

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Aretusa Carvalho Rodrigues

**LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS DE UMA
CONSTRUTORA DE PORTO ALEGRE**

Porto Alegre
julho 2013

ARETUSA CARVALHO RODRIGUES

**LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS DE UMA
CONSTRUTORA DE PORTO ALEGRE**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Civil

Orientadora: Angela Borges Masuero

Porto Alegre

julho 2013

ARETUSA CARVALHO RODRIGUES

**LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS DE UMA
CONSTRUTORA DE PORTO ALEGRE**

Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, julho de 2013

Profa. Angela Borges Masuero
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Angela Borges Masuero (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Anderson Augusto Müller (UFSCPA)
Eng. Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Lucília Bernardino da Silva (UFRGS)
M. Sc. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Nilo e Vera, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Vera e Nilo, por sempre me ensinarem que devemos lutar por nossos sonhos, sem passar por cima de nossos valores. Agradeço pelo carinho, pela compreensão, por acreditarem que eu podia chegar lá e por sentirem orgulho de mim. Sem eles eu não teria feito metade do que fiz, porque tudo que eu faço é por eles.

Agradeço aos meus irmãos, Francele e Douglas, pela amizade e por me apoiarem a cada instante durante essa jornada. Agradeço, simplesmente, por serem mais do que meus irmãos, por serem meus melhores amigos.

Agradeço ao meu namorado, Alisson, por me incentivar e estar ao meu lado incondicionalmente. Por acreditar em mim mais do que eu acreditei, que nos momentos de desânimo estive ao meu lado me incentivando e me colocando para cima.

Agradeço à Prof^a. Angela Borges Masuero, pela paciência e atenção prestada durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à Prof^a. Carin, que sempre estive disposta a ajudar para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Agradeço imensamente à Ruane de Magalhães e à Isabel Turatti, por me fornecerem os dados necessários para a realização deste estudo, pois sem elas não seria possível.

Agradeço aos grandes amigos que fiz na faculdade, pelo carinho, companheirismo, e que de alguma forma fizeram essa jornada ser mais agradável, apesar dos momentos difíceis.

O sucesso antes do trabalho só existe em um lugar,
o dicionário.

Albert Einstein

RESUMO

A falta de procedimentos adequados e de um eficaz sistema de controle de qualidade nas edificações está intimamente ligada ao surgimento de manifestações patológicas nos edifícios. Por isso, salienta-se que as edificações devem atender às exigências de qualidade e durabilidade dos usuários, tendo desempenho satisfatório dentro de determinadas condições. Sendo assim, este trabalho versa sobre a análise das principais manifestações patológicas observadas em edifícios residenciais, de alto padrão, de uma construtora situada na cidade de Porto Alegre. A partir da análise dessas manifestações, que são obtidas junto ao setor de Assistência Técnica da empresa, através de relatórios mensais, são feitas observações para que se identifiquem as causas desses problemas, a fim de propor soluções para que se minimize ou, até mesmo, se evite o surgimento dessas ocorrências. De acordo com as análises, os principais problemas encontrados nas edificações foram no item das esquadrias, com um percentual de 31%, seguido pelas instalações hidráulicas (21%) e instalações elétricas, com um percentual de 14%. Se forem considerados somente os dois primeiros itens, esquadrias e instalações hidráulicas, obtêm-se mais de 50% das reclamações feitas por usuários da construtora em questão.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas. Edifícios. Controle de Qualidade. Reparo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema das etapas de pesquisa.....	18
Figura 2 – Modelo simplificado de um sistema de gestão da qualidade.....	22
Figura 3 – Distribuição das manifestações patológicas nas instalações hidráulicas.....	27
Figura 4 – Distribuição das manifestações patológicas nas paredes.....	30
Figura 5 – Percentual de fissuras em alvenarias causadas por variações térmicas, de acordo com suas configurações.....	32
Figura 6 – Resumo das configurações típicas de fissuras em alvenarias, causadas por movimentações térmicas.....	33
Figura 7 – Percentual de fissuras em alvenaria causadas por recalque de fundações, de acordo com sua configuração.....	35
Figura 8 – Representação de fissuras causadas por recalque de fundações segundo um eixo principal.....	36
Figura 9 – Representação de fissuras causadas por recalque de fundações fora de um eixo principal.....	37
Figura 10 – Representação típica de fissuras verticais em peitoris por flexão negativa...	38
Figura 11 – Fissuras verticais junto ao solo por ruptura de fundações.....	39
Figura 12 – Fissuras inclinadas devido ao recalque entre pilares.....	39
Figura 13 – Fissura vertical por deficiência de amarração entre o prédio e o muro.....	40
Figura 14 – Ligação entre alvenaria e pilar de concreto armado.....	40
Figura 15 – Travamento com argamassa expansiva.....	41
Figura 16 – Travamento com cunhas pré fabricadas.....	41
Figura 17 – Esquema de posição e dimensões da verga e contraverga.....	41
Figura 18 – Utilização de linha de náilon e escantilhão na execução de alvenaria.....	42
Figura 19 – Resumo das configurações típicas de fissuras causadas por deformações....	44
Figura 20 – Resumo das configurações típicas de fissuras causadas por retração e expansão.....	45
Figura 21 – Resumo das configurações típicas de fissuras causadas por sobrecargas.....	47
Figura 22 – Configuração típica de fissuras causadas por reações químicas na argamassa.....	48
Figura 23 – Distribuição de defeitos em esquadrias.....	49
Figura 24 – Configuração típica de mancha de umidade na região próxima ao peitoril...	50
Figura 25 – Caso de umidade devido à infiltração na região próxima ao peitoril.....	50
Figura 26 – Mecanismo de infiltração na interface janela/peitoril.....	51
Figura 27 – Infiltração pela interface janela/peitoril.....	51

Figura 28 – Falta de prolongamento do peitoril em relação às arestas laterais da janela.....	51
Figura 29 – Mecanismo de infiltração na interface janela/verga.....	52
Figura 30– Caso propício de infiltração pela interface janela/verga.....	52
Figura 31 – Detalhamento do encaixe da manta na alvenaria.....	54
Figura 32 – Representação de impermeabilização em pingadeira.....	55
Figura 33 – Destacamento do revestimento cerâmico de fachada.....	60
Figura 34 – Solicitações de assistência técnica, por empreendimento, de janeiro a dezembro de 2012.....	65
Figura 35 – Idade das edificações observadas.....	65
Figura 36 – Percentual de manifestações patológicas em relação à idade da edificação..	66
Figura 37 – Solicitações de reparo, de janeiro a dezembro de 2012.....	67
Figura 38 – Precipitação média diária para a cidade de Porto Alegre, no ano de 2012.....	67
Figura 39 – Percentual de ocorrência, em função do tipo de manifestação patológica, no ano de 2012.....	68
Figura 40 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica, em janeiro de 2012.....	69
Figura 41 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica, em fevereiro de 2012.....	69
Figura 42 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica, em março de 2012.....	70
Figura 43 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica, em abril de 2012.....	70
Figura 44 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica, em maio de 2012.....	71
Figura 45 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica, em junho de 2012.....	71
Figura 46 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica, em julho de 2012.....	72
Figura 47 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica, em agosto e setembro de 2012.....	72
Figura 48 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológicas, em novembro e dezembro de 2012.....	73
Figura 49 – Percentual de ocorrência de manifestações patológicas em esquadrias, em função do tipo de material, no ano de 2012.....	73
Figura 50 – Percentual de ocorrência das principais manifestações patológicas, por empreendimento, no ano de 2012.....	74
Figura 51 – Percentual dos principais defeitos em esquadrias.....	75

Figura 52 – Manchas de umidade decorrentes de infiltração pela fachada de pele de vidro.....	76
Figura 53 – Má vedação entre vidro e caixilho da esquadria.....	76
Figura 54 – Infiltração na interface entre peitoril e esquadria.....	77
Figura 55 – Má vedação entre peitoril e esquadria.....	77
Figura 56 – Infiltração pela interface verga e esquadria.....	78
Figura 57 – Má vedação entre porta de correr e soleira.....	78
Figura 58 – Percentual dos principais defeitos em instalações hidráulicas.....	79
Figura 59 – Vazamento em tubulação de água quente.....	80
Figura 60 – Vazamento em tubulação de água fria.....	80
Figura 61 – Entupimento na rede de esgoto.....	80
Figura 62 – Entupimento de tubulação de esgoto.....	80
Figura 63 – Vazamento em válvula de coluna de água.....	81
Figura 64 – Percentual dos principais defeitos em instalações elétricas.....	82
Figura 65 – Interferência entre elétrica e hidráulica.....	83
Figura 66 – Infiltração de água na rede elétrica.....	83
Figura 67 – Rede elétrica sem proteção e suscetível à entrada de água.....	83
Figura 68 – Má execução de circuito externo.....	84
Figura 69 – Isolamento inadequado de circuito externo.....	84
Figura 70 – Defeito de fabricação em interruptor.....	84
Figura 71 – Problemas de falta de esquadro e de prumo.....	85
Figura 72 – Fissuração no encontro entre viga e alvenaria.....	86
Figura 73 – Fissura devido a recalque de fundação.....	86
Figura 74 – Fissura na interface entre alvenaria e pilar de concreto.....	87
Figura 75 – Fissuras de retração na argamassa.....	87
Figura 76 – Descolamento da camada de revestimento sobre superfície de concreto.....	88
Figura 77 – Área da piscina onde ocorreu falha de impermeabilização.....	90
Figura 78 – Mancha de umidade causada por má impermeabilização em laje de piscina	90
Figura 79 – Mancha devido à infiltração área externa.....	90
Figura 80 – Mancha de umidade e danificação de pintura devido à infiltração.....	90
Figura 81 – Interferência de tubulações na execução da impermeabilização.....	91
Figura 82 – Infiltração na área do ralo.....	91
Figura 83 – Destacamento de pastilhas da fachada.....	92
Figura 84 – Descolamento do contrapiso.....	92
Figura 85 – Desnível entre peças cerâmicas.....	93

Figura 86 – Peças cerâmicas fissuradas.....	93
Figura 87 – Deterioração das juntas de assentamento.....	93
Figura 88 – Peças cerâmicas com eflorescências.....	93
Figura 89 – Descolamento da moldura de gesso.....	94
Figura 90 – Ondulações no gesso.....	95

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CREA-GO – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás

ISO – International Organization of Standardization

NBR – Norma Brasileira

PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat

PPR – Polipropileno Copolímero Random

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....	16
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA.....	16
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	16
2.2.1 Objetivo Principal.....	16
2.2.2 Objetivo secundário.....	16
2.3 PREMISSA.....	17
2.4 DELIMITAÇÕES.....	17
2.5 LIMITAÇÕES.....	17
2.6 DELINEAMENTO.....	17
3 QUALIDADE, DESEMPENHO E DEFEITOS NAS EDIFICAÇÕES.....	20
3.1 QUALIDADE NAS EDIFICAÇÕES.....	20
3.2 DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES.....	22
3.3 DEFEITOS NAS EDIFICAÇÕES.....	24
4 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES.....	26
4.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS.....	27
4.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA.....	29
4.2.1 Fissuras causadas por variações térmicas.....	31
4.2.2 Fissuras causadas por recalque de fundações.....	34
4.2.3 Fissuras causadas por detalhes construtivos.....	39
4.2.4 Fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado.....	42
4.2.5 Fissuras causadas por retração e expansão.....	44
4.2.6 Fissuras causadas por sobrecargas.....	46
4.2.7 Fissuras causadas por reações químicas.....	47
4.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESQUADRIAS.....	48
4.3.1 Infiltração nas interfaces do peitoril.....	49
4.3.2 Infiltração na interface janela/verga.....	52
4.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	52
4.4.1 Regularização e caimentos.....	53
4.4.2 Ralos.....	53
4.4.3 Rodapés.....	54

4.4.4 Pingadeira.....	55
4.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	57
4.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS DE GESSO.....	58
4.7 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS.....	58
4.7.1 Deterioração das juntas.....	59
4.7.2 Destacamento de placas.....	59
4.7.3 Defeitos nos assentamentos das peças.....	60
4.7.4 Eflorescências.....	60
5 LEVANTAMENTO DE DADOS.....	62
5.1 DESDRIÇÃO DA EMPRESA E DOS EMPREENDIMENTOS ANALISADOS....	62
5.2 MÉTODO DE REGISTRO DE DADOS ADOTADA PELA ASSISTÊNCIA TÉCNICA.....	63
5.3 DADOS COLETADOS.....	64
6 ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OBSERVADAS NOS EMPREENDIMENTOS ESTUDADOS.....	75
6.1 ESQUADRIAS.....	75
6.2 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS.....	78
6.3 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	81
6.4 ALVENARIA.....	85
6.5 IMPERMEABILIZAÇÃO.....	89
6.6 CERÂMICA.....	91
6.7 GESSO.....	94
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
REFERÊNCIAS.....	98

1 INTRODUÇÃO

O termo Patologia, de origem grega (*páthos*, doença, e *lógos*, estudo), vem sendo amplamente utilizado em diversas áreas da ciência, e seu objeto de estudo varia de acordo com o ramo de atividade. Mais comumente usado na medicina, o termo refere-se à ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças, analisando as alterações estruturais e funcionais das células, dos tecidos e dos órgãos que estão ou podem estar sujeitos a doenças modificadoras do sistema. Essas doenças têm causas que agem por determinados mecanismos, os quais produzem alterações morfológicas e moleculares nos tecidos, que resultam em alterações funcionais do organismo ou parte dele, produzindo sintomas.

