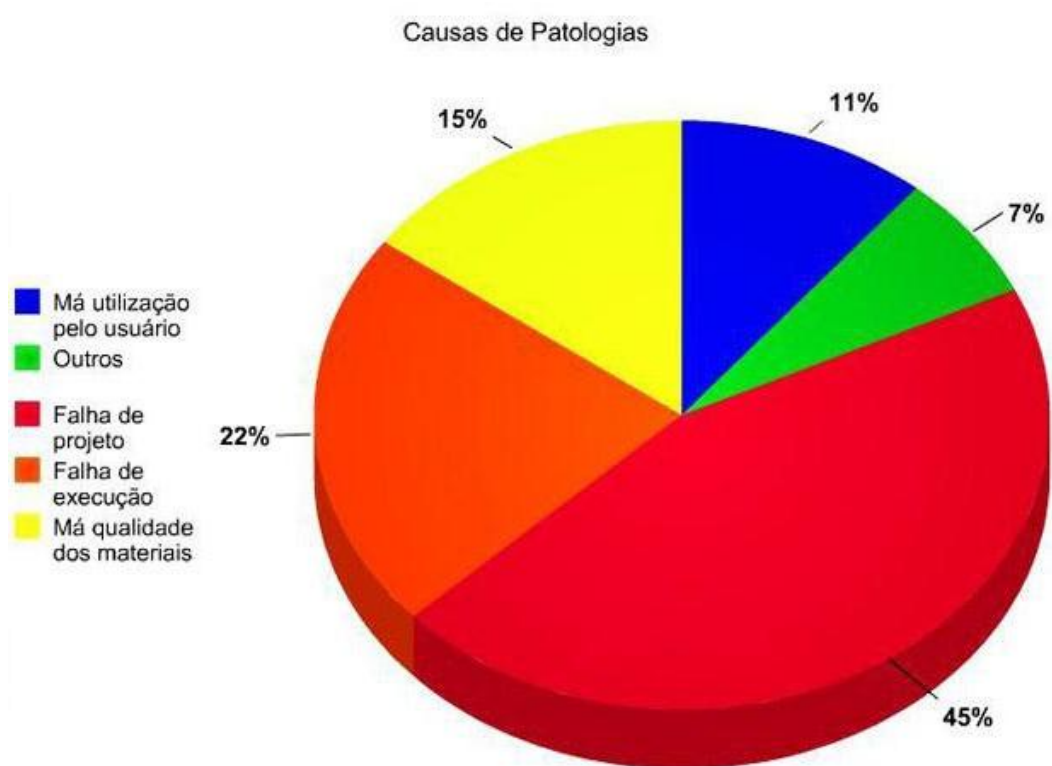
Figura 8 – Fluxograma para diagnóstico de patologias



Fonte: Grandiski (1995).

Estudos têm demonstrado que as principais causas das patologias estão relacionadas, conforme esquema na Figura 9.

Figura 9 – Principais causas de patologias



Fonte: <<http://www.ibape-rs.org.br/2013/06/patologia-da-construcao-civil-principais-causas>>.

Com base nas causas citadas no diagrama da Figura 9 e, considerando que o reconhecimento das mesmas é fundamental para atuar na sua prevenção, relata-se, na sequência, sobre cada uma delas.

2.1.2.1 Patologias originárias de falhas de projeto

O projeto da edificação é o agente causador da maioria das patologias na construção civil. Por essa razão, é tema de extrema preocupação nos países desenvolvidos. No Brasil, a importância dada aos projetos, de modo geral, é diferente, ou seja, não é significativa como em outros países. Em termos de custos, essa fase contabiliza em torno de 3% a 10% do custo total do empreendimento (TAN e LU, 1995).

Devido à sua relevância, é possível melhorar a qualidade da construção começando com uma categoria superior de projeto. É nessa fase que são adotadas as resoluções de maior impacto nos custos, agilidade e qualidade dos empreendimentos.

Segundo Duston e Williamson (1999), na especificação dos materiais e componentes o projetista deve conhecer suas durabilidades, seja para avaliar se atenderão ao desempenho mínimo desejado, seja para comparar custos globais, que incluem custos de manutenção e operação, bem como, a garantia da vida útil.

Na etapa de projeto, alguns elementos interferem na natureza final da edificação, como: a compatibilização dos projetos, os detalhamentos executivos, a especificação dos materiais, a solução de interfaces projeto – obra, o conhecimento das normas e a coordenação dos vários projetos. Em vista disso, é fundamental que o projeto apresente detalhamentos e especificações suficientes para evitar que o executor necessite tomar decisões para soluções rápidas durante a obra.

São exemplos de patologias originárias de erros de projeto os problemas relacionados às falhas no dimensionamento, escolha do tipo de fundação inadequado, falta de conhecimento das características do subsolo, materiais e processos com descrições inadequadas, entre outros.

Pode-se concluir que, as medidas necessárias para garantir a vida útil da edificação são determinadas, a partir da sua importância, das condições ambientais a que está sujeita e, em muitos casos, da vida útil estimada para a mesma. Portanto, cabe indicar no projeto as ações indispensáveis de inspeção e manutenção preventiva para garantir a durabilidade dos materiais e componentes da edificação, de modo a endossar sua projeção de vida útil.

2.1.2.2 Patologias originárias de falhas de execução

Conforme o gráfico da Figura 9, os erros de execução durante a obra são responsáveis por cerca de 22% das patologias existentes nas edificações. Daí a grande importância da elaboração de um sistema de gestão da qualidade para execução de obras.

Mesmo sendo a etapa de construção de extrema relevância para o desempenho do produto final, tem-se, nessa fase, uma ampla incidência de falhas que podem ocasionar diversas patologias. Muitas vezes, a falta de qualificação de quem executa o serviço, soluções paliativas, local de trabalho inapropriado, vícios construtivos, tempo insuficiente para entrega do serviço, gestão precária das atividades e a falta de treinamento dos funcionários são as principais falhas na fase de execução da obra.

Defeitos devido à não obediência das especificações de projeto no que diz respeito às dimensões, localização, cotas, detalhes construtivos, falhas na concretagem, falta de limpeza das formas, problemas devido à presença de água no nível de trabalho, excesso ou falta de energia de cravação, desaprumo e excentricidade são revelações desse tipo de patologia.

Muitos procedimentos construtivos podem ser adotados para evitar problemas futuros nas edificações como ações padronizadas, racionalizadas e eficientes para um controle de qualidade eficaz, certificando, dessa forma, a observância das especificações de projeto.

2.1.2.3 Patologias originárias da má qualidade dos materiais

A baixa qualidade dos materiais e componentes, assim como, sua incorreta aplicação e o mau entendimento de suas características tem sido a causa de muitas patologias construtivas. Destacam-se, nesse caso, problemas nas especificações dos materiais utilizados, emprego de materiais inadequados ou mesmo contaminados.

Algumas empresas fabricantes vêm melhorando continuamente suas manufaturas, lançando novos e melhores produtos no mercado, entretanto, a deficiência de informações técnicas e mesmo a deficiência de normatização para a produção também corroboram para a escolha e emprego errado dos mesmos. Além disso, muitos materiais novos não são devidamente testados e nem sempre estão em conformidade com os requisitos e critérios de desempenho, tornando mais árdua a tarefa da especificação correta.

É importante que a definição dos materiais e as técnicas de construção estejam de acordo com o projeto, a fim de atender as necessidades dos usuários e garantir a manutenção de suas propriedades e características iniciais. Para isso, é fundamental o conhecimento das propriedades dos materiais e sua durabilidade, bem como, a avaliação de suas características físicas e químicas. Essas informações técnicas na fase de especificação são necessárias para garantir que determinado material responda de maneira aceitável as suas condições de serviço.

Deve existir um sistema de controle de qualidade que atue na seleção, aquisição, recebimento e aplicação dos materiais na obra. Assim, a comprovação da conformidade no decorrer da construção pode ser tomada como base para a garantia da qualidade dos materiais empregados.

2.1.2.4 *Patologias originárias da má utilização da obra*

As patologias, devido à má utilização da edificação consistem, basicamente, em ações de imperícia, desatenção ou mesmo pela falta de manutenção da obra por parte do usuário. Ações como troca de uso do ambiente com carregamentos não previstos em projeto, ampliações ou demolições executadas sem conhecimento técnico podem ser citados como amostras de práticas que podem causar problemas.

A vida útil de uma edificação é estabelecida pelo período de sua utilização de forma salubre e segura. Nesse período, estão incluídas todas as suas operações e atividades de manutenção. Em geral, por se tratar da manutenção de ações repetitivas, é relevante se estabelecer um programa que vise aperfeiçoar o emprego de recursos e manter o desempenho definido em projeto.

Para a implantação do programa de manutenção é necessário a elaboração de um manual do usuário para auxiliar a correta utilização da edificação e recomendar as medidas de conservação e manutenção.

Conforme a NBR 14037 (1998), o manual deve conter informações sobre procedimentos recomendáveis para a manutenção da edificação, tais como: especificação de procedimentos gerais de manutenção para a edificação como um todo, especificação de um programa de manutenção preventiva de componentes, instalações e equipamentos relacionados à segurança e à salubridade da edificação, identificação de componentes da edificação mais importantes em relação à frequência ou aos riscos decorrentes da falta de manutenção e à recomendação da obrigatória revisão do manual de operação uso e manutenção.

2.1.3 Formas patológicas encontradas com maior frequência

2.1.3.1 Infiltrações, manchas, bolor ou mofo, eflorescência

- **Infiltração:** consiste na passagem de água através de um material sólido, geralmente em elementos de concreto ou alvenaria na edificação. Conforme a quantidade de água pode até mesmo pingar.

Figura 10 – Infiltração na laje



- Manchas: são alterações no aspecto original da coloração do revestimento, apresentando variações como perda do brilho, descoloração, mudança de cor, entre outras. Geralmente, estão relacionadas à:
 - infiltração de água através das falhas ou da porosidade do substrato;
 - excesso de água de amassamento da argamassa;
 - presença de impurezas nas areias, tais como: óxidos e hidróxidos de ferro.

Figura 11 – Manchas na pintura



- Bolor ou mofo: são manchas escuras indesejáveis na cor preta, marrom ou verde, ocasionalmente, manchas claras esbranquiçadas ou amareladas provocadas pela concentração de fungos sobre vários tipos de substrato. Está associado à existência de alto teor de umidade no componente

atacado e no meio ambiente, podendo interferir na salubridade e habitabilidade da edificação. Seu desenvolvimento está baseado na presença de umidade e sais minerais, potencializada a sua ocorrência em regiões de maior fluxo ou retenção de água, porosidade da superfície e menor insolação.

Figura 12 – Mofo em parede



- Eflorescência: são manchas esbranquiçadas que surgem nas superfícies provocadas pela lixiviação dos sais solúveis das argamassas e alvenarias, trazidas de seu interior pela umidade. Segundo Dias (2003), as eflorescências surgem com o aparecimento de manchas, depósitos esbranquiçados e pulverulentos na superfície de argamassas, concretos, alvenarias, materiais cerâmicos e outros, sendo que esses depósitos esbranquiçados são sais cristalizados de metais alcalinos e alcalinos terrosos. Para a ocorrência da eflorescência, devem existir, concomitantemente, três condições:
 - existência de teor de sais solúveis nos materiais ou nos componentes;
 - presença de água;
 - pressão hidrostática necessária para que a solução migre para a superfície.

As criptoflorescências são formações salinas que ficam ocultas, ou seja, a cristalização não é superficial. A criptoflorescência não é tão fácil de ser detectada como a eflorescência, conforme afirma Wilson (1984), citado por Dias (2003). Em

contrapartida, provoca danos aos componentes, como é o caso de sais que, ao se cristalizarem, aumentam de volume. Resultado disso são as tensões internas que deterioram os revestimentos.

Figura 13 – Eflorescência na alvenaria



Figura 14 – Eflorescência no concreto



2.1.3.2 Fissuras

Segundo Souza e Ripper (1998), as fissuras podem ser consideradas como a manifestação patológica característica das estruturas de concreto, sendo o dano de ocorrência mais comum aquele que, a par das deformações muito acentuadas, mais chama a atenção dos leigos, proprietários e usuários aí incluídos, para o fato de que algo de anormal está para ocorrer. Destaca-se que as fissuras são ocorrências muito

comuns em qualquer edificação e são, portanto, as manifestações que mais chamam a atenção dos usuários.

A fissura é originada devido à atuação de tensões nos materiais. Quando a solicitação é maior do que a capacidade de resistência do material, a fissura tem a tendência de aliviar essas tensões. Quanto maior for a restrição imposta ao movimento dos materiais, e quanto mais frágil ele for, mais significativas serão a intensidade e a magnitude da fissuração (CORSINI, 2010).

Para Fernández Cánovas (1988), no caso das estruturas de concreto armado, as fissuras são os mais importantes sintomas patológicos. Elas surgem por diversas causas e é de extrema relevância que, antes de vedá-las, se descubra a causa do problema para, então, tratá-las. Sua identificação e causa, portanto, são fundamentais para a definição do tratamento adequado e a recuperação da estrutura ou, mesmo, da alvenaria.

Sampaio (2010) salienta que as fissuras podem ser causadas por diversos fatores, tais como: baixo desempenho às solicitações de tração, flexão e cisalhamento apresentado pelos componentes da alvenaria. Além disso, Thomaz (1988) destaca que outro fator que influi na fissuração é a utilização de materiais diferentes, com propriedades diferentes (resistência mecânica, módulo de deformação longitudinal e coeficiente de Poisson) utilizados em conjunto. São vários os fatores que podem causar fissuras nas alvenarias, por exemplo, entre os quais recalques de fundação, movimentações térmicas, higroscópicas, retração de blocos ou de outro elemento de concreto, sobrecargas, deformações de elementos da estrutura, reações químicas, detalhes construtivos incorretos, congelamento, vibração, explosões, terremotos (THOMAZ, 1989).

O reconhecimento do agente causador dessa patologia pode ser explicado pela configuração da fissura, sua abertura, espaçamento e, até mesmo, pelo tempo do evento (se após algumas horas da execução, semanas, meses), considerando as diferentes propriedades mecânicas e elásticas dos constituintes da alvenaria e, em função das solicitações atuantes.

A fissura é uma patologia significativa devido, especialmente, a três aspectos (THOMAZ, 1989):

- o aviso de um eventual estado perigoso para a estrutura;
- o comprometimento do desempenho da obra em serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústico, entre outros);

- o constrangimento psicológico que a fissuração do edifício exerce sobre os usuários.

Consideram-se fissuras que podem provocar patologias, aquelas que são visíveis a olho nu, quando observadas a uma distância maior que um metro, ou aquelas que, independentemente da sua abertura, estejam provocando penetração de umidade para dentro das edificações (CEOTTO *et al.*, 2005).

As fissuras quanto às causas classificam-se em:

A) fissuras devido a recalques de fundação

Um dos fatores mais relevantes de causas de fissuras é o recalque diferencial em fundações. Quando ocorre a evolução deste tipo de fissura, certamente existe um problema mais sério nas fundações que, com o passar do tempo, pode comprometer a estabilidade da edificação colocando em risco a segurança de seus usuários (MARCELLI, 2007).

Os solos são constituídos, basicamente, por partículas sólidas, entremeadas por água, ar e não raras vezes, por material orgânico. Sob efeito de cargas externas todos os solos, em maior ou menor proporção, se deformam. No caso em que essas deformações sejam diferenciadas ao longo do plano das fundações de uma obra, tensões de grande intensidade serão introduzidas na estrutura da mesma, podendo gerar o aparecimento de fissuras.

Quando uma fundação apresenta recalques uniformes não são introduzidas novas solicitações na estrutura, afetando apenas as ligações de água, esgoto, escadas e rampas. Porém, quando ocorrem os recalques diferenciais, observa-se o aparecimento de solicitações adicionais na estrutura, as quais originam fissuras que podem comprometer a sua estabilidade.

Entre as principais causas de recalques nas estruturas, é possível citar:

- rebaixamento do nível freático - na presença de solos compressíveis, pode haver redução das pressões neutras, independente da aplicação de carregamentos externos;
- solos porosos ou expansíveis - no caso de solos com grande porosidade, quando em contato com a água, ocorre a eliminação da cimentação intergranular, ocasionando um colapso repentino desse solo. Quando, no solo, há presença do argilo-mineral montmorilonita pode ocorrer a

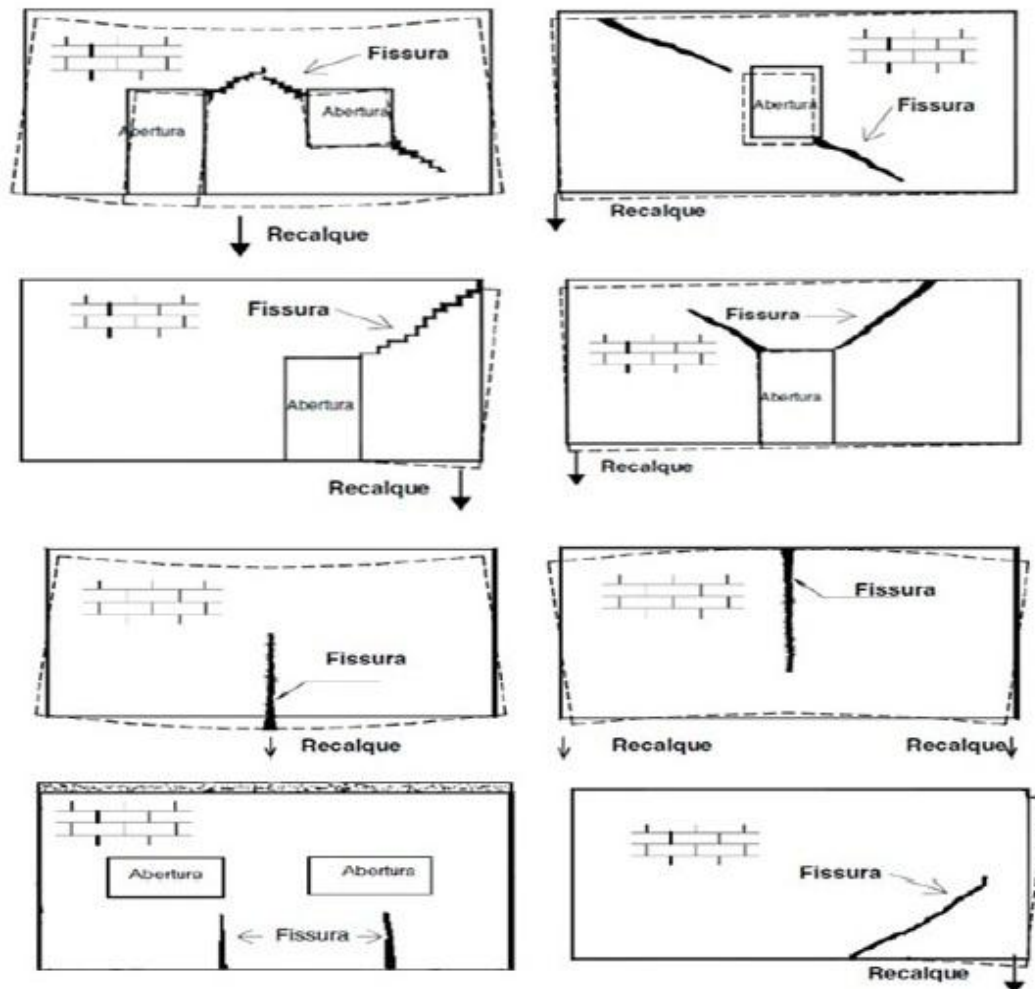
expansão (ou retração) do mesmo, quando da variação do seu grau de saturação;

- escavações em áreas adjacentes à fundação - em algumas ações, mesmo sob a presença de contenções, podem ocorrer movimentos, ocasionando recalques nas edificações vizinhas;
- vibrações - derivadas de operações com equipamentos como: bate-estacas, rolos compactadores vibratórios, tráfego viário, explosões, *etc.*;
- presença de árvores com crescimento rápido em solos argilosos.

De acordo com Duarte (1998), as fissuras que têm como origem o recalque de fundações, tendem a se localizar próximas ao pavimento térreo da edificação, mas dependendo da gravidade e do tipo de construção, o grau de fissuração pode ser intenso, nos pavimentos superiores e também no pavimento térreo. Além disso, essas fissuras tendem a se inclinar para o ponto onde ocorreu o maior recalque Thomaz (1989).

Geralmente, as fissuras que se verificam a 45° são associadas a algum problema de fundação, e qualquer outra forma, a outro tipo de problema. Porém, as configurações das fissuras dependem muito do tipo de edificação, da estrutura e da causa geradora do recalque diferencial. Quando existem aberturas nas alvenarias, as fissuras podem assumir configurações das mais variadas formas (MARCELLI, 2007).

Figura 15 – Fissuras devido ao recalque de fundação



Fonte: Alexandre (2008).

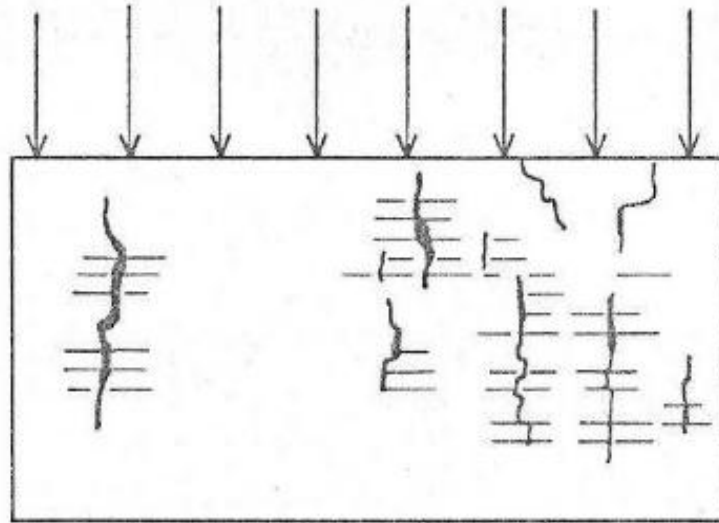
B) fissuras devido à sobrecarga

A ação de sobrecargas sobre elementos como: pilares, vigas e paredes pode gerar a fissuração desses componentes estruturais.

Em muitos casos ocorre a atuação de sobrecargas em componentes sem função estrutural, seja pela deformação da estrutura residente ou pela sua má utilização.

As fissuras causadas por carregamento excessivo são, geralmente, verticais, provenientes da atuação das tensões de compressão ou da flexão local dos componentes de alvenaria.

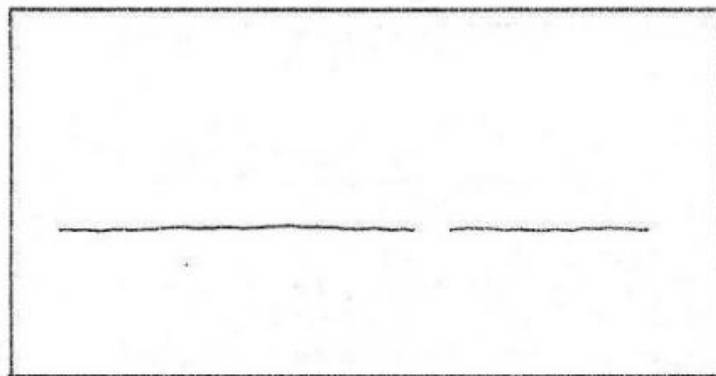
Figura 16 – Fissuração típica da alvenaria causada por sobrecarga vertical



Fonte: Thomaz (1989).

Todavia, fissuras horizontais podem surgir provenientes da ruptura por compressão dos componentes de alvenaria ou da própria argamassa de assentamento, ou, ainda, de solicitações de flexocompressão da parede.

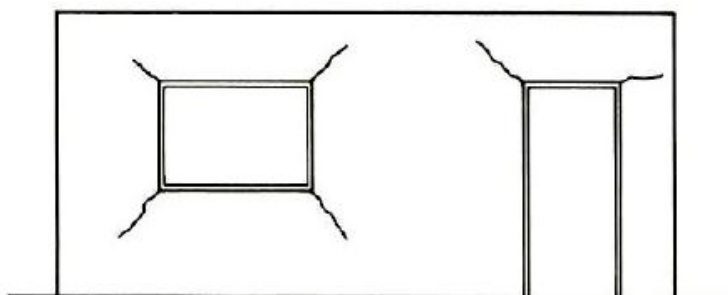
Figura 17 – Trincas horizontais na alvenaria provenientes de sobrecargas



Fonte: Thomaz (1989).

Porém, as fissuras também podem se manifestar em outras direções, devido à presença de aberturas nas alvenarias. Nesse caso, ocorre uma grande concentração de tensões nos vértices desses vãos, e as fissuras podem assumir diversas configurações, sendo as mais usuais aquelas inclinadas que partem dos cantos das aberturas.

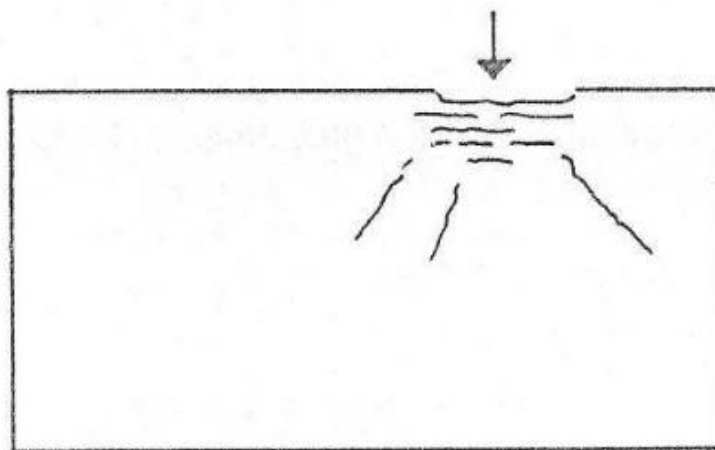
Figura 18 – Fissuração típica (real) nos cantos das aberturas sob atuação de sobrecargas



Fonte: Thomaz (1989).

Segundo Thomaz (1989), a atuação de cargas concentradas também pode provocar a ruptura dos componentes de alvenaria, gerando o aparecimento de fissuras inclinadas, a partir do seu ponto de aplicação, conforme Figura 19.

Figura 19 – Ruptura localizada da alvenaria sob o ponto de aplicação da carga e propagação de fissuras, a partir deste ponto



Fonte: Thomaz (1989).

C) fissuras devido à variação térmica

Todos os componentes de uma construção estão sujeitos a variações de temperatura, diárias ou sazonais, que geram variações dimensionais nos materiais, por meio da dilatação e contração dos mesmos. A amplitude e a taxa de variação da temperatura de um componente exposto à radiação solar, principal fonte de calor atuante sobre os componentes de uma edificação, irá depender da atuação

combinada dos seguintes fatores: intensidade da radiação solar, absorvência da superfície do componente à radiação solar, emitância da superfície do componente, condutância térmica superficial, entre outras propriedades térmicas dos materiais de construção. (THOMAZ, 1989).

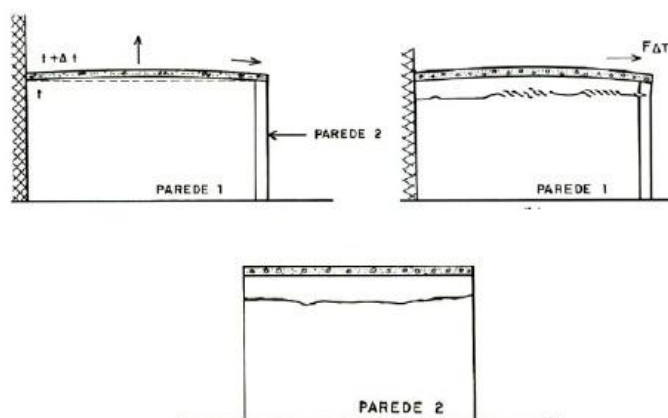
De acordo com Valle (2008), as coberturas planas são as áreas mais expostas às mudanças térmicas comparadas com as alvenarias. Portanto, surgem movimentos diferenciados entre os elementos horizontais e verticais, causando fissuras horizontais. Ainda segundo ele, as principais movimentações que ocorrem são:

- na junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, suscetíveis às mesmas variações de temperatura, como a argamassa de assentamento e componentes de alvenaria;
- na exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais (por exemplo, cobertura em relação às paredes da edificação);
- no gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente (por exemplo, gradiente entre a face exposta e a face protegida de uma laje de cobertura).