Na área da construção civil, a Patologia das Construções é a ciência que estuda todo e qualquer fenômeno que afeta o desempenho do edifício, seja ele físico, econômico ou estético. Essa perda de desempenho pode ocorrer, entre outras razões, devido a projetos mal detalhados, falta de critérios durante a execução do serviço, baixa qualidade e emprego inadequado dos materiais aplicados, manutenção inadequada do edifício, agentes de degradação que atuam na edificação com o decorrer do tempo, métodos construtivos. Tais fenômenos causam manifestações patológicas ou não conformidades, ou seja, sintomas resultantes de falhas em alguma das etapas do processo construtivo da edificação e mecanismos de degradação.

Com base nisso, este trabalho tem como objetivo a identificação e análise das manifestações patológicas mais recorrentes e impactantes em edifícios residenciais de alto padrão de uma construtora de Porto Alegre. Foi feita a identificação dos mecanismos de degradação (doenças), levando em conta as causas do problema e salientando a importância dessa ciência na prática diária dos engenheiros civis, a fim de evitar falhas ou desacelerar consideravelmente os mecanismos de degradação dos edifícios.

No capítulo 2 são apresentados os objetivos, premissas, delimitações, limitações e delineamento da pesquisa. No capítulo 3 são descritos os conceitos de qualidade, desempenho e defeitos ligados às edificações. Já no capítulo 4, de revisão bibliográfica, são abordadas as principais ocorrências de manifestações patológicas em edifícios, no período de garantia pós entrega, assim como a indicação de alguns procedimentos, baseados em normas técnicas e

recomendações de alguns autores, que visam evitar o surgimento de manifestações patológicas.

Logo após, no capítulo 5, é feita a descrição da empresa e dos empreendimentos, assim como a metodologia de registro de dados do setor de Assistência técnica para elaboração dos relatórios. No capítulo 6, de análise das manifestações, são identificadas as principais ocorrências nos edifícios observados e a descrição das possíveis causas e, por fim, são feitas as considerações finais.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais são as principais manifestações patológicas que ocorrem em edifícios residenciais de uma construtora de Porto Alegre, no período de garantia pós entrega?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho é o levantamento das manifestações patológicas identificadas em dez empreendimentos, com base nas solicitações de assistência técnica recebidas durante o ano de 2012, de uma empresa construtora de Porto Alegre.

2.2.2 Objetivo Secundário

O objetivo secundário do trabalho é a identificação das principais causas das manifestações patológicas identificadas durante o levantamento.

2.3 PREMISSA

O trabalho tem por premissa que as diversas ocorrências de manifestações patológicas nos empreendimentos da construtora em questão devem ser analisadas a fim de gerar informações que possam subsidiar as áreas de projeto, execução e suprimentos, buscando-se reduzir sua incidência nos próximos empreendimentos.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a analisar as principais manifestações patológicas ocorridas em dez empreendimentos residenciais de uma construtora da cidade de Porto Alegre.

2.5 LIMITAÇÕES

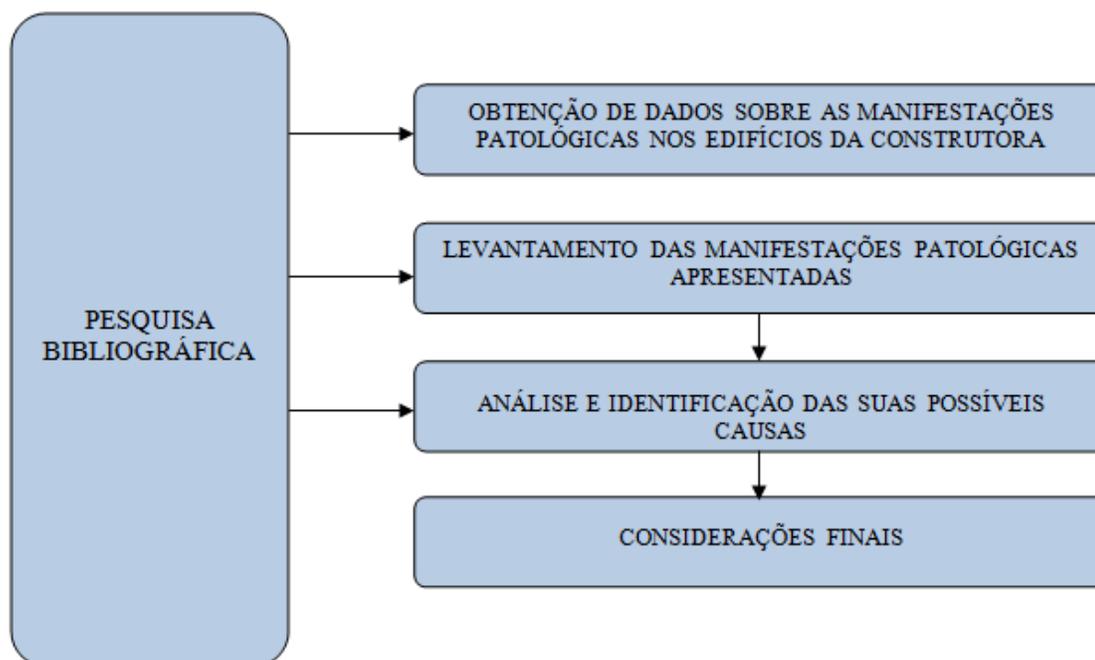
O trabalho limitou-se a analisar as causas das principais manifestações patológicas que ocorreram em dez empreendimentos residenciais, no período de garantia pós entrega, as quais foram previamente registradas pela equipe técnica responsável da construtora estudada.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) obtenção de dados sobre as manifestações patológicas mais recorrentes nos edifícios estudados;
- c) análise das manifestações patológicas apresentadas;
- d) identificação de suas possíveis causas;
- e) considerações finais.

Figura 1 – Esquema das etapas de pesquisa



(fonte: elaborado pela autora)

A **pesquisa bibliográfica** foi um processo contínuo ao longo de todo o trabalho, a fim de se obter o maior embasamento teórico possível e, assim, poder analisar todas as manifestações patológicas apresentadas nas edificações com o devido critério e entendimento do assunto. Assim, foram pesquisados além de livros sobre o assunto, teses, dissertações, artigos e outros materiais com informações importantes a respeito do tema.

A etapa de **obtenção de dados sobre as manifestações patológicas nos edifícios da construtora** foi feita através de análise de relatórios e históricos fotográficos obtidos junto ao departamento de assistência técnica da construtora estudada. A equipe da assistência técnica possui relatórios mensais sobre as manifestações mais recorrentes nos empreendimentos.

Sendo assim, depois de obtidos esses dados, foi possível, na etapa de **análise das manifestações patológicas apresentadas**, fazer uma identificação mais precisa de quais eram as manifestações mais frequentes nas edificações. Portanto, foram feitas análises, baseadas em pesquisa bibliográfica e estudos existentes sobre como classificar essas manifestações e identificar as suas causas.

Após essa etapa, foi feita a **identificação das causas** das principais ocorrências. Por isso a pesquisa bibliográfica foi constante ao longo da elaboração do trabalho para que fosse possível fazer a identificação correta das causas dessas manifestações.

Por fim, teve-se a etapa de **considerações finais**. Nessa fase foi feita uma análise dos objetivos alcançados com a elaboração do trabalho, com a descrição das conclusões obtidas no estudo.

3 QUALIDADE, DESEMPENHO E DEFEITOS NAS EDIFICAÇÕES

Este capítulo trata sobre a qualidade, desempenho e defeitos nas edificações, apresentando o conceito de cada um destes termos, a fim de que se compreenda a importância de seguir especificações e normas técnicas para que a edificação atenda as exigências do usuário, principalmente quanto à qualidade e durabilidade.

3.1 QUALIDADE NAS EDIFICAÇÕES

Primeiramente, torna-se importante descrever o conceito do termo qualidade neste trabalho, pois ele é bastante conhecido e de uso comum, ainda que muitas pessoas tenham apenas uma noção básica sobre o assunto. Por isso, ressalta-se que uma definição global de qualidade não existe e que distintas definições desse termo são apropriadas em diferentes circunstâncias.

De acordo com a NBR ISO 9000 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000, p. 9), qualidade é o “Grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos.”. Segundo Campos¹ (1992 apud RICHTER, 2007), a qualidade pode ser entendida como um produto ou serviço que atende perfeitamente de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo às necessidades do cliente. Juran e Godfrey² (1988 apud RICHTER, 2007), definem o termo qualidade como um conjunto de atividades através das quais se atinge a adequação ao uso, não importando em que parte da organização essa tarefa é executada.

Thomaz (2001) ainda define qualidade como um conjunto de propriedades de um bem ou serviço. Tais propriedades devem resultar na satisfação das necessidades de seus usuários, com a máxima economia de insumos e energia, com a máxima proteção à saúde e integridade física dos colaboradores na linha de produção e com a máxima preservação da natureza.

¹ CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total** (no estilo japonês). Rio de Janeiro: Bloch, 1992.

² JURAN, J. M.; GODFREY, A. B. **Juran's Quality Control Handbook**. New York: MacGraw-Hill, 1988.

Visando estabelecer os primeiros conceitos de qualidade, a *International Organization for Standardization* lançou, em 1987, as normas ISO 9000, que reúnem de forma completa e atualizada a uniformização de conceitos, padronização de modelos para garantia de qualidade e fornecimento de diretrizes para implantação de gestão de qualidade nas organizações em vários países (BRANDÃO, 2007).

De acordo com Melhado³ (1994 apud BRANDÃO, 2007), as normas ISO 9000 servem para incentivar as empresas a adotarem as normas de garantia da qualidade, com o intuito de demonstrarem que seu sistema de qualidade está de acordo com padrões internacionais. Sendo assim, um dos benefícios indiretos da implementação do sistema de qualidade consiste em melhorar a posição da empresa dentro do mercado.

Instituído em 1998, o PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, é um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando da assinatura da Carta de Istambul (Conferência do Habitat II/1996). A sua meta é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva.