As movimentações térmicas de um material estão relacionadas com as propriedades físicas do mesmo e com a intensidade da variação da temperatura. A magnitude das tensões desenvolvidas é função da intensidade da movimentação, do grau de restrição imposto pelos vínculos a essa movimentação e das propriedades elásticas do material. Nas edificações, pode-se observar que sempre existe uma forma de restrição à movimentação horizontal devido à ligação de uma parede com outra, ou elementos da estrutura, ou o atrito das paredes com a laje (DUARTE, 1998).

A ação da temperatura e a formação de fissuras podem ser observadas na Figura 20, onde a laje se dilata e tem um efeito de arqueamento gerado pelo gradiente de temperatura, fato esse que produz tensões de tração e de cisalhamento nas paredes.

Figura 20 – Formação de fissuras horizontais devido à variação de temperatura



Fonte: Sampaio (2010).

Segundo Magalhães (2004), as fissuras podem assumir diversas configurações de forma simultânea ou separadamente. As fissuras típicas são as horizontais, entretanto, podem-se manifestar também com componentes inclinados, o que ocorre quando existem restrições impostas à movimentação da laje.

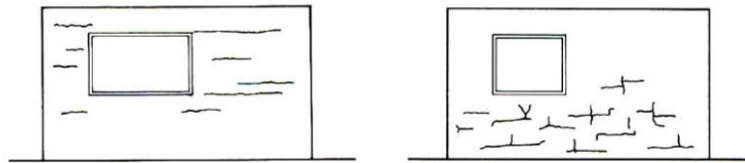
D) fissuras devido a reações químicas

Segundo Magalhães (2004), as fissuras geradas por reações químicas devem-se à expansão da junta de argamassa ocasionada pela variação química de seus materiais constituintes. Geralmente, apresentam-se na forma horizontal e suas causas mais frequentes relacionam-se com a hidratação retardada das cales e pela reação do cimento com sulfatos provocando a expansão das juntas da argamassa.

Quando as argamassas de assentamento são produzidas com cales mal hidratadas, podem apresentar grandes teores de óxido livre de cal e magnésio que, em presença de umidade (chuvas, vazamentos, percolação do solo, *etc.*), irão se hidratar e aumentar de volume, podendo chegar ao dobro do tamanho anterior (MARCELLI, 2007). Esse fenômeno pode causar, além de fissuras, deslocamentos, desagregações e pulverulências nos revestimentos de argamassa (SAMPAIO, 2010).

Em meios muito agressivos, com alta concentração de poluentes, as fissuras causadas por reações químicas se agravam (RICHTER, 2007).

Figura 21 – Configurações típicas de ataques por reações químicas



Fonte: Richter (2007).

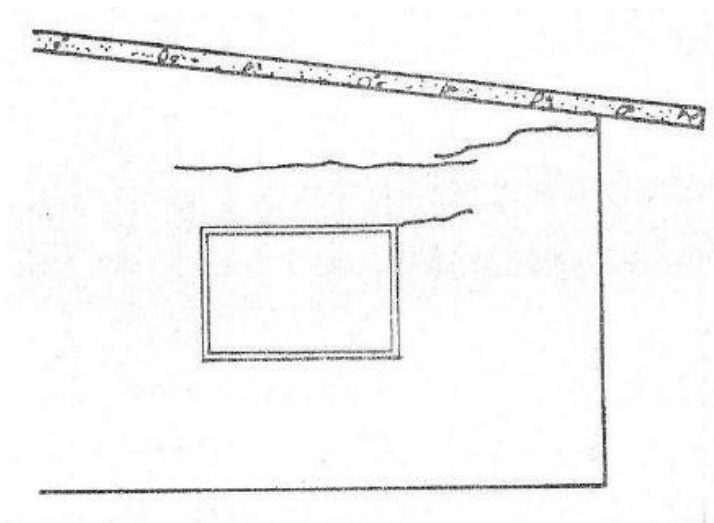
E) fissuras devido à retração

As fissuras causadas por retração ocorrem devido a movimentações de elementos construtivos ou de seus constituintes por retração de produtos à base de cimento (MAGALHÃES, 2004).

A retração é originada pela eliminação de água que está quimicamente incorporada no interior do concreto. Essa perda de água acarreta uma retração dos elementos de concreto da edificação que não é seguida pela alvenaria. Muitas condições levam a retração de um produto à base de cimento, sendo os principais: as condições de cura, a relação água/cimento, o tipo e composição do cimento, a natureza e a granulometria dos agregados (ALEXANDRE, 2008).

As fissuras nas alvenarias devido à retração podem ser causadas pela retração dos blocos de concreto, da junta de argamassa ou pela movimentação por retração de outros elementos construtivos, como lajes (THOMAZ, 1990). As fissuras horizontais são as mais comuns, e são provenientes da contração das lajes. Esse tipo de fissura se localiza, principalmente, nos últimos pavimentos, visto que, tal fenômeno pode estar associado a movimentos causados por variações térmicas. Entretanto, pode ocorrer, também, nos pavimentos intermediários.

Figura 22 – Fissuras em paredes externas devido à retração da laje de cobertura

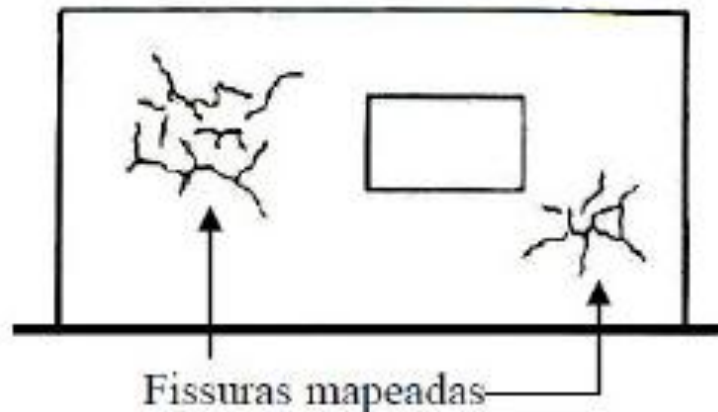


Fonte: Thomaz (1989).

Outro problema bastante frequente é a formação de microfissuras e a desagregação entre a argamassa e o componente utilizado na execução da alvenaria provenientes da proporção incorreta da argamassa de assentamento ou da execução inadequada do serviço.

As fissuras podem ocorrer devido ao excesso de finos no traço da argamassa, maior consumo de aglomerante e teor de água de amassamento. Além desses fatores intrínsecos, diversos outros estarão influenciando na formação ou não de fissuras de retração nas argamassas de revestimento: aderência com a base, número de camadas aplicadas, espessura das camadas, tempo decorrido entre a aplicação de uma e outra camada, rápida perda de água durante o endurecimento por ação intensiva de ventilação e/ou insolação.

Figura 23 – Fissuras causadas por retração da argamassa



Fonte: Sampaio (2010).

2.1.3.3 Corrosão da armadura

A corrosão das armaduras de concreto é definida como um fenômeno de natureza eletroquímica, que pode ser acelerado pela presença de agentes químicos externos ou internos ao concreto. São manifestadas, usualmente, por fissuras no concreto paralelas à direção da armadura, demarcando ou, até soltando o recobrimento.

Quando o teor de umidade é alto nos elementos estruturais, aparecem, inicialmente, manchas de óxido nas superfícies do concreto. Ao produzir-se por efeito da corrosão óxido expansivo, com aumento de volume de, aproximadamente, oito a dez vezes do volume original, criam-se fortes tensões no concreto, que o levam a se romper por tração, apresentando fissuras que seguem as linhas das armaduras principais e, inclusive, dos estribos, se a corrosão for muito intensa (FERNÁNDEZ CÁNOVAS, 1988).

As características do concreto, do meio ambiente e a disposição das armaduras nos elementos da estrutura interferem na corrosão da armadura.

A corrosão provoca a deterioração da estrutura, afetando a sua estabilidade e durabilidade. A armadura não é suscetível de ser corroída, a não ser que ocorram contaminação e deterioração do concreto, pois os seus constituintes evitam a corrosão do material metálico resistindo à entrada de contaminantes. Assim, quanto mais o concreto se mantiver alcalino, mais protegida estará a armadura.

Alguns fatores são fundamentais para a corrosão:

- fatores mecânicos - são exemplos, as vibrações que podem ocasionar fissuras no concreto, possibilitando o contato da armadura com o meio corrosivo; líquidos em movimento, principalmente, contendo partículas em suspensão, podem ocasionar erosão no concreto com o seu consequente desgaste;
- fatores físicos - as variações de temperatura podem ocasionar choques térmicos com reflexos na integridade das estruturas. Essas variações entre os diferentes componentes do concreto (pasta de cimento, agregados e armadura), com características térmicas diferentes, podem ocasionar microfissuras na massa do concreto que possibilitam a penetração de agentes agressivos;
- fatores químicos - estão relacionados com a presença de substâncias químicas nos diferentes ambientes, normalmente água, solo e atmosfera. Entre as substâncias químicas mais agressivas devem ser citados os ácidos, como sulfúrico e clorídrico. Os fatores químicos podem agir na pasta de cimento, no agregado e na armadura de aço-carbono;
- fatores biológicos - os microrganismos são seres que podem criar meios corrosivos para a massa do concreto e armadura, como aqueles criados pelas bactérias oxidantes de enxofre ou de sulfetos, que aceleram a oxidação dessas substâncias por ácido sulfúrico.

2.1.4 Diagnóstico das patologias

Como mencionado anteriormente, é muito importante que as patologias sejam diagnosticadas o mais precocemente possível, pois quanto antes forem tratadas, menor será a perda do desempenho da edificação e o custo da sua intervenção. Além disso, sabe-se que as patologias comprometem a durabilidade e a vida útil da obra.

A determinação do problema patológico pode ser definida em três etapas:

- levantamento de subsídios - deve-se fazer um exame detalhado da obra, efetuando-se algumas verificações específicas e utilizando-se os instrumentos essenciais, a fim de acumular e organizar as informações necessárias e suficientes para o entendimento dos fenômenos;

- diagnóstico da situação - aplica-se a análise para entender os fenômenos, identificando as múltiplas relações de causa e efeito que, normalmente, caracterizam um problema patológico;
- definição de conduta - prescreve-se a solução do problema, especificando todos os insumos necessários e a real eficiência da solução proposta.

Dessa forma, com o diagnóstico é possível propor alternativas de reparo e mesmo medidas preventivas para evitar novas patologias.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, será exposta a forma como se realizou a pesquisa, as estratégias metodológicas que foram utilizadas para o seu desenvolvimento, para a coleta e análise dos dados e a forma a ser realizada a discussão dos resultados.

Para Fachim (2005), toda pesquisa científica tem início com o método observacional. Esse método baseia-se em processos de natureza sensorial, como produto do processo em que se empenha o pesquisador no mundo dos fenômenos empíricos.

Andrade (2006) afirma que a pesquisa é um conjunto de procedimentos sistemáticos, com base no raciocínio lógico, que visa encontrar soluções para problemas propostos, mediante a utilização de métodos científicos.

A presente pesquisa pode ser tratada como quali-quantitativa, sendo classificada, quanto à sua natureza, como “aplicada”, pois segundo Silva (2001, p. 20) é do tipo que “objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos”.

Com relação aos seus objetivos, caracteriza-se como “descritiva” porque pretende “descrever características de determinada população ou fenômeno, ou ainda, estabelecer relações entre variáveis” (GIL, 1991).

3.1 ESCOLHA DO TEMA

A escolha do tema deve-se à existência de inúmeras patologias nas edificações da Universidade Federal de Santa Maria, em especial, nos prédios executados por meio do programa REUNI. Tais patologias, além de gerar ambientes insalubres e de aspecto estético desagradável, podem comprometer a segurança e a vida útil desses prédios.

Justifica-se, portanto, o levantamento com a identificação dessas patologias, a fim de determinar suas causas e sugerir possíveis intervenções para solucioná-las, assim como, propor ações de prevenção para evitar que ocorram novamente.

3.2 A DEFINIÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

O estudo de caso é uma pesquisa detalhada que estuda um fenômeno dentro do seu contexto real, na qual se fundamenta em fontes de evidências para que favoreçam o desenvolvimento das suposições teóricas conduzindo-as para a coleta e análise de dados.

Para desenvolvimento do presente trabalho, foram realizados estudos de caso nos diversos prédios executados pelo Programa REUNI do Campus Sede da Universidade.

3.3 CRITÉRIOS PARA DELIMITAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

O critério de escolha dos prédios e ambientes para estudo foi o da presença evidente de manifestações de patologias nos mesmos, e também por meio de relatos iniciais de pessoas ligadas a esses locais.

Realizaram-se vistorias em cada um dos prédios executados pelo REUNI no Campus Sede da UFSM, atualmente, mais de vinte novas edificações.

A partir desse levantamento inicial, aqueles que apresentaram as patologias mais significativas ou com maior frequência, fazem parte da presente pesquisa. São eles:

- Prédio do Derca/Servidores;
- Ampliação do Restaurante Universitário I;
- Prédio do Curso de Arquitetura;
- Prédio do Curso de Música;
- Prédio do Curso de Engenharia Química;
- Prédio do Centro de Educação – Anexo B;
- Prédio do Centro de Ciências Sociais e Humanas – Bloco C;
- Prédio do Centro de Ciências Ruarais – Anexo;
- Prédio do Colégio Técnico Industrial – Anexo;
- Prédio Geração de Energia Distribuída.

3.4 MÉTODO PARA LEVANTAMENTO E DIAGNÓSTICO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Para diagnosticar os problemas patológicos no estudo de caso será utilizado o método descrito por Grandiski (1995), cujo desenvolvimento é explicado na Figura 7. O método foi escolhido tendo em vista ser disponível e conhecido, além de ter vários exemplos práticos para pesquisa.

A identificação das patologias e a vinculação de suas causas têm o objetivo de aplicar o método em estudo e, possivelmente, contribuir para uma correção na trajetória de busca de segurança e amplitude da vida útil das construções.

A metodologia descrita por Grandiski (1995) compreende três partes distintas:

- o levantamento de subsídios;
- o diagnóstico da situação;
- a definição de conduta.

3.4.1 Levantamento de subsídios

Inicialmente, houve o levantamento das patologias existentes nas edificações em estudo, o qual ocorreu através de fotografias e esboços, considerando-se a asserção de Watt (1999), de que se pode, prontamente, detectar danos por meio de observações na edificação ou num elemento em particular. O mesmo autor atenta, entretanto, sobre a possibilidade de os danos estarem tão ocultos que uma simples observação não os possa detectar.

Alguns desses aspectos indicam danos em uma edificação:

- visual - manchas, fissuras;
- físico - falhas nas estruturas;
- olfato - odor característico;
- auditivo - gotejamento de líquidos;
- tátil - superfícies irregulares.

A utilização das plantas técnicas das edificações foi fundamental para a identificação das manifestações patológicas, sendo as mesmas disponibilizadas pela Pró-Reitoria de Infraestrutura da UFSM.

3.4.2 Diagnóstico da situação

Nesta etapa, buscou-se a compreensão dos fenômenos, identificando as relações de causa e efeito que, normalmente, caracterizam uma patologia. É com a análise e interpretação dos dados que se pode entender o problema patológico, a partir do levantamento de hipóteses e seus respectivos testes.

Lichtenstein (1985) afirma que o processo de diagnóstico constitui na contínua redução da incerteza inicial pelo progressivo levantamento de dados. Essa progressiva redução da incerteza é acompanhada por uma redução do número possível de hipóteses, até que se chegue numa correlação satisfatória entre o problema observado e um diagnóstico para esse problema.

Em alguns estudos de caso, fez-se o uso do *software* de cálculo estrutural, o CAD/TQS. O CAD/TQS é uma ferramenta para a concepção, cálculo estrutural, análise, dimensionamento, detalhamento e desenho de estruturas. Com esse programa, efetuou-se o dimensionamento de algumas estruturas com patologias para verificar se as dimensões e as armaduras dos projetos originais eram suficientes para a segurança da estrutura.

3.4.3 Definição de conduta

A definição de conduta, segundo Lichtenstein (1985), é a etapa que tem como objetivo prescrever o trabalho a ser executado para resolver o problema, incluindo a definição sobre os meios (material, mão de obra e equipamentos) e a previsão das consequências em termos do desempenho final.

Adotando a metodologia apresentada, buscou-se avaliar as patologias existentes e desenvolver o presente estudo até a fase de definição de conduta, contribuindo com as sugestões de soluções possíveis para os problemas patológicos analisados.

4 ESTUDOS DE CASO

No presente capítulo, são apresentados os estudos de caso realizados, os quais seguiram a metodologia descrita no capítulo anterior.

4.1 CASO I – PRÉDIO DO DERCA / SERVIDORES

Localização: próximo à Reitoria.

Situação: obra em andamento.

Figura 24 – Imagem de localização do prédio DERCA/servidores



Localização das Patologias: segundo pavimento – marquise.

Características: a marquise tem uma área de 46,6 m² e espessura de 22 cm e está conectada à laje do segundo pavimento por meio de uma viga de 14 cm de largura e 55 cm de altura.

Problemas encontrados:

- fissuras;
- desprendimento do revestimento.

Foi observado o aparecimento de fissuras na laje do segundo pavimento e na marquise localizada ao seu lado, conforme mostram as Figuras 25, 26 e 27.

Figura 25 – Vista inferior da marquise



Figura 26 – Fissura e desprendimento de revestimento na marquise



Figura 27 – Fissuras na laje do segundo pavimento



Análise: após o levantamento “*in loco*”, realizou-se uma análise do projeto estrutural da edificação. Com ele, foi possível obter dados sobre a quantidade de armadura empregada, seus comprimentos, espaçamentos e bitolas.

Figura 28 – Imagem do projeto estrutural da marquise

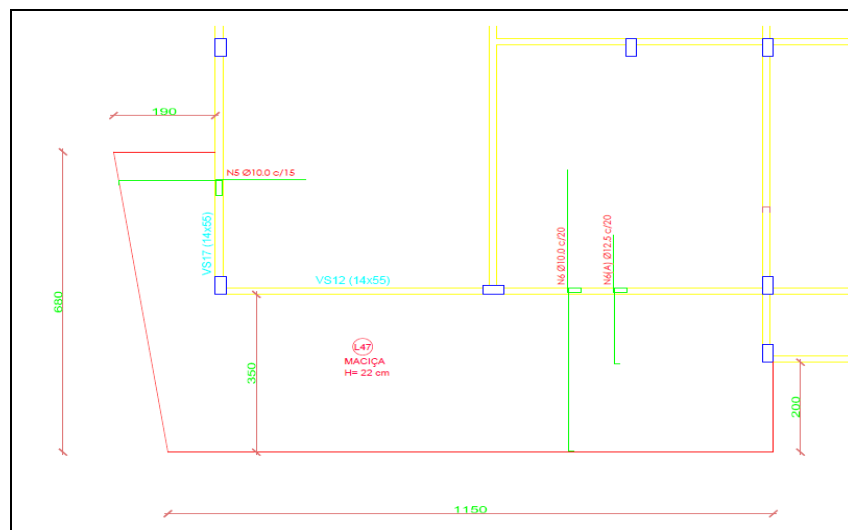
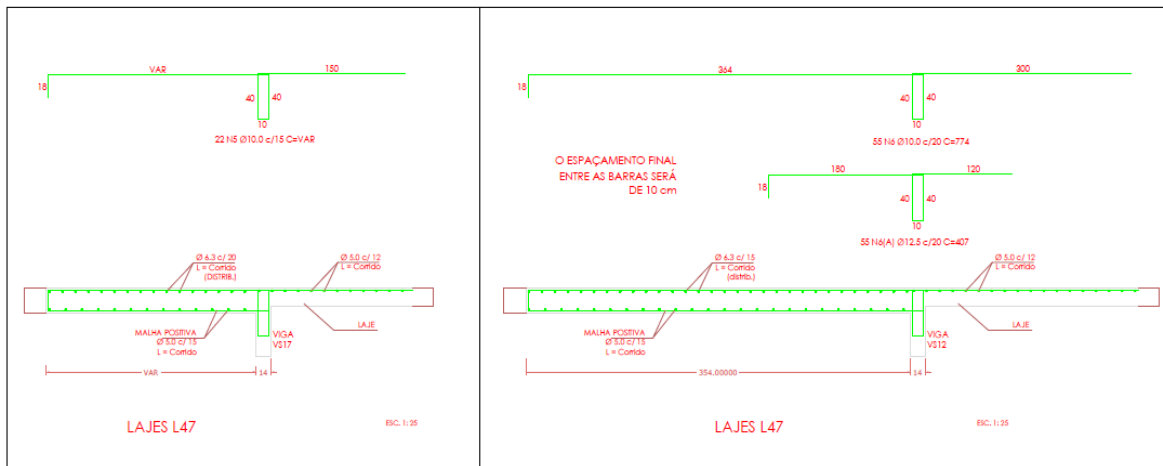


Figura 29 – Detalhamento da armadura da marquise



Verificação da quantidade de armadura utilizada na marquise:

Considerando o concreto com $2,5\text{tf/m}^3$, tem-se:

$$g = 25 \times 0,22 = 5,5 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$p = 6 \text{ kN/m}^2$$

$$M = ql^2/2$$

$$M = 6 \times 3,5^2/2$$

$$M = 36,75 \text{ kN.m} = 3675 \text{ KN.cm}$$

Usando cobrimento de 3 cm:

Altura útil = 19 cm

Resultando em uma armadura:

$$\Phi 10 \text{ mm c/ } 12 - 6,67 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura utilizada no projeto original:

$$\Phi 12,5 \text{ mm c/ } 20 - 6,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\Phi 10 \text{ mm c/ } 20 - 4 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ _ ok!}$$

Conclusões

Observou-se, com a verificação do projeto estrutural da edificação, a utilização de uma marquise com laje simples em balanço. Esse tipo de marquise é indicado para pequenos balanços (até $\sim 1,8 \text{ m}$). Porém, no presente caso, o vão é de $3,5 \text{ m}$.

No critério quantidade de armadura, constatou-se que o cálculo do projeto atendeu à armadura mínima.

Quanto ao critério de ancoragem, necessário para se determinar o ponto de interrupção da armadura negativa na laje, na qual a marquise está engastada, após a observação da NBR/ABNT 6118/2004, pode-se afirmar que o comprimento da ancoragem utilizado no projeto é insuficiente. Deve-se utilizar, no mínimo, o mesmo comprimento do vão livre da marquise para a armadura que entra na laje engastada. A seção da viga V112 é insuficiente para o momento solicitado pela marquise. Nesse caso, deveria também ter sido utilizada uma laje maciça ou uma laje pré-moldada de capa maciça para ancorar a marquise.

Solução proposta:

Nesse caso, recomenda-se o reforço da marquise, uma vez que, nas condições atuais, não atende às exigências necessárias colocando em risco a segurança do prédio e seus usuários.

4.2 CASO II – AMPLIAÇÃO DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO I (RU I)

Localização: nos fundos do Restaurante Universitário I

Situação: obra em andamento.

Figura 30 – Mapa de localização da ampliação do Restaurante Universitário I



Localização das Patologias: ampliação da cozinha – marquise e pilares.

Características: a marquise tem uma área de 17,8 m² e espessura de 18 cm e está engastada em uma viga de seção 14 cm x 190 cm que é sustentada por dois pilares de seção 20 cm x 20 cm e 5,12 m de altura.

Problemas encontrados:

- instabilidade da marquise;
- seções dos pilares com possíveis dimensões insuficientes.

Figura 31 – Vista inferior da marquise

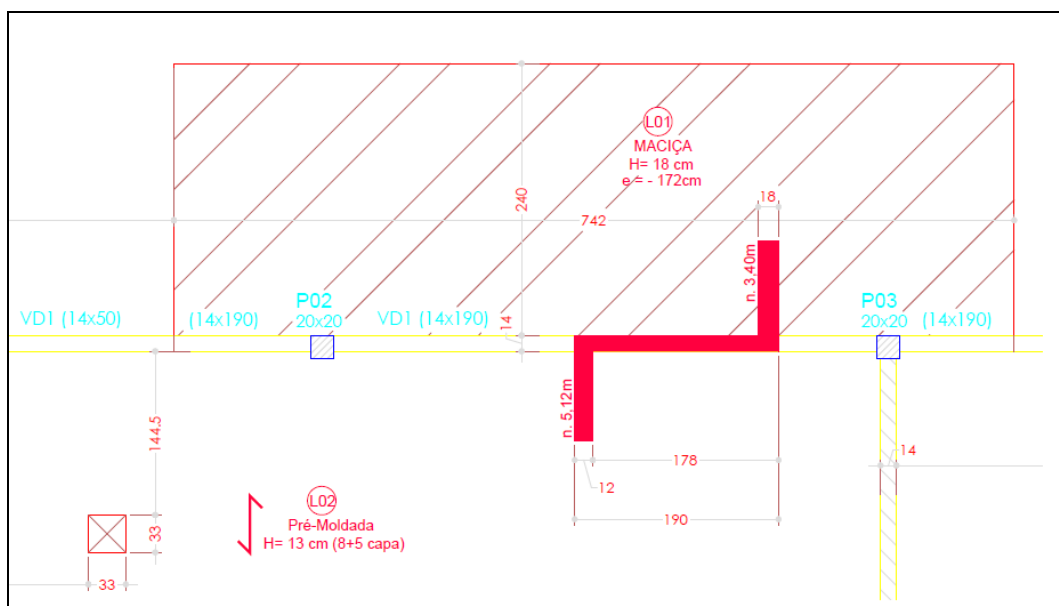


Figura 32 – Vista do pilar de apoio com seção 20 cm x 20 cm



Análise: realizada a vistoria no local, partiu-se para o estudo do projeto estrutural da obra, cujos detalhamentos são apresentados na Figura 33.

Figura 33 – Vista superior projeto estrutural marquise



Cálculo das Vigas

Espessura da laje 1 = 13 cm

$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

Peso próprio da laje 1 = $3,25 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga da laje 1 = $0,5 \text{ kN/m}^2$

Área de influência da laje na viga 1 = $16,88 \text{ m}^2$

Comprimento da viga 1 = $9,675 \text{ m}$

Permanente na Viga 1 = $5,67 \text{ kN/m}$

Sobrecarga na Viga 1 = $0,87 \text{ kN/m}$

Peso próprio da Viga 1 na seção (14x190) _ (6,31m) = $6,65 \text{ kN/m}$

Peso próprio da Viga 1 na seção (14x50) – (3,37m) = $1,75 \text{ kN/m}$

Espessura da laje 2 = 13 cm

$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

Peso próprio da laje 2 = $3,25 \text{ kN/m}^2$

Sobrecarga da laje 2 = $0,5 \text{ kN/m}^2$

Área de influência da laje na viga 2: $12,25 \text{ m}^2$

Comprimento da viga 2: $7,365 \text{ m}$

Permanente na Viga 2 = $5,41 \text{ kN/m}$

Sobrecarga na Viga 2 = $0,83 \text{ kN/m}$

Peso próprio da Viga 2 na seção (14x190) _ (1,11m) = $6,65 \text{ kN/m}$

Peso próprio da Viga 2 na seção (14x50) – (6,33m) = $1,75 \text{ kN/m}$

Cálculo da Marquise

Considerando o concreto com $2,5 \text{ tf/m}^3$ tem-se

$A = 17,81 \text{ m}^2$

$L = 7,42 \text{ m}$

$g = 25 \times 0,18 = 4,5 \text{ kN/m}^2$

$q = 0,5 \text{ kN/m}^2$

Permanente = $10,8 \text{ kN/m}$

Sobrecarga = 1,2 kN/m

$p = 5 \text{ kN/m}^2$

$M = ql^2/2$

$M = 5 \times 2,4^2/2$

$M = 14,4 \text{ kN.m} = 1440 \text{ KN.cm}$

Pilares = 5,12 m

Para dimensionamento dos pilares utilizou-se a seguinte armadura de projeto:

- para o Pilar 2: 4 Ø 12,5 mm;
- para o Pilar 3: 6 Ø 16,0 mm.

Metodologia de verificação: para verificação do dimensionamento deste projeto foi utilizado o *software* de cálculo estrutural CAD/TQS. Nele foram lançadas as estruturas de lajes, pilares e vigas de dimensões e características adotadas no projeto original.

Depois de processados os dados e realizadas as análises estruturais pelo programa, sua plataforma de dimensionamento de pilares foi empregada para apurar se as dimensões e as armaduras do projeto original eram suficientes para a segurança da estrutura.

Conclusões

Com base na verificação do dimensionamento da estrutura, conclui-se que a armadura determinada para o Pilar 2 não atende às solicitações na seção do mesmo, ou seja, sua armadura não garante a segurança contra a sua ruptura. Para a seção de 20 cm x 20 cm do referido pilar, a armadura necessária é de 4 Ø 25 mm ou equivalente.