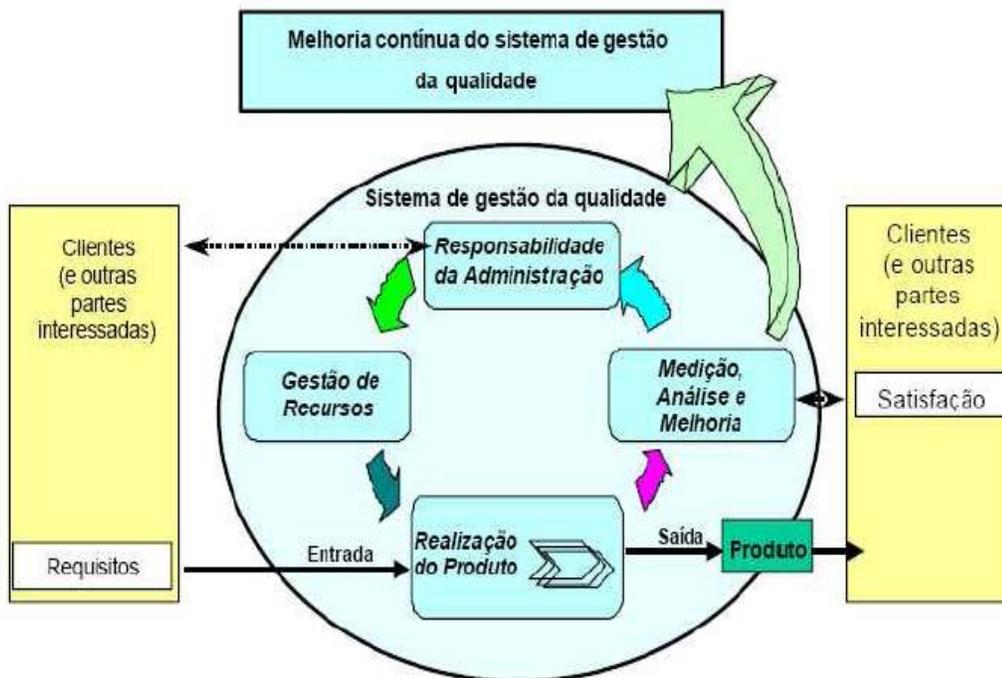
Ainda, segundo o autor, o programa atua na avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão de obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos. Dessa forma, espera-se o aumento da competitividade no setor, a melhoria da qualidade de produtos e serviços, a redução de custos e a otimização do uso dos recursos públicos. O objetivo, a longo prazo, é criar um ambiente de isonomia competitiva, que propicie soluções mais baratas e de melhor qualidade para a redução do déficit habitacional no país, atendendo, em especial, a produção habitacional de interesse social.

Várias empresas, com o intuito de fornecer produtos de qualidade, vêm implementando o chamado Sistema de Qualidade, o qual define as responsabilidades, procedimentos, processos e recursos para implementação da gestão de qualidade. Para que se possa visualizar esse

³ MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. 294 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

processo, a NBR ISO 9000 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000) exemplifica um modelo de sistema de gestão da qualidade, conforme figura 2.

Figura 2 – Modelo simplificado de um sistema de gestão da qualidade



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000)

Neste modelo, observa-se que as partes envolvidas têm um papel importante em fornecer entradas para a organização e que o monitoramento da satisfação do cliente exige avaliação constante de informações, bem como em que nível suas necessidades e expectativas foram satisfeitas.

3.2 DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES

Há vários anos, o conceito de desempenho na construção civil está associado ao comportamento em uso nas edificações, dentro de determinadas condições. O desafio real é que este comportamento atenda às expectativas dos usuários das edificações ao longo de sua vida útil e dentro da realidade técnica de cada empreendimento (BORGES, 2008).

De acordo com a NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 7), o termo desempenho é definido como o “Comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas.”. Esta norma ainda menciona como especificações de desempenho o “Conjunto de requisitos e critérios estabelecidos para a edificação ou seus sistemas.”. Essas especificações de desempenho são uma expressão das funções exigidas da edificação ou de seus sistemas e que correspondem a um uso em específico, que no caso da NBR 15575, referem-se ao uso habitacional de edificações.

Segundo Borges (2008, p. 26):

O edifício é um produto que deve apresentar determinadas características que o capacitem a cumprir objetivos e funções para os quais foi projetado, quando submetido a determinadas condições de exposição e uso; assim, ele é considerado ‘bem comportado’ quando atende aos requisitos para o qual foi projetado. Tal conceito se aplica de maneira ampla na Indústria da Construção, focando quase sempre o desempenho, alvo requerido para os processos de negócio, e o atendimento às necessidades dos usuários ao longo do ciclo de vida das construções.

Para que seja possível garantir um bom desempenho de uma edificação, deve-se definir, primeiramente, as necessidades ou as exigências dos usuários. Entretanto, segundo Lichtenstein⁴ (1988 apud BRANDÃO, 2007), é um equívoco relacionar o desempenho de uma edificação somente ao seu usuário direto. A coletividade dentro da qual a obra se insere, também deve ter satisfeita as exigências em relação a algo que pode vir a alterar um equilíbrio natural pré-existente. Ainda, de acordo com o autor mencionado, as exigências do usuário podem ser classificadas como exigências de habitabilidade e de economia, fisiológicas, psicológicas e sociológicas.

Sendo assim, a partir da definição qualitativa dos requisitos de desempenho, tanto para o usuário quanto para a comunidade, face à interferência que a obra a ser executada traz para a paisagem urbana, pode-se procurar a quantificação dos requisitos, o que dá origem aos critérios de desempenho. Os critérios representam a tradução parametrizada para cada etapa da execução do edifício e são basicamente o conjunto de valores numéricos para determinadas propriedades físicas, químicas e mecânicas. (BRANDÃO, 2007).

⁴ LICHTENSTEIN, N. B. O ciclo de vida dos edifícios. In: EPUSP, 1988, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 1988. p. 379-398.

3.3 DEFEITOS NAS EDIFICAÇÕES

Juran e Godfrey⁵ (1988 apud RICHTER, 2007) definem defeito como a não conformidade de um produto com suas especificações. Ainda, segundo a definição do *Ministerio de Vivienda y Urbanismo* (2004), do Chile, defeito é a falta de um padrão estabelecido que afeta um componente ou uma parte da edificação, prejudicando a sua qualidade.

De acordo com Brandão (2007), toda a intervenção ou manutenção de um produto após a sua entrega pode ser entendida como uma não conformidade, e toda não conformidade detectada que não venha a ser tratada poderá acarretar em uma ou mais manifestações patológicas numa edificação. Assim, as várias pesquisas realizadas com objetivo de detectar as não conformidades e consequentes manifestações patológicas nas edificações têm o objetivo de produzir produtos de melhor qualidade e eficiência, com um custo de produção mais baixo.

Por isso, grandes mudanças vêm ocorrendo nas construções nos últimos anos, além de que tem sido dada maior importância aos defeitos e efeitos provocados por eles nas construções e nos usuários. Isto se deve a mudanças de mercado, comportamentais e, principalmente, de evolução tecnológica, o que gerou alteração nos conceitos e na forma de construir, viabilizando a construção de prédios mais leves e esbeltos e, consequentemente mais baratos, mas também muito mais frágeis e vulneráveis, se não convenientemente protegidos, aos efeitos de agentes agressores (THOMAZ, 2001).

Sendo assim, Silveira Neto (2005) destaca que se tornou necessária uma grande precisão no projeto, execução e uso das obras sob pena de se ter de conviver com os efeitos ou arcar com o custo de recuperação das manifestações patológicas que contaminam a construção, causando desconforto ao usuário e comprometendo a edificação.

A ocorrência das manifestações patológicas, tais como aparecimento de fissuras, destacamentos, infiltrações de água e outros defeitos parecem ser naturais, pois não raras vezes têm-se projetos incompatíveis ou mal detalhados. Pode-se considerar ainda a interferência de todos os projetos de instalações, as falhas de planejamento, a carência de especificações técnicas, ausência de mão de obra qualificada, deficiência de fiscalização e, muitas vezes as imposições políticas de prazos e preços. Por isso, quando se chega à fase de

⁵ JURAN, J. M.; GODFREY, A. B. **Juran's Quality Control Handbook**. New York: MacGraw-Hill, 1988.

execução da obra, uma série de improvisações e malabarismos são adotados para se tentar produzir um edifício de boa qualidade e que atenda as exigências mínimas de qualidade (THOMAZ, 1989).

Segundo Thomaz (2001), os engenheiros que se especializam em projetos de fundações não têm o mesmo domínio quanto ao comportamento das alvenarias. Os engenheiros estruturais desconhecem os detalhes de desempenho das impermeabilizações, e assim por diante. Devido a essas e outras inúmeras constatações, percebe-se que o surgimento das manifestações patológicas ocorre, algumas vezes, nas interfaces entre os distintos elementos das construções.

4 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES

O presente capítulo destina-se a apresentar as principais manifestações patológicas ocorrentes na construção civil, além da descrição dos procedimentos mais adequados para execução dos serviços observados. Com isso, pretende-se minimizar ou, até mesmo, prevenir o aparecimento das manifestações patológicas.

A fim de realizar um levantamento das não conformidades, Bernardes et al. (1998) analisaram as edificações de algumas construtoras da cidade de São Paulo, sendo que esse estudo foi feito considerando os cinco primeiros anos de existência das edificações, considerando-se o período de garantia. Os defeitos foram agrupados em dez principais grupos:

- a) instalações hidrossanitárias;
- b) alvenaria;
- c) esquadrias de alumínio;
- d) esquadrias de madeira
- e) impermeabilização;
- f) instalações elétricas;
- g) gesso;
- h) piso cerâmico;
- i) azulejos;
- j) mármore

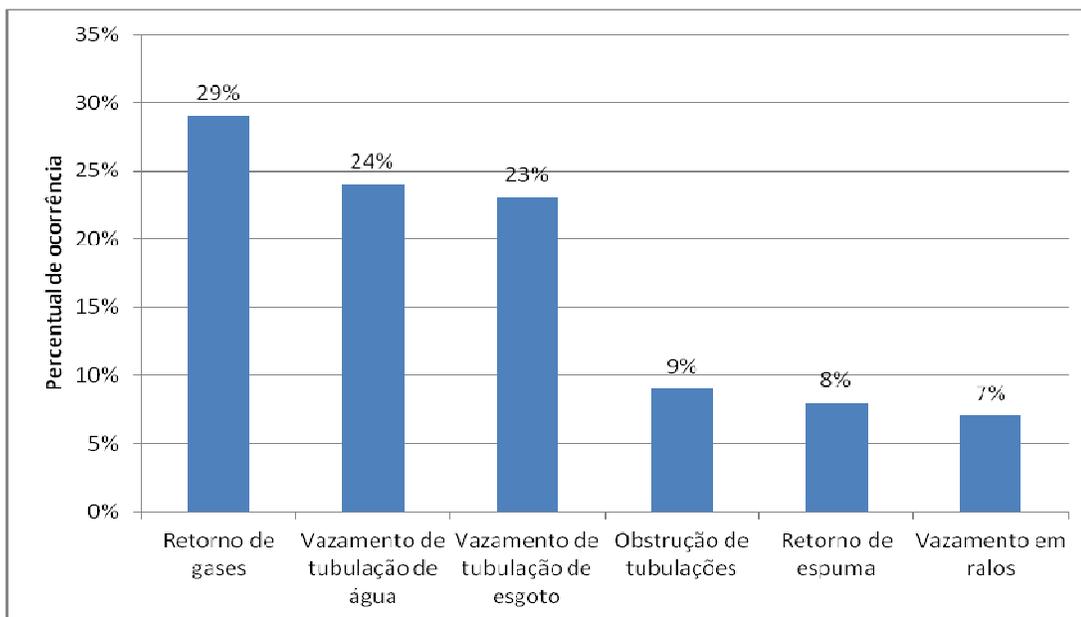
Neste trabalho, serão abordados os mesmo itens, observando-se que não foi feita a divisão do item de esquadrias por tipo de material constituinte e os itens de azulejos e pisos foram incluídos no mesmo grupo de cerâmica. Em função disso, o trabalho aborda as manifestações patológicas em sete principais grupos: instalações hidráulicas, alvenaria, esquadrias, impermeabilização, instalações elétricas, gesso e cerâmica.