O Pilar 3, por sua vez, está bem dimensionado atendendo ao critério de segurança estrutural e estabilidade da estrutura, não necessitando seu redimensionamento.

Solução proposta

É necessário executar reforço estrutural no Pilar 2, de acordo com o cálculo de redimensionamento da estrutura.

4.3 CASO III – PRÉDIO DO CURSO DE ARQUITETURA

Localização: atrás do Restaurante Universitário II.

Situação: obra em andamento.

Figura 34 – Localização do Prédio do Curso de Arquitetura



Localização das Patologias: auditório – laje e pilar.

Problemas encontrados

Na laje do auditório

- Mapeamento da armadura;
- Insuficiência de concreto no cobrimento da armadura.

No pilar do auditório

- Falha de concretagem na ligação entre pilar e laje.

Figura 35 – Auditório do Prédio do Curso de Arquitetura



Figura 36 – Laje com mapeamento de armadura



Figura 37 – Laje e pilar com falha de concretagem



Análise: de acordo com a inspeção realizada na estrutura, percebeu-se a insuficiência de concreto no cobrimento da armadura da laje, devido a uma falha na execução da concretagem. É possível que não tenham sido usados os espaçadores para apoio das armaduras que são necessários para garantir o seu cobrimento, ou tenha havido falha na vibração do concreto durante a sua execução.

Com relação à lacuna de concreto entre pilar e laje, constata-se uma deficiência no método de adensamento do concreto. É possível que isso tenha ocorrido em razão de uma alta taxa de armadura no local ou devido ao uso de um traço de concreto inadequado, pois, nesse caso, o ideal seria o emprego de um concreto pré-adensado com agregado de menor dimensão.

Soluções propostas

Na laje, inicialmente, sugere-se uma lavagem para verificar o comprometimento de sua armadura.

Na ligação entre pilar e laje, propõe-se remover o concreto desagregado e regularizar as bordas de abertura. Depois, é importante limpar as barras de aço da armadura e executar uma proteção catódica galvânica nas mesmas. Então, preencher a falha existente com concreto fluido de alta resistência (Graute).

4.4 CASO IV – PRÉDIO DO CURSO DE MÚSICA

Localização: ao lado do Prédio do Curso de Letras.

Situação: obra concluída.

Figura 38 – Localização do Prédio do Curso de Música



Localização das Patologias: primeiro, segundo e terceiro pavimentos.

Problemas encontrados:

- fissuras e trincas;
- infiltração;
- mofo;
- vedação de portas e janelas ineficiente;
- perda de aderência das camadas de pintura.

Figura 39 – Fissuras e perda de aderência da camada de pintura



Figura 40 – Fissuras e trinca horizontal na parede do estúdio de música



Figura 41 – Fissuras – mapeamento



Figura 42 – Trinca a 45° em região de balanço



Figura 43 – Trinca a 45° podendo indicar recalque suave



Figura 44 – Aspecto da fachada, pingadeiras



Figura 45 – Detalhe esquadro da porta de acesso secundário

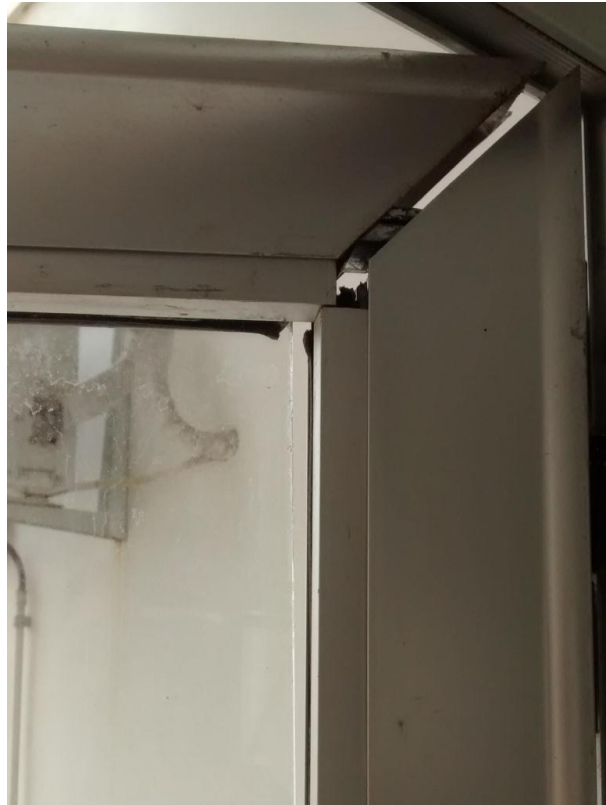


Figura 46 – Elemento de estanqueidade deslocado



Figura 47 – Elemento de estanqueidade deslocado



Figura 48 – Umidade ascensional com desprendimento da pintura (pavimento térreo)



Figura 49 – Umidade ascensional com desprendimento da pintura (pavimento térreo)



Figura 50 – Umidade na parede provoca desprendimento da camada de pintura



Figura 51 – Problema de estanqueidade/presença de umidade interior



Figura 52 – Presença de umidade no teto



Análise: foram observadas muitas fissuras externas. As fissuras podem estar relacionadas à retração e ao traço do concreto. As trincas a 45° sugerem recalque diferencial das fundações. Nas trincas horizontais, pode-se supor que a “amarração” da alvenaria com a viga não foi bem executada.

Com relação ao desprendimento da camada de pintura, é possível que a mesma tenha sido executada com presença de umidade nas paredes, ou que a

presença de água que provoca o descolamento esteja infiltrando pelas fissuras existentes.

Foram registrados, também, problemas de estanqueidade das aberturas: as estruturas de inúmeras esquadrias encontram-se fora de esquadro e sem encaixe, fazendo com que os elementos de segurança e borrachas de vedação fiquem frouxos e se desloquem. Dessa forma, ocorre infiltração de água pelas aberturas, além de que, suas características de isolamento e estanqueidade ficam prejudicadas.

Registrou-se que houve danos ao acabamento de gesso do teto do estúdio de música, que cedeu parcialmente e encontra-se deteriorado, provavelmente por infiltração de água da chuva pela cobertura, o que indica falta de manutenção, inspeção e limpeza das calhas. Somado a isso, nas paredes externas do estúdio constatou-se a presença de fissuras que podem estar contribuindo para a passagem de água para o seu interior. Esses fatores tornaram a sala inutilizável, causando prejuízos aos equipamentos e usuários, pois os recursos oferecidos pelo estúdio não são encontrados em outra sala do prédio.

As patologias menores como falhas executivas nos acabamentos das portas e nos forros de gesso também foram encontradas.

Soluções propostas

As principais patologias referem-se à falta de conservação da edificação. Por essa razão, é importante que se façam inspeções e executem-se os reparos necessários. Inicialmente, sugere-se a limpeza e manutenção das calhas e demais elementos de cobertura, como telhas e algerozas.

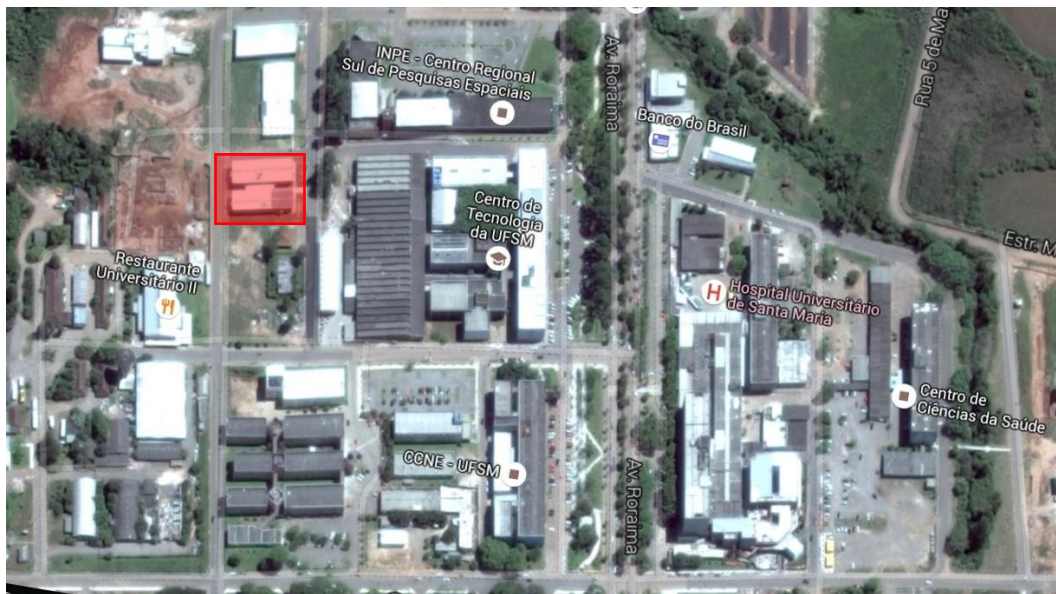
Recomposição das esquadrias, com reencaixe e reposição dos elementos de segurança e vedação nas posições corretas; recuperação das paredes e estrutura, com conserto das fissuras, com impermeabilização e pintura das mesmas são ações fundamentais para restabelecimento das boas condições de uso do prédio.

4.5 CASO V – PRÉDIO DO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

Localização: nos fundos do Centro de Tecnologia.

Situação: obra concluída.

Figura 53 – Localização do Prédio de Engenharia Química



Localização das Patologias: teto do segundo pavimento, salas próximas à fachada frontal.

Problemas encontrados:

- fissuras;
- infiltração;
- bolor e Mofo;
- descascamento da pintura.

Figura 54 – Fachada frontal (leste)



Figura 55 – Detalhe de aspecto fissurado da fachada frontal (leste)



Figura 56 – Detalhe do teto da recepção no segundo pavimento



Figura 57 – Descascamento da pintura e mofo em sala do segundo pavimento



Figura 58 – Telhado em aluzinc com pouca inclinação



Figura 59 – Detalhe da cobertura danificada e tubulações de ar condicionado



Figura 60 – Cobertura avariada



Figura 61 – Mofo e manchas de umidade em sala do segundo pavimento



Figura 62 – Mofo e manchas de umidade em sala do segundo pavimento



Figura 63 – Mofo e manchas de umidade em parede do laboratório



Figura 64 – Mofo, bolhas e descascamento de tinta próximo à canalização de passagem dos tubos do ar-condicionado



Figura 65 – Mofo em parede de sala junto à fachada frontal



Figura 66 – Inchaço de elemento de divisória por presença de água



Figura 67 – Mofo na mobília por presença de umidade



Figura 68 – Mofo na mobília por presença de umidade



Análise: constataram-se fissuras externas nas fachadas pelas quais ocorre a infiltração de água da chuva para o interior do edifício, o que justifica o aparecimento de bolor e mofo nas paredes internas das salas. A presença da umidade devido às infiltrações propicia a proliferação de microrganismos, causando a coloração escurecida na superfície das paredes e teto, além do mau cheiro no ambiente. As fissuras podem estar relacionadas à retração da argamassa de revestimento.

No teto do segundo pavimento, além de manchas de mofo, aparecem bolhas e descascamento da pintura. A umidade ainda penetrou nas divisórias das salas, provocando inchaço e descolamento de seus elementos constituintes. Isso ocorre devido a infiltrações na laje de cobertura em razão da inclinação do telhado ser insuficiente. Além disso, constatou-se que muitas telhas estão danificadas, provavelmente, em consequência da falta de cuidados quando das instalações de ar condicionado.

Soluções propostas

Observou-se que os problemas se referem, basicamente, a erro de projeto (inclinação da cobertura) e de execução da edificação (retração da argamassa de revestimento e má instalação das unidades externas de ar condicionado).

Cabe, agora, corrigir os problemas existentes no que diz respeito, especialmente, à impermeabilização das paredes das fachadas com a remoção do revestimento que se encontra comprometido com fissuras e sua correção por meio da aplicação de um novo reboco com argamassa de traço correto, sua impermeabilização e pintura com tinta especial para fachada, a fim de evitar a passagem de umidade para o interior do prédio.

Na cobertura, a solução será refazê-la com a inclinação apropriada ao tipo de telha utilizada. Para isso, será necessário aumentar a platibanda, remontar o telhado e substituir as telhas danificadas.

Deve ser realizada a revisão das instalações de ar condicionado, com a perfeita vedação dos vãos que estiverem abertos com a aplicação de manta asfáltica e, assim, evitar a entrada de água da chuva nas salas.

Aconselha-se a limpeza periódica da calha para impedir o alagamento da laje e consequentes goteiras.

4.6 CASO VI – PRÉDIO DO CENTRO DE EDUCAÇÃO (CE - ANEXO B)

Localização: nos fundos do Centro de Educação.

Situação: obra concluída.

Figura 69 – Localização do Prédio do Centro de Educação - Anexo B



Localização das Patologias: salas adjacentes à fachada leste e locais aleatórios internos do prédio.

Problemas encontrados:

- fissuras;
- manchas de umidade;
- bolor e Mofo;
- bolhas na pintura.

Figura 70 – Fachada leste do Prédio do Anexo B do Centro de Educação



Figura 71 – Fissuração na fachada leste

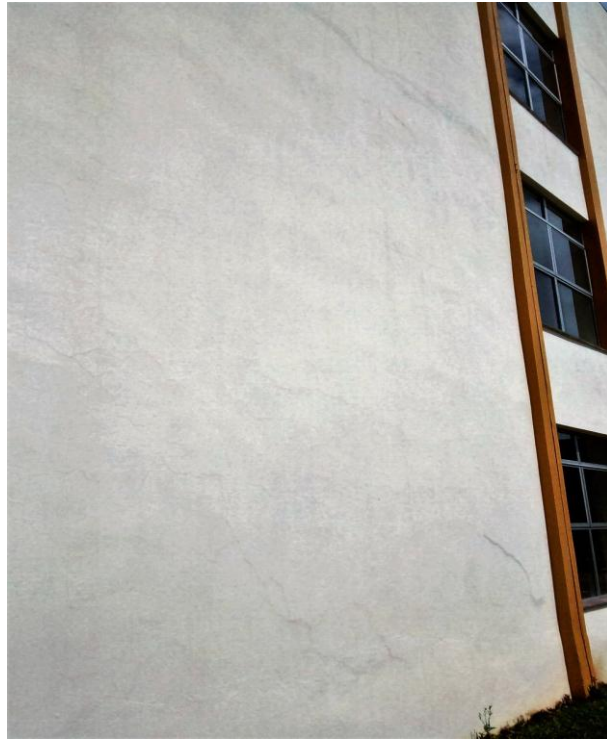


Figura 72 – Detalhes das fissuras da fachada leste



Figura 73 – Mofo em parede adjacente à fachada leste



Figura 74 – Mofo no canto da parede adjacente à fachada leste



Figura 75 – Mofo em parede leste



Figura 76 – Detalhe da instalação de equipamento de ar condicionado



Figura 77 – Detalhe da instalação de equipamento de ar condicionado



Figura 78 – Detalhe da umidade na parede externa devido à água proveniente do dreno do ar condicionado



Figura 79 – Presença de mofo e bolhas na pintura junto à face interna da parede devido à infiltração de umidade proveniente dos respingos de água do ar condicionado



Figura 80 – Mofo em revestimento interno de parede junto à dreno externo de ar condicionado



Figura 81 – Abertura não vedada para passagem de tubulação do ar-condicionado



Figura 82 – Mofo na parede sul



Figura 83 – Descascamentos de pintura em regiões próximas à *shafts* nos banheiros



Figura 84 – Bolhas na pintura junto à tubulação de combate à incêndio



Figura 85 – Abertura no forro de gesso que apresentava umidade para conserto da tubulação do banheiro do andar superior



Análise: foram encontradas paredes com manchas de umidade e mofo, principalmente, nas salas adjacentes à fachada leste, cujo revestimento apresenta-se bastante fissurado. Ocorre, portanto, infiltração de água das chuvas por fissuras presentes em toda extensão dessa fachada.

Verificou-se a má instalação dos aparelhos de ar condicionado, cujos drenos estão aparentes e, através dos quais há o gotejamento contínuo que respinga junto às paredes externas da edificação, provocando a infiltração dessa água para o interior das salas e ocasionando danos ao revestimento. Além disso, em algumas salas existem, ainda, vãos abertos para a instalação dos equipamentos que não foram vedados, havendo a passagem direta de água da chuva para o seu interior.

Na parede sul, manchas de umidade também estão evidentes, indicando a passagem de umidade, sugerindo má impermeabilização das paredes.

Em alguns banheiros, existem manchas de umidade no teto, e descascamento de pintura em paredes próximas a *shafts*, o que pode indicar a presença de vazamentos.

No terceiro pavimento, a região no teto próxima à passagem da tubulação de prevenção de incêndio apresenta a formação de bolhas na pintura, indicando a presença de umidade no local.

Soluções propostas

Averiguou-se que a presença de umidade é o principal problema encontrado no prédio. Como no estudo de caso anterior, a fachada leste está “mapeada” por fissuras, necessitando a substituição do revestimento por argamassa de traço adequado e, com a devida impermeabilização para posterior aplicação de tinta própria para fachadas. Impermeabilização e pintura externa, aliás, que deve ser refeita também na fachada sul.

Os drenos de ar condicionado devem ser tubulados e conectados à rede pluvial, a fim de que não haja mais respingos junto às paredes.

Por fim, uma revisão nas tubulações hidráulicas e de prevenção de incêndio com a execução dos consertos dos vazamentos deve solucionar os demais problemas de infiltração e umidade.

4.7 CASO VII – PRÉDIO DO CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS (CCSH - BLOCO C)

Localização: nos fundos do Centro de Ciências Sociais e Humanas.

Situação: obra em andamento.

Figura 86 – Localização do Prédio do CCSH (Bloco C)



Localização das Patologias: estrutura de concreto e escada.

Problemas encontrados:

- vigas e pilares de concreto fora de prumo;
- escada de concreto com degraus tortos e fora de nível;
- nichos de concretagem;
- laje com problemas de concretagem.

Figura 87 – Estrutura de concreto da fachada com problemas de prumo

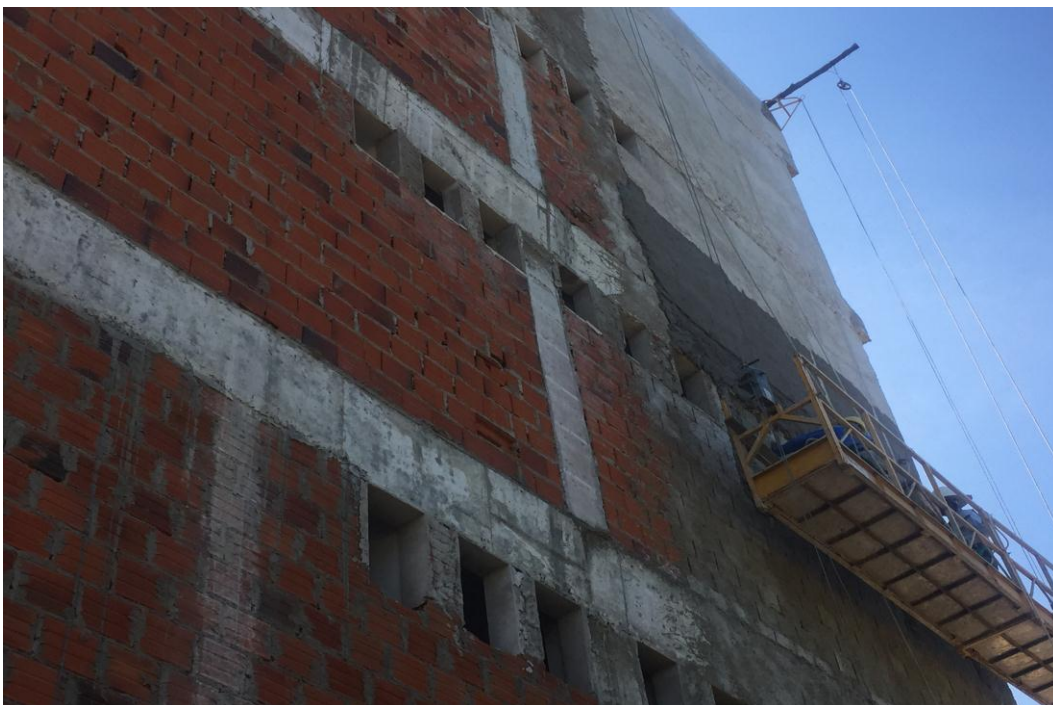


Figura 88 – Detalhe de viga da fachada fora de prumo

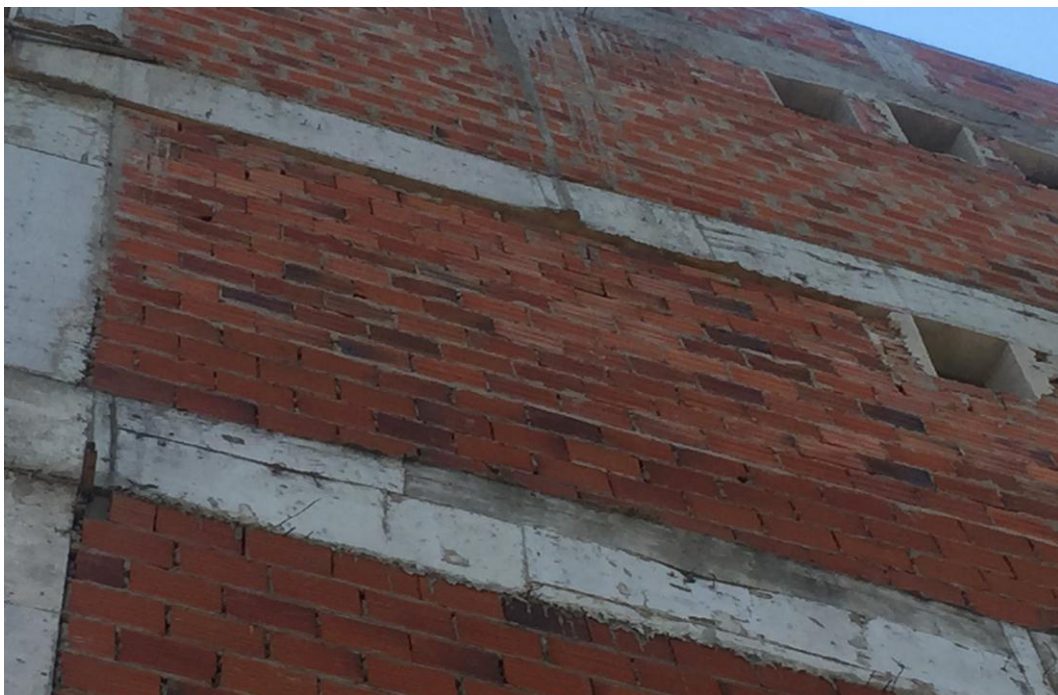


Figura 89 – Detalhe de problemas de concretagem na estrutura do prédio



Figura 90 – Detalhe da má execução da escada



Figura 91 – Detalhe da escada com degraus tortos e nichos de concretagem



Figura 92 – Detalhe de vão entre escada e parede



Figura 93 – Vão de esquadria executado sem verga de concreto



Figura 94 – Laje com problema de concretagem



Figura 95 – Junta de dilatação com fissura na coluna e no piso preenchida com contrapiso



Análise: no prédio, visualizam-se, na fachada, algumas vigas completamente fora de prumo, indicando a amarração deficiente das respectivas formas, cujas madeiras cederam no momento da concretagem e resultaram em elementos estruturais nitidamente tortos. Um problema sério de execução.

Os vários lanços de escada também apresentam diversas imperfeições. De nichos de concretagem a degraus sinuosos e inteiramente fora de padrão, passando por vãos perigosos entre sua estrutura e a parede lateral, caracterizando a extrema falta de atenção e cuidado no andamento da obra.

Em um dos pavimentos, percebeu-se que o contrapiso foi executado cobrindo a junta de dilatação prevista em projeto. Na mesma junta, nota-se que o reboco também já apresenta fissuras devido à movimentação da estrutura parcialmente impedida pela vedação da mesma.

Encontrou-se vão de esquadria aberto sem existência de verga de concreto e algumas lajes, cujas tabelas são em poliestireno expandido (EPS), com falhas de concretagem devido à ruptura de algumas dessas tabelas durante o processo, gerando um aspecto desagradável, além da necessidade de preenchimento e regularização das mesmas.

Cabe ressaltar que, nessa obra, deparou-se com o fato de ter havido substituição da empreiteira encarregada. A nova empresa está sendo responsável pelos reparos decorrentes das tarefas anteriormente mal executadas, além da construção do último andar do prédio.

Soluções propostas

As vigas fora de prumo acarretariam espessuras de revestimento além do normalizado para perfilar a fachada. Nesse caso, está sendo executado o requadro da estrutura, de modo que as espessuras de argamassa de revestimento sejam “compensadas” entre as paredes de alvenaria e os elementos de concreto. É importante lembrar a necessidade de execução de pingadeiras junto aos requadros horizontais, de modo a impedir o acúmulo de água da chuva e consequentes infiltrações nas paredes.

Na escada, será necessário o preenchimento dos vãos laterais e dos nichos de concretagem existentes, além da correção e padronização dos degraus. Nos fechamentos laterais junto às paredes deverá ser feito o isolamento das movimentações das estruturas (junta de dilatação), o que pode ser realizado com a

instalação de placas de poliestireno expandido (isopor) entre elas permitindo que suas partes contíguas atuem como corpos independentes.

A retirada do contrapiso e revestimentos nas juntas de dilatação existentes são indispensáveis, a fim de seccionar completamente a construção. Dessa forma, cada parte movimenta-se lateralmente à junta, sem introduzir tensões na parte adjacente. Recomenda-se recortar com disco diamantado o material que está avançando sobre a junta, reconstituí-la e regularizar as bordas lascadas dos revestimentos. Depois de completo endurecimento e a secagem da argamassa de reparo, rejuntar o encontro entre os pilares com selante monocomponente base poliuretano com capacidade de movimentação de $\pm 50\%$. Para o cordão de selante, obedecer à proporção 2:1 entre a largura (abertura da junta/espessura da placa de isopor) e a profundidade. Ter o cuidado no momento do assentamento do piso para que não ocorra, novamente, o cobrimento da junta.

Por último, deve-se partir para a execução da regularização das faces inferiores das lajes onde ocorreram os rompimentos das tabelas e a execução de vergas de concreto com a aplicação de concreto fluido de alta resistência (Graute).

4.8 CASO VIII – PRÉDIO DO CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS (CCR - ANEXO)

Localização: ao lado do Centro de Ciências Rurais.

Situação: obra concluída.

Figura 96 – Localização do Prédio do Centro de Ciências Rurais (Anexo)



Localização das Patologias: parede da fachada sul, paredes internas e forro do último pavimento.

Problemas encontrados:

- fissuras;
- manchas de umidade e desprendimento de placas do forro do último pavimento;
- descascamento de pintura;
- eflorescência no revestimento da fachada;
- infiltração.