4.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

As instalações hidrossanitárias, além de exercerem sua função de abastecer de maneira adequada os usuários, tanto com água fria como quente, condução de esgotos, instalações de gás, entre outros, devem também ter a capacidade, dentre outras funções, de absorver as deformações e esforços gerados pelos outros sistemas que estão interrelacionados com a estrutura do edifício. Assim, o desempenho de um sistema afeta outros sistemas e vice-versa, e o desempenho global do edifício deve ser encarado como um sistema integrado (BORGES, 2008).

Brandão (2007) realizou uma análise nos relatórios elaborados pelo CREA-GO, a fim de obter os itens com maior número de incidências na etapa de instalações hidrossanitárias. De acordo com as observações nas edificações pesquisadas, as manifestações patológicas relacionadas às instalações hidráulicas tiveram 9% das ocorrências e tiveram seus defeitos distribuídos conforme a figura 3.

Figura 3 – Distribuição das manifestações patológicas nas instalações hidráulicas



(fonte: adaptado de BRANDÃO, 2007)

Segundo a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998), as tubulações de água fria devem ser dimensionadas de modo que a velocidade da água não atinja valores superiores a 3m/s. Ainda, segundo a Norma, a pressão da água, em qualquer ponto de utilização e em condições estáticas, ou seja, sem escoamento, não deve ser superior a 400 kPa. Além disso, deve-se verificar a conformidade dos materiais utilizados, bem como a qualidade do projeto e se o serviço foi executado por instalador legalmente habilitado e qualificado.

Com o intuito de verificar a conformidade da execução das instalações prediais de água fria, a norma recomenda que sejam feitas inspeções e ensaios. As tubulações devem ser submetidas a testes para verificação da estanqueidade durante sua montagem, quando elas ainda estão totalmente expostas, para que seja feita inspeção visual e eventuais reparos.

O ensaio de estanqueidade deve ser realizado com uma pressão hidráulica superior àquela que será verificada nas tubulações durante o seu uso. Segundo a Norma, o valor da pressão durante o teste deve ser, no mínimo, 1,5 o valor da pressão de projeto.

A Norma ainda ressalta que o ensaio deve ser feito após a execução da instalação de água fria, com a tubulação totalmente cheia de água. Dessa forma, as peças de utilização estarão sob condições normais de uso.

Conforme a NBR 7198 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993), no projeto de instalação de água quente devem ser levados em consideração os efeitos de dilatação e contração térmica das tubulações. Além disso, a norma recomenda que se verifique se os materiais utilizados estão em conformidade com as especificações do projetista e em perfeitas condições de uso.

Para o teste de estanqueidade deve-se usar água quente a 80°C, com pressão hidrostática interna de 1,5 vezes a pressão estática de serviço. Tal ensaio deve ser executado em trechos da tubulação antes de os mesmos receberem isolamento térmico e acústico ou serem recobertos.

No que diz respeito ao esgoto sanitário, a NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999) determina que o sistema deve ser projetado de forma a encaminhar os gases para a atmosfera e impedir que os mesmos retornem para os ambientes de utilização. Para tanto, deve-se verificar o fecho hídrico, que é uma camada líquida de nível constante, responsável por vedar a passagem dos gases em um desconector, além do

subsistema de ventilação, formado por tubulações e dispositivos responsáveis por encaminhar os gases para a atmosfera. Em um subsistema de ventilação pode existir a ventilação primária e secundária ou somente ventilação primária.

De acordo com a mesma Norma, deve ser sempre verificada a suficiência de ventilação primária. Caso não seja suficiente, redimensiona-se o subsistema e verifica-se novamente sua eficiência, caso contrário, deve-se prover ventilação secundária.

A NBR 8160 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999) ainda recomenda que, para edifícios de dois ou mais andares, nos tubos de queda que recebam efluentes de aparelhos sanitários, devem-se seguir as seguintes orientações para que se evite o retorno de espuma para os ambientes sanitários:

- a) não se devem efetuar ligações de tubulações de esgoto ou de ventilação nas regiões de sobrepressão;
- b) fazer desvio do tubo de queda para a horizontal com dispositivos que amenizem a sobrepressão, ou seja, curva de 90° de raio longo, ou duas curvas de 45°;
- c) instalar dispositivos que evitem o retorno de espuma.

4.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA

Magalhães (2004) destaca que as paredes de alvenaria têm como finalidade a vedação dos ambientes, os configurando e compartimentando. Além disso, elas devem ter o controle sobre a ação de agentes externos, criando condições de habitabilidade para as edificações e atuando em conjunto com as esquadrias e os revestimentos.

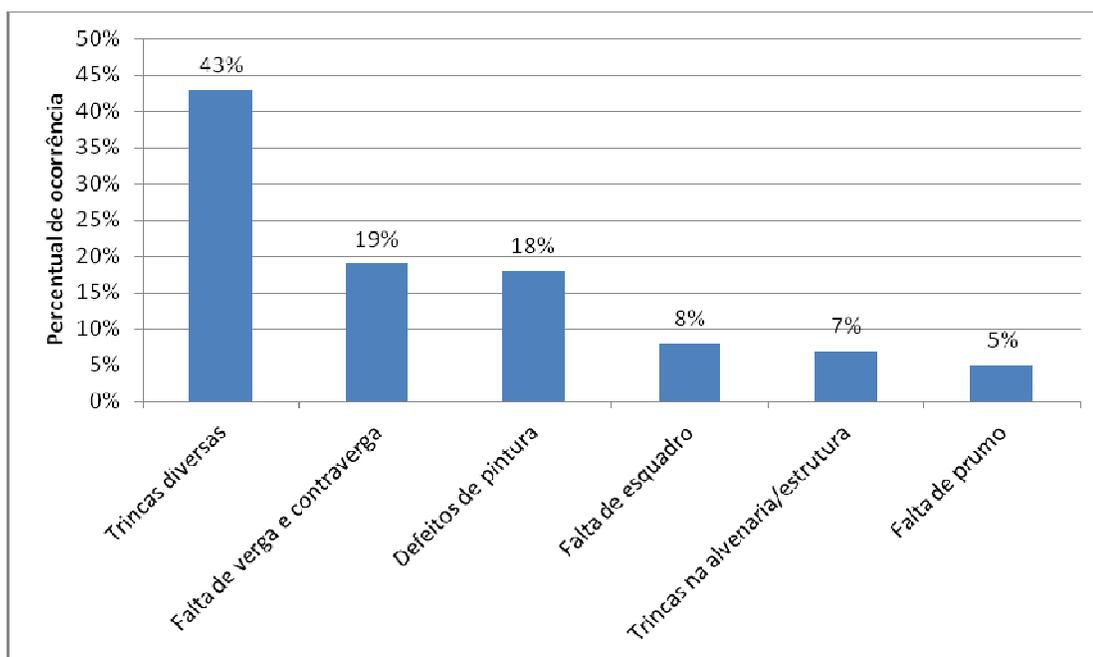
Dentre os vários problemas encontrados em alvenarias pode-se destacar as fissuras, desnivelamento de superfície, falta de prumo, entre outros. Segundo Thomaz (1989), o problema das fissuras é o mais importante, devido a três aspectos fundamentais: o aviso de um eventual estado perigoso para a estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústica etc.), e o constrangimento psicológico que a fissuração do edifício exerce sobre seus usuários.

Dessa forma, segundo Thomaz (1989), podem-se mencionar que incompatibilidades entre projetos de arquitetura, estrutura e fundações normalmente conduzem a tensões que sobrepujam a resistência dos materiais em seções particularmente desfavoráveis, originando

problemas de fissuras. No Brasil é ainda muito comum a falta de diálogo entre os autores dos projetos mencionados, os fabricantes dos materiais e componentes da construção e os engenheiros que executam a obra, por isso as manifestações patológicas em alvenarias ainda são numerosas.

Segundo observações feitas por Brandão (2007), em edificações no estado de Goiás, o maior índice de manifestações patológicas em alvenarias foi verificado na etapa executiva da parede, com um percentual de 22%, sendo que desse total, as fissuras tiveram um percentual de 69%. Na figura 4 pode ser vista a distribuição dessas manifestações.

Figura 4 – Distribuição das manifestações patológicas nas paredes



(fonte: adaptado de BRANDÃO, 2007)

Brandão (2007) ressalta que as fissuras classificadas como trincas diversas (43%) estão relacionadas a diferentes fatores, de acordo com as áreas das edificações analisadas. No levantamento realizado, edificações com áreas menores que 1000 m² possuem 12% das fissuras relacionadas à estrutura de concreto armado, 45% relacionadas ao recalque de fundações e os outros 43% das fissuras foram impossíveis de terem sua causa identificada. Já as edificações com área maior que 1000 m² tiveram classificação das causas como segue:

deformação das estruturas (33%), recalque das fundações (17%), fissuras não identificadas (50%).

Thomaz (1989) enfatiza os principais mecanismos de formação das fissuras, para que se possa ter uma compreensão adequada para orientar decisões concernentes à recuperação de componentes trincados ou à adoção de medidas preventivas. Dessa forma, os principais mecanismos citados são:

- a) movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade;
- b) atuação de sobrecargas ou concentração de tensões;
- c) deformabilidade excessiva das estruturas;
- d) recalques diferenciados das fundações;
- e) retração de produtos à base de ligantes hidráulicos;
- f) alterações químicas de materiais de construção.

Magalhães (2004) realizou uma pesquisa referente às configurações típicas de fissuras em alvenarias no Estado do Rio Grande do Sul, utilizando o método das incidências. Com base no levantamento, o autor constatou que as fissuras devido a movimentações térmicas tiveram um percentual de 31,84% das ocorrências, recalque de fundações teve um percentual de 27,80%, ocasionadas por falta ou falha de detalhes construtivos (14,35%), deformações da estrutura (11,66%), retração e expansão (10,31%), devido a sobrecargas (2,24%) e fissuras ocasionadas por reações químicas (1,80%).

Considerando que o percentual de distribuição de fissuras nos dois estudos mencionados foi elevado em relação às demais manifestações patológicas, são descritos, a seguir, os mecanismos de formação de fissuras causadas por variações térmicas, recalque de fundações, detalhes construtivos, deformações da estrutura, retração-expansão, sobrecargas e reações químicas, além dos defeitos causados por falta de esquadro e falta de prumo nas alvenarias.

4.2.1 Fissuras causadas por variações térmicas

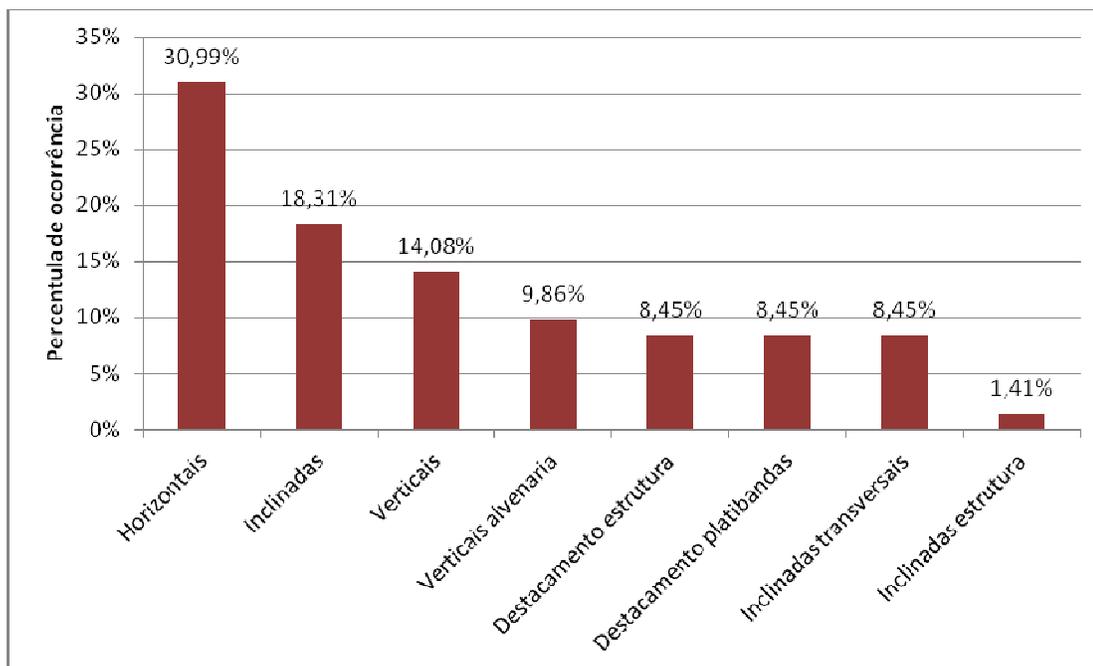
Thomaz (1989) menciona que as construções estão sujeitas a variações de temperatura, sazonais e diárias, as quais fazem variar as dimensões dos materiais de construção, por dilatação ou contração. Esses movimentos restringem-se pelos vínculos que envolvem os

diversos materiais e componentes, desencadeando, por essa razão, tensões que provocam o aparecimento de fissuras.

As fissuras que se originam por variação térmica podem surgir também por movimentações diferenciadas entre componentes de um elemento, entre elementos de um sistema e entre regiões diferentes de um mesmo material. Tais movimentações surgem em função de materiais que possuem diferentes coeficientes de dilatação térmica, elementos expostos a diferentes solicitações de temperatura, ou ainda, por gradiente de temperaturas ao longo de um mesmo componente.

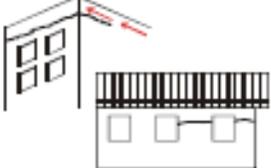
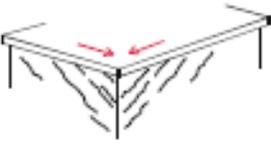
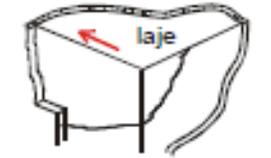
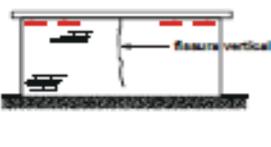
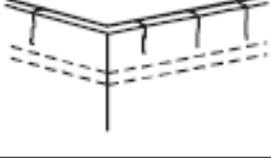
Em sua pesquisa no Rio Grande do Sul, Magalhães (2004) observou a seguinte distribuição de fissuras devido a variações de temperatura (figura 5). As causas dessas manifestações, de acordo com suas configurações, estão resumidas no quadro da figura 6.

Figura 5 – Percentual de fissuras em alvenarias causadas por variações térmicas, de acordo com suas configurações



(fonte: MAGALHÃES, 2004)

Figura 6 – Resumo das configurações típicas de fissuras em alvenarias, causadas por movimentações térmicas

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

(fonte: MAGALHÃES, 2004)

4.2.2 Fissuras causadas por recalque de fundações

Thomaz (1989), em seu estudo sobre trincas em edifícios, cita que os solos são constituídos por partículas sólidas, envoltas por água, ar e material orgânico. Todos os solos deformam-se de alguma maneira, em maior ou menor intensidade, pois estão sujeitos a cargas externas. Quando as deformações são diferenciadas ao longo do plano das fundações de uma obra, uma grande intensidade de tensões é aplicada na estrutura, podendo gerar as trincas.

Duarte (1998) destaca que os prédios de alvenaria são estruturas rígidas com pouca tolerância para absorver deformações. Mesmo que as paredes tenham um momento de inércia alto para cargas verticais em função de sua altura, sua baixa resistência à flexão e ao cisalhamento provocam fissuras ao mínimo de deformações.

Dal Molin (1988) menciona que o recalque admissível de uma estrutura depende de inúmeros fatores, dentre os quais se podem destacar o tipo de estrutura, altura e rigidez, função, localização, magnitude, velocidade e distribuição do recalque.

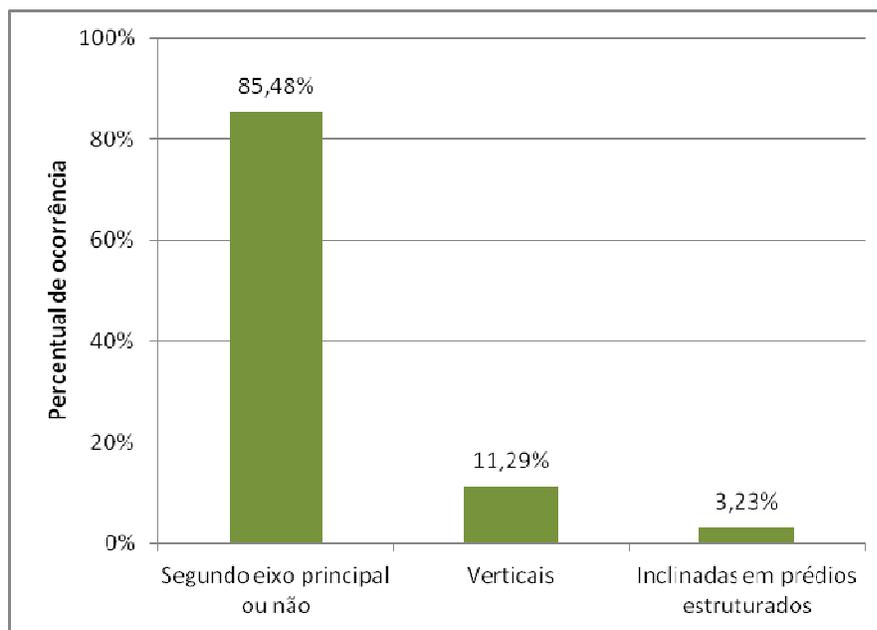
Conforme Mañá⁶ (1978 apud MAGALHÃES, 2004), o recalque diferenciado dos solos e, conseqüentemente, a fissuração das construções podem ser causadas por diversos fatores:

- a) carga de trabalho superior à carga admissível do solo ou de camadas inferiores do solo;
- b) falta de homogeneidade do solo;
- c) rebaixamento do lençol freático ou incorporação de água em terrenos;
- d) influência de cargas de entorno e vizinhança;
- e) condições diferenciadas de apoio e carga, como prédios de altura variável ou uso de diferentes tipos de fundação;
- f) solapamento, erosão, escavação ou falha no subsolo;
- g) influência de vegetação ou tubulação adjacente;
- h) congelamento, inundações, vibrações, ou mesmo, terremotos.

Segundo observações feitas por Magalhães (2004), no seu estudo sobre edificações no Rio Grande do Sul, a distribuição de fissuras causadas por recalque de fundações, de acordo com sua configuração, é como segue na figura 7.

⁶ MAÑÁ, F. **Patología de las cimentaciones**. Barcelona: Blume, 1978.

Figura 7 – Percentual de fissuras em alvenaria causadas por recalque de fundações, de acordo com sua configuração



(fonte: MAGALHÃES, 2004)

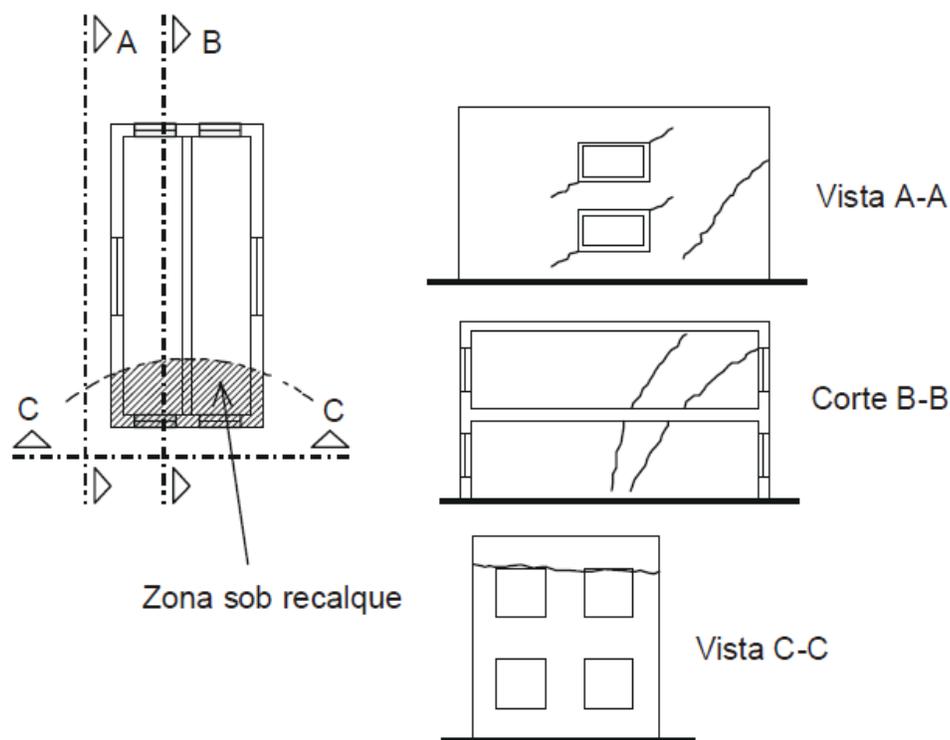
Mañá⁷ (1978 apud MAGALHÃES, 2004) ainda destaca que:

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

A configuração típica do sistema de fissuras causadas por recalque de fundações segundo um eixo principal é apresentada na figura 8.

⁷ MAÑÁ, F. **Patología de las cimentaciones**. Barcelona: Blume, 1978.

Figura 8 – Representação de fissuras causadas por recalque de fundações segundo um eixo principal

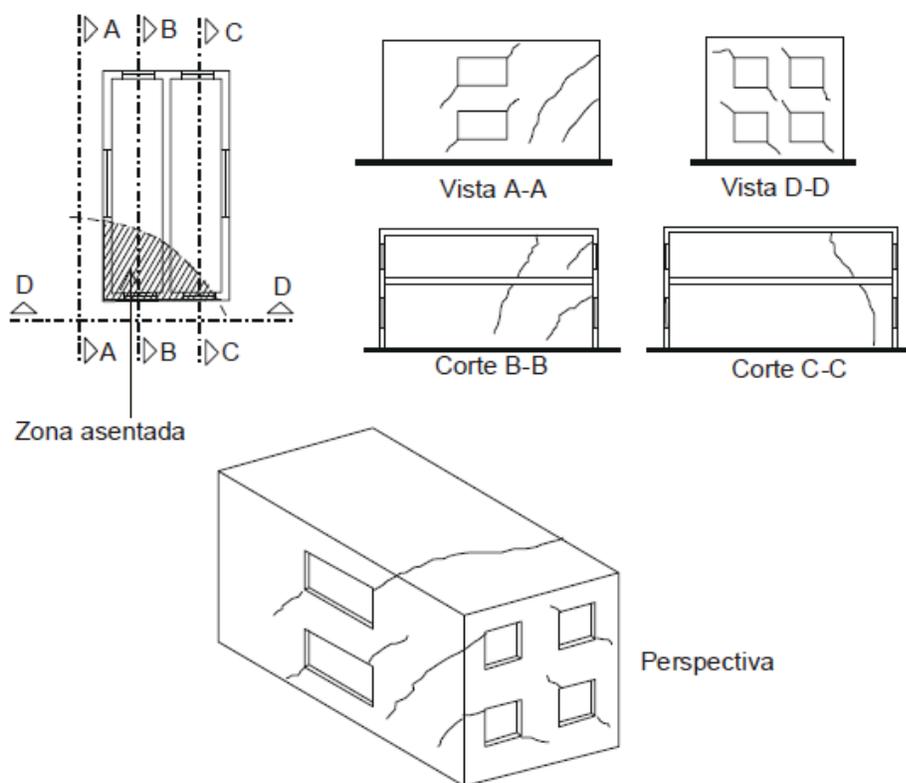


(fonte: MAGALHÃES, 2004)

Já as fissuras causadas por recalque de fundações, fora de um eixo principal, ocorrem quando o recalque se aplica fora dos eixos de simetria da edificação, como por exemplo, em apenas um canto (MAÑÁ⁸, 1978 apud MAGALHÃES, 2004). Nesta situação, a edificação também é submetida a esforços de torção e surgem fissuras nas duas direções (figura 9).