Figura 97 – Fissura entre alvenaria e viga de concreto



Figura 98 – Manchas de umidade no forro do último pavimento



Figura 99 – Desprendimento de placas do forro do último pavimento



Figura 100 – Detalhe do telhado com deformação de sua estrutura de madeira



Figura 101 – Detalhe das telhas de fibrocimento em estado de decomposição



Figura 102 – Detalhe da calha, rufos e algerozas



Figura 103 – Manchas de umidade devido à infiltração pela cobertura de policarbonato



Figura 104 – Vista externa da cobertura de policarbonato



Figura 105 – Detalhe da instalação da cobertura de policarbonato cujas ranhuras estão no sentido oposto ao caimento da água da chuva e elementos de fixação sobressalentes

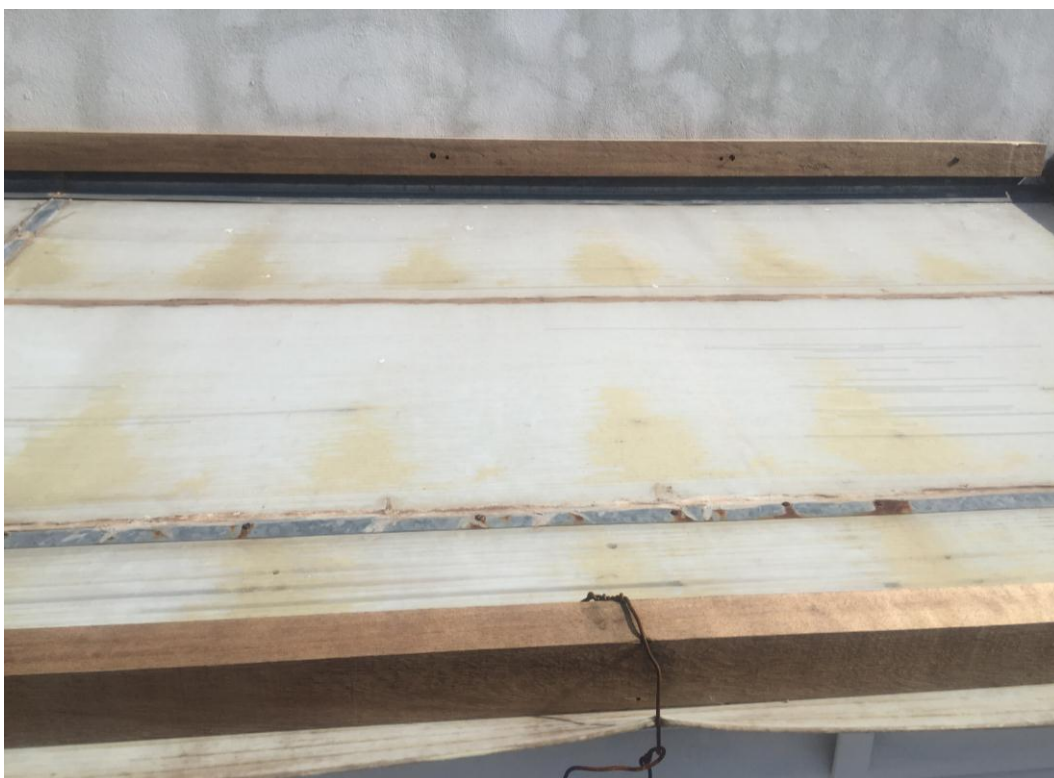


Figura 106 – Eflorescência no revestimento da fachada sul



Figura 107 – Eflorescência no revestimento da fachada sul



Figura 108 – Desagregação da pintura em razão da presença de umidade – parede junto à fachada sul



Análise: problemas de infiltração se fazem presentes em mais um prédio estudado.

Em inspeção na cobertura, certificou-se das péssimas condições das telhas que se encontram em processo de degradação, com fissuras e partes apodrecidas, além da estrutura de madeira que cedeu, o que comprova a má qualidade do material empregado. As algerozas que dão acabamento junto à calha e ao perímetro da obra apresentam-se soltas em muitas seções e não rematam completamente a platibanda, por onde escorre a água da chuva. Para agravar o problema, há, ainda, uma cobertura em policarbonato mal instalada, cujas ranhuras foram dispostas em sentido contrário ao escoamento das águas. Tais fatores permitem a presença de água sobre a laje, ocasionando manchas no teto e desprendimento de placas do forro de gesso do último pavimento.

Na fachada sul, manchas e depósitos esbranquiçados e pulverulentos na superfície da argamassa de revestimento caracterizam que houve eflorescência no local. Em alguns pontos internos da mesma parede da fachada sul observa-se a desagregação da pintura. Essas adversidades são causadas em função de

penetração de umidade na superfície, ou ainda pela aplicação de tinta sobre superfície de reboco não curado.

Soluções propostas

A substituição do telhado deve ser a primeira providência a ser tomada. Nova estrutura, novas telhas de melhor qualidade e novos acabamentos (calhas, algerozas, rufos, *etc.*) com instalação correta devem resolver o problema de infiltração na laje. Aconselha-se a utilização de rufos que envolvam a platibanda, cobrindo-a até a calha de modo a evitar a entrada de água pelo perímetro da edificação.

A cobertura em policarbonato também deve ser trocada por outra que atenda as condições necessárias para reprimir o ingresso de água no local.

O forro de gesso danificado precisa ser refeito.

Nas paredes com eflorescência, indica-se a remoção das manchas brancas por meio de lixamento e limpeza da superfície. Caso haja apenas a disposição superficial de sais, pode-se proceder à impermeabilização da parede e pintura logo a seguir, caso contrário, deve-se eliminar a causa do problema (umidade negativa, por exemplo) e verificar a necessidade de substituição do revestimento anteriormente.

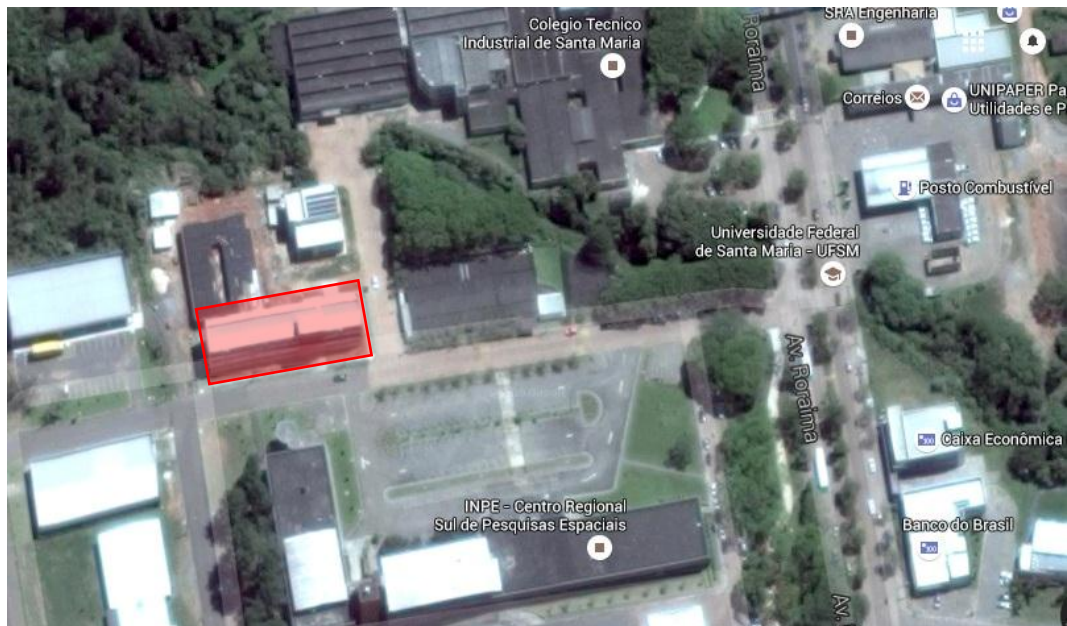
Processo semelhante, de limpeza e remoção das partes soltas, deve ser aplicado nos locais com desintegração da pintura. Imperfeições profundas precisam ser corrigidas com argamassa e, após a cura, parte-se para a repintura.

4.9 CASO IX – PRÉDIO DO COLÉGIO TÉCNICO INDUSTRIAL (CTISM - ANEXO)

Localização: nos fundos do Colégio Técnico Industrial.

Situação: obra concluída.

Figura 109 – Localização do Prédio do CTISM (Anexo)



Localização das Patologias: fachadas, esquadrias e paredes internas.

Problemas encontrados:

- infiltração;
- manchas de bolor e mofo;
- descascamento de pintura;
- desprendimento do revestimento de marquises;
- deterioração das portas das salas.

Figura 110 – Detalhe da instalação do equipamento de ar condicionado com infiltração na laje da marquise e desprendimento do reboco



Figura 111 – Manchas de mofo na fachada indicando o mau funcionamento das pingadeiras sob as esquadrias



Figura 112 – Manchas de mofo na face inferior da viga externa indicando o acúmulo de umidade pela inexistência de pingadeira



Figura 113 – Fissura no remate do peitoril da esquadria



Figura 114 – Detalhe da pedra do peitoril cuja largura é insuficiente, havendo fechamento do vão com argamassa



Figura 115 – Bolhas e descascamento da pintura em parede interna em região do peitoril da esquadria



Figura 116 – Manchas de umidade e descascamento da pintura em revestimento interno junto à esquadria



Figura 117 – Fissura e desprendimento da camada de pintura em parede interna em região próxima à esquadria



Figura 118 – Deterioração de porta junto à circulação do prédio



Análise: foi constatado que a presença de umidade é o principal agente responsável pelas patologias encontradas nessa edificação. Detalhes construtivos simples que, se bem executados, evitariam os problemas correntes.

Cita-se, inicialmente, a má instalação das pedras dos peitoris sob as esquadrias, com a má vedação do vão entre elas. Várias pedras têm dimensão menor do que o necessário para encaixar sob as janelas. Nesses casos, os espaços vazios foram preenchidos com argamassa e os peitoris acabam por não exercer sua verdadeira função, que é escoar as águas pluviais para o exterior do prédio. Como consequência, o lado interno das paredes junto às janelas apresenta manchas de mofo, bolhas e descascamento da pintura devido à presença de umidade.

Há falta de pingadeiras nas fachadas ao longo das circulações externas, o que provoca também o acúmulo de umidade na face interna das vigas aéreas que acompanham as circulações, causando aspecto desagradável com manchas de mofo no teto.

Em razão de essas circulações serem abertas na sua lateral, em dias de chuva há presença de água no local o que vem causando a deterioração das portas

de madeira semiocas de acesso às salas. A especificação das referidas portas parece equivocada, uma vez que, a umidade no local seria evidente. Aliás, considera-se discutível a proposta projetual do referido prédio com circulações desprovidas de fechamento lateral tendo em vista as condições climáticas da região.

A instalação de alguns equipamentos de ar condicionado, mais uma vez de forma inadequada, com abertura de nichos e sem drenos apropriados funciona como um fator extra para gerar umidade e causar danos à edificação.

Soluções propostas

Sugere-se a reinstalação dos peitoris das janelas com material de vedação adequado (adesivo vedante) e substituição das pedras desajustadas. As pedras devem ter a largura da parede com avanço de 2,5 cm para o seu exterior e de cerca de 2 cm para cada lado do vão penetrando na alvenaria. Além disso, na extremidade externa deve apresentar um canal na sua face inferior para funcionar como pingadeira. A inclinação para o exterior deve ser de, no mínimo, 2%.

Recomenda-se a execução de pingadeiras ao longo das fachadas externas das circulações para evitar o acúmulo de umidade nas vigas e substituição das portas danificadas.

Seria conveniente o fechamento das laterais das circulações para impedir a entrada da água da chuva no seu interior. Além disso, a estanqueidade dos vãos possibilitará um maior conforto térmico do ambiente, especialmente em dias de frio. Propõe-se a instalação de pele de vidro com partes fixas e outras móveis, para garantir boa iluminação e ventilação do espaço, quando necessário.

Uma revisão das instalações de ar condicionado com os reparos essenciais como vedação dos nichos existentes e tubulação das águas provenientes das unidades internas com ligação à rede pluvial deve evitar outros problemas derivados de infiltrações.

Para finalizar, devem ser removidas as manchas de umidade e camadas de revestimento e pintura deteriorados, refazendo o acabamento com a impermeabilização dos revestimentos e renovação da pintura com tinta apropriada.

4.10 CASO X – PRÉDIO GERAÇÃO DE ENERGIA DISTRIBUÍDA

Localização: atrás do Colégio Técnico Industrial – Anexo.

Situação: obra concluída.

Figura 119 – Localização do Prédio de Geração de Energia Distribuída



Localização das Patologias: fachadas e esquadrias.

Problemas encontrados:

- infiltração;
- manchas de umidade, bolor e mofo;
- fissuras;
- desprendimento da pintura.

Figura 120 – Fissura no pórtico de acesso ao prédio



Figura 121 – Detalhe da fissura e umidade da laje de cobertura



Figura 122 – Manchas de umidade no pórtico



Figura 123 – Infiltração na laje de cobertura do pórtico



Figura 124 – Manchas de umidade e bolhas na pintura da estrutura do pórtico junto à conexão com a cobertura de policarbonato no acesso ao prédio



Figura 125 – Vãos entre as soleiras e as esquadrias



Figura 126 – Esquadria sem soleira e reboco sem proteção de pintura apresentando acúmulo de umidade e manchas de mofo



Figura 127 – Fissura horizontal entre a parede de alvenaria e a laje na fachada oeste

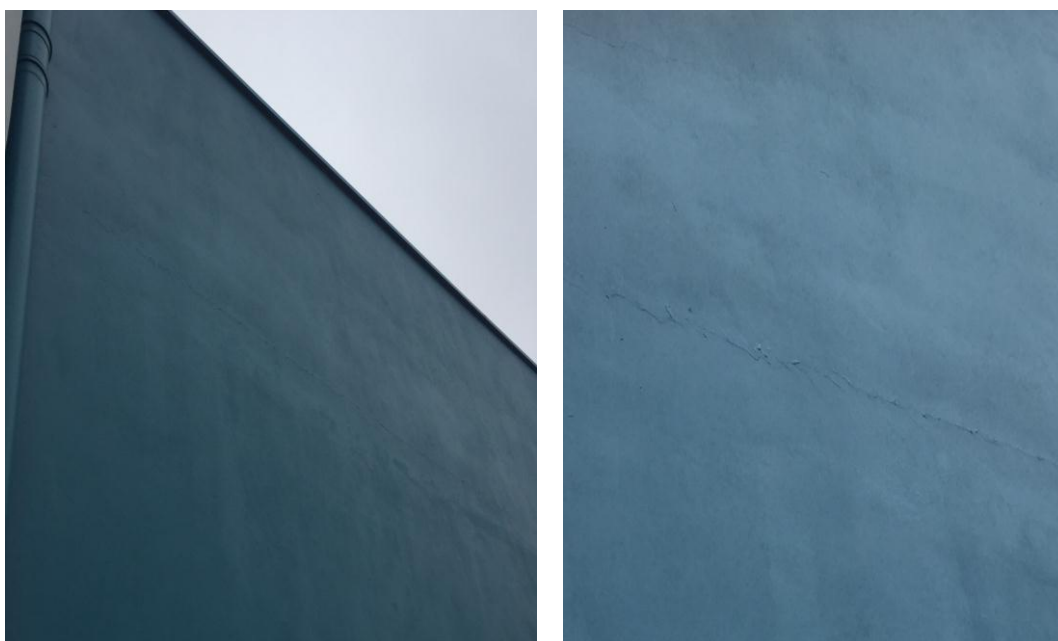


Figura 128 – Detalhe da instalação de ar condicionado sem qualquer planejamento



Análise: verificou-se, novamente, que a falta ou o ineficiente controle da umidade junto à edificação faz com que esse fator propicie o surgimento de diversas patologias na obra.