⁸ MAÑÁ, F. **Patología de las cimentaciones**. Barcelona: Blume, 1978.

Figura 9 – Representação de fissuras causadas por recalque de fundações fora de um eixo principal

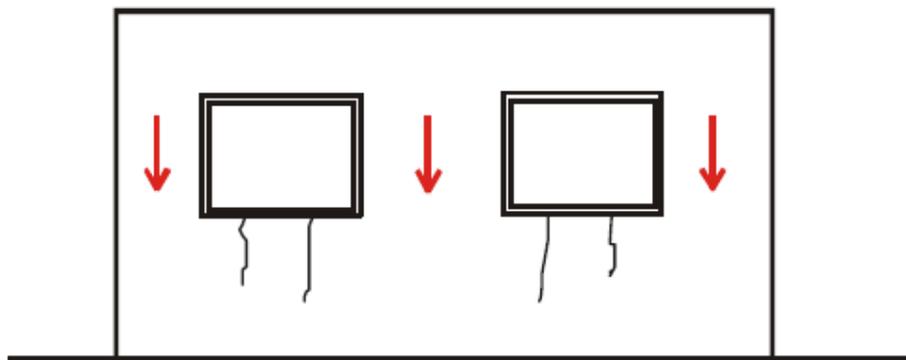


(fonte: MAGALHÃES, 2004)

No caso das fissuras verticais, elas podem ocorrer de duas maneiras: em peitoris (por flexão negativa) e junto ao solo (por ruptura das fundações).

As fissuras verticais em peitoris de janela por flexão negativa (figura 10) ocorrem em paredes que possuem janelas que transmitem ao solo tensões diferenciadas de compressão, ocasionadas por cargas menores nos peitoris e maiores nas laterais das janelas (DUARTE, 1998).

Figura 10 – Representação típica de fissuras verticais em peitoris por flexão negativa

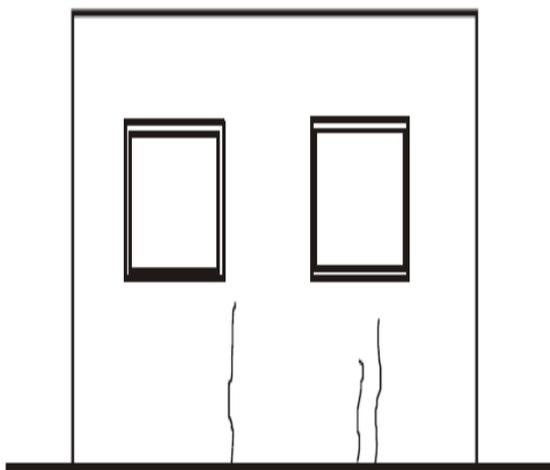


(fonte: DUARTE, 1998)

As fissuras verticais junto ao solo surgem devido à ruptura das fundações superficiais causadas por recalque diferencial por distorção angular (figura 11). Caracterizam-se por possuírem uma abertura maior junto ao solo e manifestam-se em pontos nos quais a estrutura da fundação é mais fraca, em mudanças de seções ou em pontos de concentração de cargas, muitas vezes em combinação com movimentações de origem térmica (DUARTE, 1998).

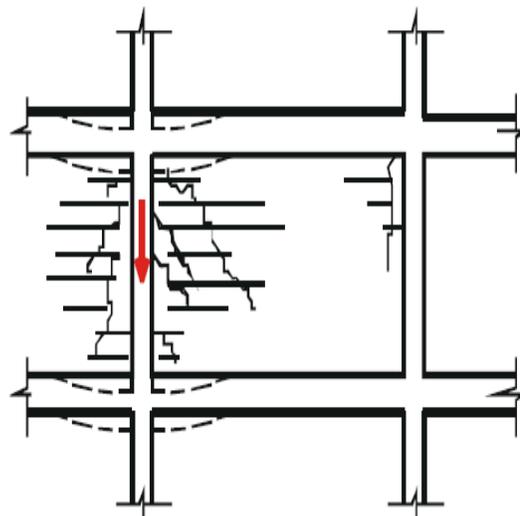
Com relação às fissuras inclinadas em prédios estruturados, Thomaz (1989) menciona que elas ocorrem devido ao recalque diferenciado entre pilares de concreto armado. Neste caso, as fissuras apresentam-se inclinadas em direção ao pilar que sofreu o recalque (figura 12).

Figura 11 – Fissuras verticais junto ao solo por ruptura de fundações



(fonte: DUARTE, 1998)

Figura 12 – Fissuras inclinadas devido ao recalque entre pilares



(fonte: THOMAZ, 1989)

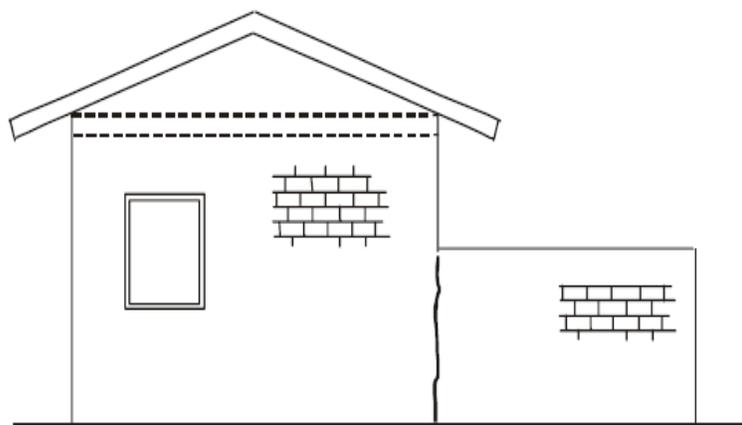
4.2.3 Fissuras causadas por detalhes construtivos

As fissuras devidas a detalhes construtivos ocorrem por deficiências e incorreções na sua execução, não sendo levadas em consideração propriedades físicas dos materiais, impermeabilidade e estanqueidade das alvenarias e das construções, formas corretas de execução das alvenarias, projetos de detalhamentos, entre outros (MAGALHÃES, 2004).

O autor ainda cita que a ausência ou deficiência de amarração em paredes de alvenaria podem gerar fissuras verticais nesses pontos (figura 13). Essas fissuras manifestam-se pela movimentação associada a outros fenômenos, como variações térmicas, retração, recalques.

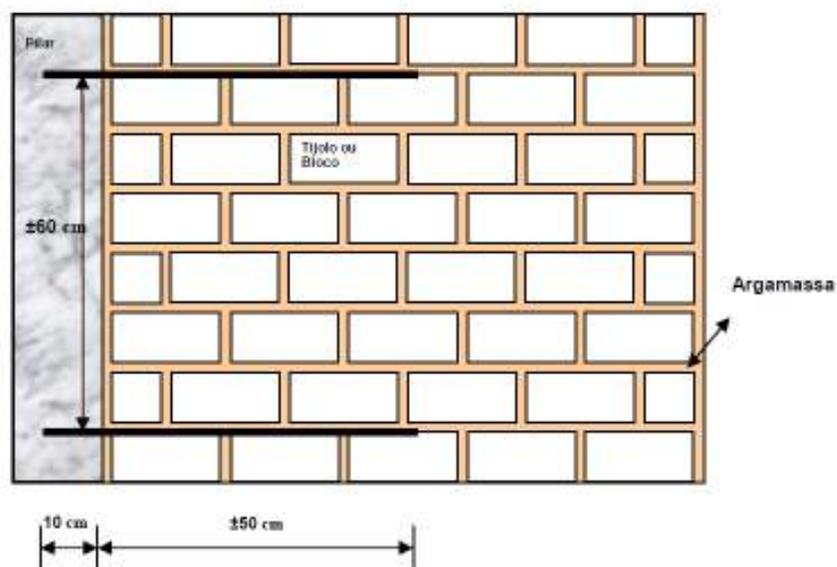
De acordo com a NBR 8545 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1984), o engastamento entre a alvenaria e o pilar deve ser feito com barras de aço de 5.0 mm a 10 mm de diâmetro, distanciadas e com comprimento de aproximadamente 60 cm, conforme figura 14.

Figura 13 – Fissura vertical por deficiência de amarração entre o prédio e o muro



(fonte: MAGALHÃES, 2004)

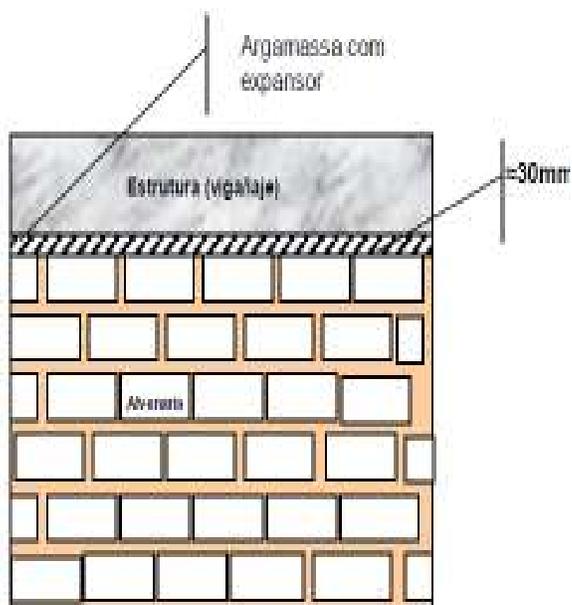
Figura 14 – Ligação entre alvenaria e pilar de concreto armado



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1984)

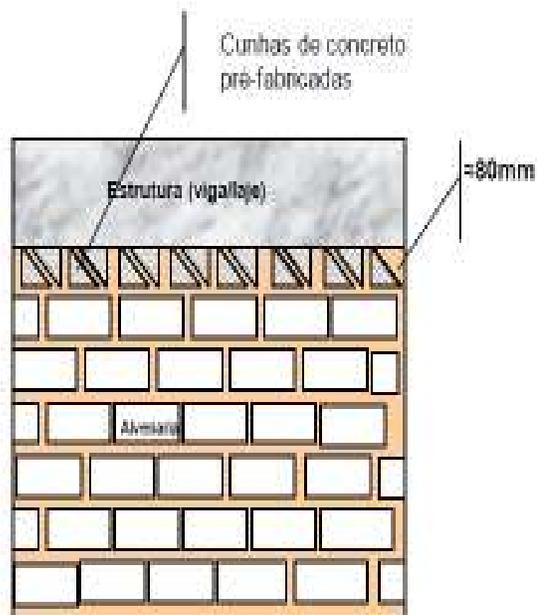
A mesma norma recomenda que o encunhamento ou travamento das alvenarias seja executado conforme exemplificado nas figuras 15 e 16. Ainda, torna-se necessária a moldagem ou colocação, sobre o vão de portas e janelas, as vergas, e sob o vão de janela ou caixilhos, as contravergas, com altura mínima de 10 cm, devendo estas exceder a largura da abertura em pelo menos 20 cm, conforme pode ser visto na figura 17.

Figura 15 – Travamento com argamassa expansiva



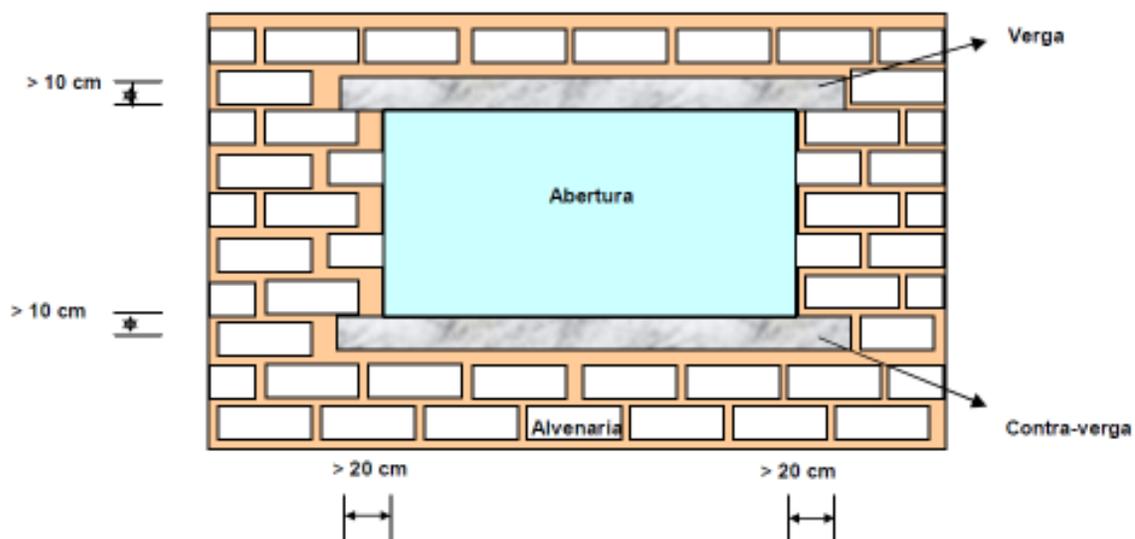
(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1984)

Figura 16 – Travamento com cunhas pré-fabricadas



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1984)

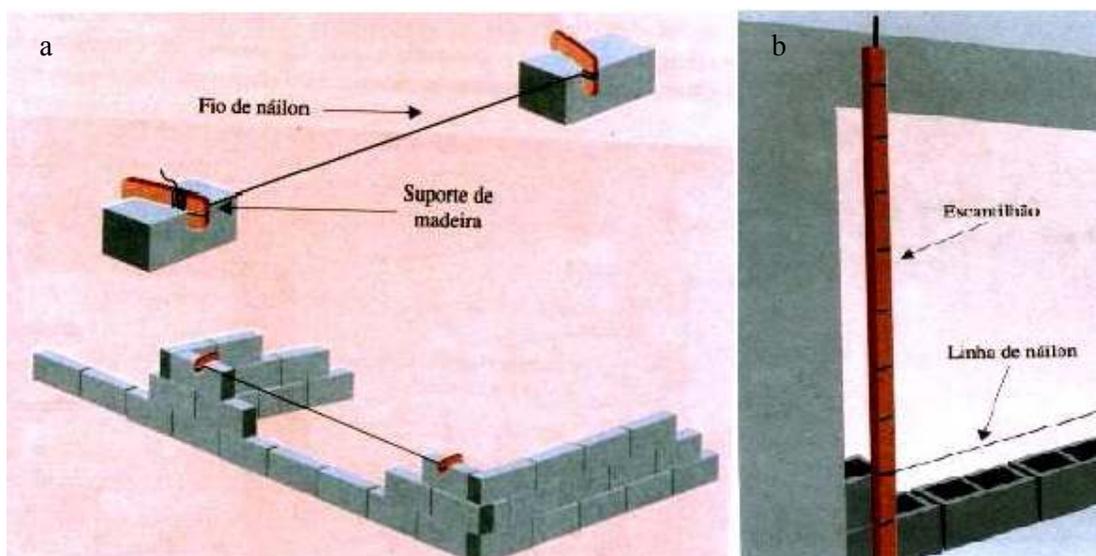
Figura 17 – Esquema da posição e dimensões da verga e contra-verga



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1984)

Com relação ao prumo e esquadro das alvenarias, a mesma norma recomenda que seja utilizado escantilhão para controlar o alinhamento das juntas horizontais, além do prumo de pedreiro para controle de alinhamento vertical da alvenaria. Ainda assim, recomenda-se o uso de uma linha esticada após a elevação dos cantos, fiada por fiada, para que se garantam a horizontalidade e o prumo das alvenarias (figura 18).

Figura 18 – Utilização de linha de náilon e escantilhão na execução de alvenaria



(fonte: SOUZA; MEKBEKIAN, 1996)

4.2.4 Fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado

De acordo com Thomaz (1989), as paredes de alvenaria podem apresentar fissuras geradas por deformação dos elementos da estrutura de concreto armado. A deformabilidade das estruturas gera movimentações que não podem ser acompanhadas pela constituição rígida das paredes de alvenaria, introduzindo tensões de compressão, tração e cisalhamento nas paredes, provocando fissuras.

Em paredes de vedação apoiadas sobre vigas em prédios estruturados, as fissuras ocorrem por deformação de apoio. Neste tipo de configuração, a viga inferior que apoia a alvenaria, deforma-se, gerando fissuras horizontais na base da parede e/ou fissuras em forma de arco.

As fissuras em paredes por deformação de vigas de apoio e superior ocorrem em paredes de vedação de prédios estruturados pela deformação conjunta das vigas inferior e superior. Esse tipo de manifestação tem como configuração típica fissuras inclinadas nos cantos inferiores das paredes (THOMAZ, 1989).

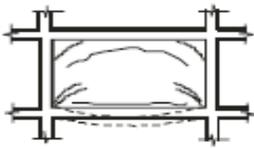
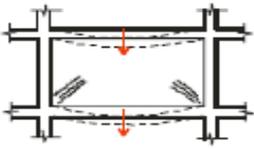
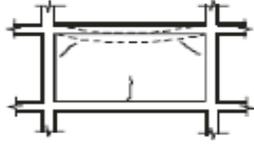
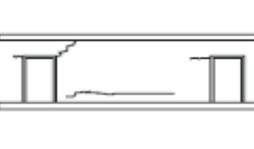
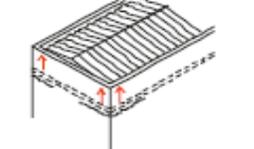
No caso de fissuras causadas por deformação da viga superior, é a viga que se deforma, gerando fissuras inclinadas nos cantos superiores da parede e verticais na zona central. Já as fissuras em paredes com aberturas causadas por deformação da estrutura podem ter diversas configurações, que dependem do tipo de movimentação da parede, do tamanho da parede, das dimensões e formas das aberturas (THOMAZ, 1989).

No caso de paredes de alvenaria apoiadas sobre estruturas em balanço, a movimentação da estrutura na região do balanço pode gerar fissuras inclinadas na parede, e/ou fissuras verticais ou horizontais por destacamento entre a parede e a estrutura (THOMAZ, 1989).

Ainda podem existir fissuras horizontais causadas por deformação de lajes de cobertura. Neste tipo de configuração, ocorre um levantamento das bordas das lajes de cobertura apoiadas em alvenarias, ocasionado pelo efeito da placa, ocasionando fissuras horizontais na interface entre a alvenaria e a laje de concreto armado.

Na figura 19, mostra-se um resumo destas configurações causadas por deformações da estrutura de concreto armado, segundo Magalhães (2004).

Figura 19 – Resumo das configurações típicas de fissuras causadas por deformações

DEFORMAÇÕES	Fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado
	Fissuras em paredes por deformação do apoio
	Fissuras em paredes por deformação das vigas de apoio e superior
	Fissuras em paredes por deformação da viga superior
	Fissuras em paredes com aberturas por deformação da estrutura
	Fissuras em paredes por deformação de balanços
	Fissuras horizontais em paredes por deformação da laje de cobertura

(fonte: MAGALHÃES, 2004)

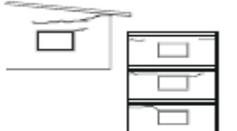
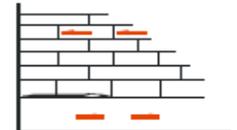
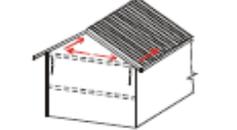
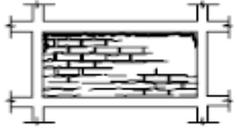
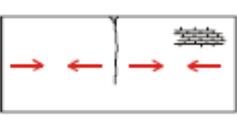
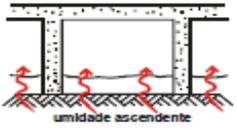
4.2.5 Fissuras causadas por retração e expansão

Thomaz (1989) destaca que as fissuras originadas por retração podem ser provocadas em paredes de alvenaria pela retração de materiais à base de cimento, como blocos de concreto ou juntas de argamassa, ou ainda, pela retração de outros elementos construtivos, como lajes e vigas de concreto armado, por exemplo, causando fissuras nas paredes adjacentes a estes elementos.

Já Duarte (1998) comenta que a expansão por absorção de umidade é o fenômeno inverso da retração. Os materiais porosos sofrem variações dimensionais em função do teor de umidade; a absorção de umidade provoca movimentação higroscópica de expansão, enquanto que sua perda provoca retração.

As configurações típicas desses tipos de fissuras podem vistas no quadro resumo da figura 20, conforme apresentado por Magalhães (2004).

Figura 20 – Resumo das configurações típicas de fissuras causadas por retração e expansão

RETRAÇÃO - EXPANSÃO	Fissuras causadas por retração e expansão
	Fissuras horizontais em paredes por retração da laje
	Fissuras na base de paredes por retração da laje
	Fissuras verticais em paredes por retração da laje
	Fissuras de descolamento de paredes de alvenaria por retração
	Fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria
	Fissuras horizontais por expansão da alvenaria
	Fissuras verticais por expansão da alvenaria

(fonte: MAGALHÃES, 2004)

4.2.6 Fissuras causadas por sobrecargas

De acordo com Duarte (1998), as fissuras causadas por sobrecargas originam-se por excessivos carregamentos verticais de compressão nas paredes de alvenaria. Sua configuração é predominantemente vertical, possuindo como mecanismo de ruptura o surgimento de fissuras verticais por tração nos tijolos decorrentes de esforços horizontais induzidos pela argamassa de assentamento submetida à sobrecarga axial.

Thomaz (1989) menciona outros tipos de fenômenos, como as fissuras horizontais, que surgem por compressão dos componentes, da junta da argamassa ou dos septos dos tijolos e blocos de furos horizontais, em razão do excesso de carregamento de compressão na parede ou por possíveis solicitações de flexocompressão.

O autor ainda menciona que, para esse tipo de fissuração, a qualidade e a resistência dos materiais constituintes das alvenarias são fatores condicionantes, pois a ruptura por esmagamento nas solicitações de compressão se dá por incapacidade de resistência dos materiais.

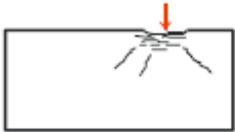
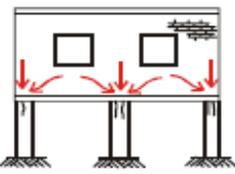
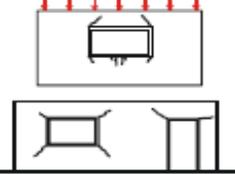
Já as fissuras causadas por sobrecargas em apoios acontecem, segundo Thomas (1989), quando as cargas verticais concentradas de compressão excedem a capacidade de resistência da alvenaria no ponto de apoio. Sendo assim podem surgir fissuras verticais, horizontais ou inclinadas a partir do ponto de aplicação da carga.

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

Ainda podem surgir as fissuras por sobrecargas em torno de aberturas, submetidas a carregamentos de compressão excessivos. Elas têm como característica a formação de fissuras a partir dos vértices de aberturas (THOMAZ, 1989).