Constata-se, inicialmente, infiltração de água junto à laje de cobertura do pórtico de entrada do prédio. Manchas de umidade evidenciam o problema. Da mesma forma, na junção entre a estrutura de concreto do pórtico e a estrutura metálica de uma cobertura de policarbonato existente, há manchas e bolhas na pintura que caracterizam a presença de água no local.

A ausência de soleiras e peitoris em algumas esquadrias e sua má instalação junto a outras, sem a devida vedação dos vãos, acaba por facilitar o ingresso de água ao ambiente interno provocando o surgimento de manchas de mofo e bolor e, por vezes, a degradação da pintura.

Identificou-se uma fissura horizontal na interface entre a parede de alvenaria e a laje de cobertura na fachada oeste. Essa configuração, típica de movimentação térmica da laje, ocorre, especialmente, em alvenarias que sustentam lajes de concreto armado expostas às variações de temperatura. Embora a parede também esteja sob exposição solar, o coeficiente de dilatação térmica do concreto é, em média, duas vezes maior que o das alvenarias, o que provoca movimentos diferenciados entre esses elementos que podem gerar fissuras.

Por último, a já pré-falada instalação dos equipamentos de ar condicionado sem planejamento prévio, ou seja, sem as devidas esperas de dreno e o aspecto desagradável causado pela tubulação aparente e disposta de uma maneira qualquer.

Soluções propostas

Inicialmente, cabe refazer a impermeabilização da laje de cobertura do pórtico, assim como, efetuar a perfeita vedação entre sua estrutura e a cobertura de polycarbonato instalada entre esse e o prédio. Feito isso, partir para a raspagem e recuperação da pintura já danificada.

Quanto às soleiras e peitoris, é importante que seja realizada uma revisão geral em todas as esquadrias e que os mesmos sejam instalados naquelas que não possuem, além da recolocação das que têm inclinação incorreta ou qualquer outra anormalidade. A completa vedação dos vãos entre as pedras e as esquadrias deve ser realizada para evitar a penetração de água para o interior da edificação.

Com relação à fissura na parede devido às diferentes dilatações térmicas entre alvenaria e laje de concreto armado, é recomendável executar a sua recuperação com a aplicação de membrana acrílica e selagem, com posterior restabelecimento da pintura para acabamento. Aconselha-se a abertura de vãos na platibanda sob o telhado para que haja ventilação e o conseqüente decréscimo da temperatura da laje de cobertura, evitando, assim, maiores movimentações. Os respectivos vãos devem ser abertos de modo a permitir a ventilação cruzada e neles serem dispostas telas ou grelhas para impedir a entrada de animais e acúmulo de sujeira sob o telhado.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo revelou as manifestações patológicas existentes nos prédios construídos por meio do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) na Universidade Federal de Santa Maria, Campus Sede. As edificações foram vistoriadas e o levantamento e análise das patologias seguiu a metodologia descrita anteriormente.

As edificações são novas, visto que, o programa foi lançado em 2007 e, muitas obras, ainda se encontram em construção. Mesmo assim, inúmeras patologias foram constatadas, sejam elas causadas por circunstâncias intrínsecas ou extrínsecas. Falhas de projeto, erros construtivos e alguma falta de manutenção foram observados.

No entanto, pode-se destacar que os problemas relacionados ao mau desempenho dos projetos foram os mais significativos, corroborando que a deficiência do projeto da edificação é o agente causador da maioria das patologias na construção civil.

Em todas as edificações, cujas patologias foram apresentadas, a falha de projeto esteve presente. Em alguns casos mais graves, houve, inclusive, erro no dimensionamento dos elementos estruturais, incorrendo em risco quanto à segurança estrutural da obra.

Analisando os procedimentos, verificou-se que os projetos elaborados para comporem os processos licitatórios da Universidade mostram apenas o mínimo de detalhamentos e especificações necessários e, muitas vezes, não atendem às normas de projeto. É questionável, também, o real estudo das condicionantes locais para implantação e desenvolvimento dos mesmos, pois se percebeu que muitas patologias poderiam ser evitadas se as edificações e seus elementos constituintes fossem melhor protegidos da ação das chuvas, ventos e variações térmicas típicas da região.

Aliado a isso, faltam projetos estruturais e complementares que, constantemente, ficam sob responsabilidade da empresa vencedora do certame para execução da obra. Projetos de instalações mecânicas, como de ar condicionado, praticamente, inexistem e, esses são instalados após a conclusão das obras, sem qualquer planejamento.

Essa carência de projetos completos e especificações técnicas adequadas geram, na maioria das vezes, orçamentos baixos e incompatíveis com obras de padrão satisfatório.

Algumas normativas dos processos licitatórios, assim como, os editais elaborados na universidade que foram analisados mostraram certa flexibilidade quanto à habilitação das empresas e julgamento das propostas, cujos critérios dão espaço a empresas de menor capacitação participar.

Como consequência dos baixos orçamentos e editais permissivos, as empresas interessadas em participar dos processos, em geral, são aquelas que não têm qualquer programa de treinamento, apresentando profissionais de baixa ou nenhuma qualificação para execução dos serviços, o que agrava ainda mais o problema, pois devido ao nível de detalhamentos e especificações não condizerem com o necessário, acaba-se permitindo que muitas decisões sejam tomadas no canteiro de obras por pessoas nem sempre capacitadas, derivando muitas falhas construtivas. Além disso, devido ao baixo preço, é comum o emprego de materiais de baixa qualidade e muitas empresas ainda abandonam as obras durante a execução, pois percebem que não conseguirão finalizá-la com o valor cotado.

O esquema da Figura 129 mostra um ciclo com a sintetização das principais origens das patologias encontradas no presente estudo.

Figura 129 – Ciclo com as principais origens das patologias encontradas



No que concerne às patologias devido a erros de execução, identificaram-se imperfeições em menor escala, porém, algumas graves, como falhas de concretagem que podem comprometer a estrutura da edificação se não forem

implementados os reparos e reforços essenciais. Outras adversidades menores, mas não menos importantes, tendo em vista o comprometimento da salubridade e aspecto estético dos espaços.

A falta de manutenção dos imóveis não ficou tão evidente tendo em vista que os prédios são novos e que, portanto, não apresentam um desgaste expressivo. Casos isolados que indicam supostos vazamentos em algumas tubulações, bem como, infiltrações nas lajes devido à falta de limpeza das calhas e manutenção da cobertura foram verificados. Algumas edificações, no entanto, já requerem a renovação da pintura, a fim de recuperar as suas propriedades de proteção das superfícies.

Concluindo, salienta-se a necessidade do desenvolvimento de todos os projetos (arquitetônico, estrutural e de instalações) compatíveis entre si e com um nível de detalhamento e especificações adequados, visto que, a solução de várias interferências de um projeto sobre o outro, detectada e resolvida com antecedência, melhora a qualidade das edificações e do processo de produção. A formalização dos procedimentos deve ser uma preocupação constante, porque a tomada de decisão deixa de ser baseada na intuição e no conhecimento pessoal para fazer uso de informação técnica. Devido à importância dessa etapa, sugere-se a melhoria da qualidade e evolução dos projetos técnicos desenvolvidos para as obras da Universidade.

Para isso, torna-se imprescindível uma equipe de profissionais capacitados e comprometidos no processo. Além disso, a coordenação dos projetos é apontada por vários estudos como um ponto de total importância para o seu sucesso. Embora, na maioria das vezes, os projetistas trabalhem com espírito de equipe e com a troca de informações entre si, a compatibilização e coordenação dos projetos ainda é colocada como fundamental para o seu êxito.

A partir dos projetos completos e bem elaborados é possível a composição de orçamentos realmente compatíveis com a obra, o que possibilitará que empresas tecnicamente mais capacitadas tenham interesse em participar dos processos licitatórios.

É importante, também, a implantação de um sistema de gestão da qualidade para execução das obras. O uso de uma metodologia na gestão e controle da qualidade por parte da equipe técnica da Universidade que vise um padrão mínimo de exigências construtivas deve integrar os processos licitatórios. Junto a isso, a

preparação de editais com critérios mais rígidos de habilitação e julgamento, deve elevar o nível das empresas terceirizadas e, por conseguinte, das construções.

Para finalizar, preconiza-se um plano de manutenção das edificações, visando à conservação de suas propriedades e desempenho e, com isso, prolongando sua vida útil. Nele devem constar as tarefas a serem executadas e um cronograma para efetivação das mesmas. Tal plano serviria para controle interno das ações realizadas e para captação de recursos junto aos órgãos competentes.

Por último, cabe salientar a relevância de estudos que busquem identificar e analisar a ocorrência de patologias nas construções, o que impulsiona a busca por ações que sejam eficientes para amenizar a ocorrência dessas falhas, otimizando a aplicação dos recursos e melhorando a qualidade das edificações.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, I. F. **Manifestações patológicas em empreendimento habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural: uma análise da relação de causa e efeito.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- ANDRADE, M. M. **Introdução à Metodologia do trabalho científico.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- ANTONIAZZI, J. P. **Patologia da construção: abordagem e diagnóstico.** Monografia (Trabalho de conclusão de curso) – Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <http://www.ufsm.br/engcivil/TCC/PROJETO_TCC_JULIANA.pdf>. Acesso em: 14 maio 2015.
- CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de Argamassas: boas. Práticas em projeto, execução e avaliação.** Porto Alegre: Prolivros, 2005. (Recomendações Técnicas HABITARE, 1).
- CORSINI, R. **Trinca ou fissura?.** Artigo - **Revista Técnica**, 2010. Disponível em: <http://http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>. Acesso em: 19 maio 2015.
- DIAS, L. A. **Avaliação da permeabilidade e da absorção da água em revestimentos de argamassa.** 2003, 169p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003.
- DUARTE, R. B. **Fissuras em alvenaria: causas principais medidas preventivas e técnicas de recuperação.** Boletim Técnico nº25 - CIENTEC – Fundação de Ciência e Tecnologia, Porto Alegre, 1998.
- DUNSTON, P. S.; WILLIAMSOM, C. E. Incorporating maintainability in constructability review process. **Journal of management in engineering.** September/october, v. 15, n. 5, 1999.
- FACHIM, O. **Fundamentos de Metodologia.** 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- FERNÁNDES, C. M. **Patologia e terapia do concreto armado.** Tradução de M. Celeste Marcondes, Carlos Wagner Fernandes dos Santos, Beatriz Cannabrava. São Paulo: PINI, 1988.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- GRANDISKI, P. **Perícias Judiciais.** São Paulo: CREA-SP/IBAPE-SP, 1995. v. 1, p. 111.

GUSMÃO, J. R. L. **Planejamento na contratação de obras públicas**: estudo das disposições legais sobre projeto básico, licenciamento ambiental, definição dos custos e fonte dos recursos no processo de contratação de empreendimentos públicos. 67 f. Monografia (MBA em Gerenciamento de Obras) – Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Salvador, 2008.

HARRIS, S. Y. **Building pathology**: deterioration, diagnostics, and intervention. New York: Wiley, 2001. Disponível em: <https://books.google.com.br/books>. Acesso em: 23 jul. 2015.

HELENE, P. R. L. **Corrosão em armaduras para concreto armado**. São Paulo, PINI, 1986.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo, PINI, 1992.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1985. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, 1985.

MACDONALD, S. **Concrete, Building Pathology**. Blackwell Science Ltda., 2003. Disponível em: <https://books.google.com.br/books>. Acesso em: 21 agosto 2015.

MACHADO, A. P. **Reforço de estruturas de concreto armado com fibras e carbono**. São Paulo: PINI, 2002.

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em alvenarias**: configurações típicas e levantamento de incidências no Estado do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

MARCELLI, M. **Sinistros na Construção Civil**. São Paulo: PINI, 2007, 1. ed.

MELHADO, S. B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 235 f. Tese (Livre-Docência) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MOTTA, C. A. P. Qualidade das obras públicas em função da interpretação e prática dos fundamentos da Lei 8.666/93 e da legislação correlata. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS, 10., 2005, Recife. **Anais eletrônicos do Simpósio Nacional de Auditoria de Obras Públicas**. Recife: SINAOP, 2005.

NBR 14037. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação**. Rio de Janeiro, 1998, 5 p.

NBR 6118. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004, 238 p.

NBR 8802. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto endurecido — Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica**. Rio de Janeiro, 1994, 8 p.

NEIVA, A. A. V.; CAMACHO, S. M. G. Controles internos na etapa de elaboração de projeto básico no sistema de produção de obras públicas. In: Simpósio Nacional de Auditoria de Obras Públicas, Foz do Iguaçu, v. 11. 2006. **Anais eletrônicos do Simpósio Nacional de Auditoria de Obras Públicas**. Foz do Iguaçu: SINAOP, 2006.

PRADO, D. **Planejamento e Controle de Projeto**. Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998. Série Gerencia de Projetos, v. 2.

RICHTER, C. **Qualidade da Alvenaria Estrutural em Habitações de Baixa Renda: uma análise de confiabilidade e da conformidade**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

SAMPAIO, M. B. **Fissuras em edifícios residências em alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2010.

SCHLEE, A. R. Reproduzindo modelos. O plano piloto do campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS. **Revista do do.co.mo.mo**, n. 5, 2003. Disponível em: <<http://www.docomomo.org.br/seminario%205%20pdfs/020R.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2015.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Ver. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.121 p.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. 4. ed. São Paulo: PINI, 1998. 255 p.

TAN, R. R.; LU, Y. G. On the quality of construction engineering design projects: criteria and impacting factors. **International Journal of Quality & Reability Management**, v. 12, n. 5, MCB University Press, p. 18-37, 1995.

THOMAZ, E. **Trincas em edificações: causas e mecanismos de formação**. Boletim técnico - São Paulo. PINI, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1988.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo. Pini, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1989.

THOMAZ, E.; HELENE, P. **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenarias de vedação em edifícios.** Boletim técnico - Universidade de São Paulo, 2000.

VALLE, J. B. S. **Patologia das Alvenarias.** Dissertação (Especialização na Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

WATT, D. S. **Building Pathology, principles and practice.** Blackwell Publishing, 2007. Disponível em: <https://books.google.com.br/books>. Acesso em: 04 agosto 2015.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar.** 6. ed. rev. e ampl. São Paulo: PINI, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2. ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam. 2001.

ZAMPIERI, R. V. **Campus da Universidade Federal de Santa Maria: um testemunho, um fragmento.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/36824>>. Acesso em: 14 maio 2015.