Na figura 21, são ilustradas as configurações típicas de fissuras causadas por atuação de sobrecargas, conforme Magalhães (2004).

Figura 21 – Resumo das configurações típicas de fissuras causadas por sobrecargas

SOBRECARGAS	Fissuras causadas por sobrecargas
	Fissuras verticais induzidas por sobrecargas
	Fissuras horizontais por sobrecargas
	Fissuras por sobrecargas em apoios
	Fissuras por sobrecargas em pilares de alvenaria
	Fissuras por sobrecargas em torno de aberturas

(fonte: MAGALHÃES, 2004)

4.2.7 Fissuras causadas por reações químicas

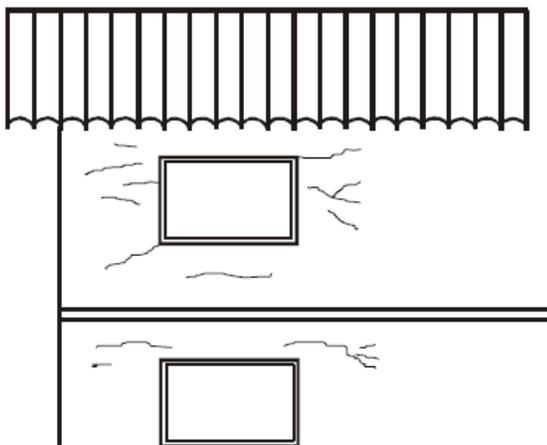
As fissuras originadas por reações químicas são, na sua maioria, horizontais e surgem devido à expansão da junta de argamassa provocada pela alteração química indesejável dos materiais que a constituem (THOMAZ, 1989).

Elas podem ocorrer ao longo das juntas horizontais da alvenaria, onde existe maior quantidade de argamassa, podendo manifestar-se também nas juntas verticais e apresentar

eflorescência. As fissuras horizontais ocorrem preferencialmente no topo das paredes, onde a influência do peso próprio da alvenaria é menor (THOMAZ, 1989).

A configuração típica de fissuras horizontais por expansão da argamassa é apresentada na figura 22.

Figura 22 – Configuração típica de fissuras causadas por reações químicas na argamassa



(fonte: DUARTE, 1998)

4.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESQUADRIAS

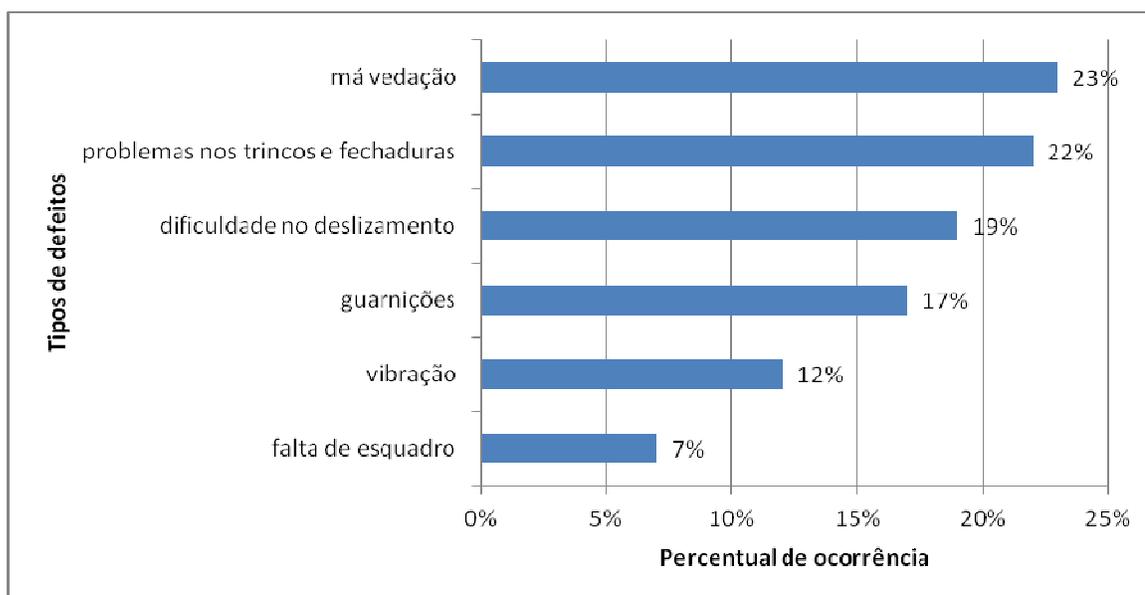
De acordo com Yazigi⁹ (2003 apud BRANDÃO, 2007), as esquadrias devem atender os seguintes requisitos:

- a) estanqueidade ao ar;
- b) estanqueidade à água;
- c) resistência a cargas uniformemente distribuídas;
- d) resistência a operações de manuseio;
- e) comportamento acústico.

⁹ YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 5. ed. São Paulo: Pini, 2003.

São diversas as ocorrências de defeitos em esquadrias, as quais podem ocasionar outras manifestações patológicas. Por exemplo, uma infiltração próxima ao peitoril da janela é causada pela má vedação entre o vão e a esquadria. Segundo Bernardes et al. (1998), em seu estudo feito em 52 obras na cidade de São Paulo, envolvendo oito diferentes construtoras, as principais ocorrências de manifestações patológicas em esquadrias são as seguintes, conforme figura 23.

Figura 23 – Distribuição de defeitos em esquadrias



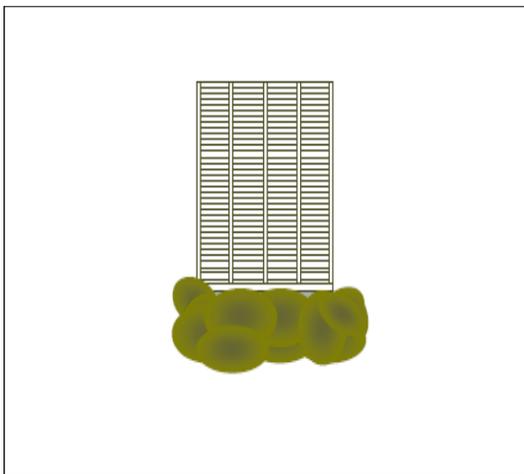
(fonte: adaptado de BERNARDES et al., 1998)

Moch (2009), em seu estudo sobre manifestações patológicas em esquadrias, observou que a grande incidência de umidade nas proximidades das janelas ocorria em duas situações distintas: infiltração nas interfaces do peitoril e infiltração pela interface janela/verga.

4.3.1 Infiltração nas interfaces do peitoril

Com relação às infiltrações nas interfaces do peitoril, Moch (2009) constatou casos de umidade na região próxima à contraverga, ocasionando manchas de umidade, o que contribui à degradação da pintura e formação de bolor na parede (figuras 24 e 25).

Figura 24 – Configuração típica de mancha de umidade na região próxima ao peitoril



(fonte: MOCH, 2009)

Figura 25 – Caso de umidade devido à infiltração na região próxima ao peitoril

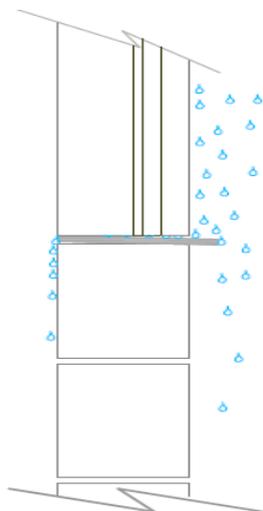


(fonte: MOCH, 2009)

Conforme o autor, as principais causas desse tipo de infiltração são a deficiência na vedação da interface relacionada à falta de declividade do peitoril, assim como a falta de uma barreira que evite a entrada de água, como ilustrado na figura 26. Sabe-se ainda que, a falta de declividade está relacionada à dificuldade de sua compatibilização com componentes envolvidos frente ao sistema modular. O autor ainda ressalta que as extremidades do peitoril são pontos propícios a infiltrações, principalmente aqueles que não têm barreira de vedação na direção vertical (basalto, granito, cerâmica e ardósia).

Segundo pesquisa feita pelo mesmo autor, tem-se o caso de infiltração que ocorre em toda a extensão do peitoril devido à ausência de barreira de vedação na face superior. De acordo com ele, este problema é agravado também pela falta de declividade deste componente, visto que necessita receber inclinação no momento de sua inserção à parede. Entretanto, em função de incompatibilidades ou conflitos relacionados à modulação, acaba sendo inserido com declividade insuficiente ou mesmo sem declividade, tornando essa região da parede vulnerável a infiltrações (figura 27).

Figura 26 – Mecanismo de infiltração na interface janela/peitoril



(fonte: MOCH, 2009)

Figura 27 – Infiltração pela interface janela/peitoril



(fonte: MOCH, 2009)

Moch (2009) ainda evidenciou a falta de prolongamento longitudinal do peitoril em relação às arestas laterais do vão da janela, além da falta de barreira de vedação na face superior de suas extremidades. Sendo assim, a água, ao penetrar pela fissura entre a extremidade do peitoril e o revestimento espalha-se por toda a região, formando manchas de umidade (figura 28).

Figura 28 – Falta de prolongamento do peitoril em relação às arestas laterais da janela



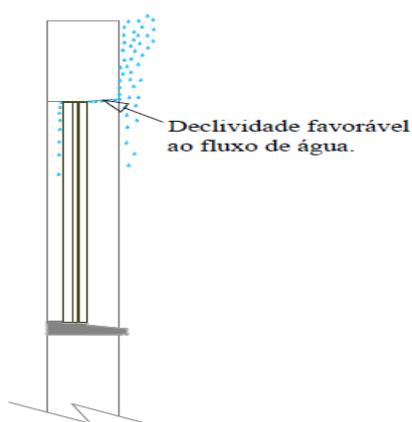
(fonte: MOCH, 2009)

4.3.2 Infiltração na interface janela/verga

Moch (2009) também observou casos de infiltração pela fissura na extremidade superior da janela (interface janela/verga), devido à falta de vedação da interface juntamente com a ineficácia ou falta de barreira de vedação ou declividade, favoráveis ao escoamento e descolamento da água para a face externa da edificação.

Nas figuras 29 e 30, pode-se ver o mecanismo de infiltração pela interface janela/verga.

Figura 29 – Mecanismo de infiltração na interface janela/verga



(fonte: MOCH, 2009)

Figura 30 – Caso propício de infiltração pela interface janela/verga



(fonte: MOCH, 2009)

4.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Segundo a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003), impermeabilização é o produto resultante de um conjunto de componentes e elementos construtivos que objetivam proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade.

A mesma norma diz que o projeto executivo de impermeabilização deve conter:

- a) plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo;

- b) detalhes genéricos e específicos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização;
- c) memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização;
- d) memorial descritivo de procedimentos de execução;
- e) planilha de quantitativos de materiais e serviços;
- f) metodologia para controle e inspeção dos serviços.

De acordo com Sabbatini et al. (2006), a escolha do sistema de impermeabilização deve levar em consideração fatores como pressão hidrostática, frequência de umidade do local, exposição ao sol, exposição a cargas, movimentação da base e extensão da aplicação.

Righi (2009) destaca que, antes da execução do processo de impermeabilização, alguns cuidados devem ser tomados para que não ocorram vazamentos posteriores, pois a maior parte dos problemas com os sistemas ocorrem em encontros com ralos, juntas, mudanças de planos, passagem de dutos e chumbamentos. Assim, são abordados neste estudo os principais pontos críticos que devem ser observados na execução das impermeabilizações.

4.4.1 Regularização e caimentos

No que diz respeito à regularização da superfície, a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003) recomenda que seja feita com argamassa desempenada de cimento e areia, com caimento mínimo de 1% em direção aos ralos. Arredondar ou chanfrar cantos vivos e arestas, de forma a permitir um ajustamento contínuo do sistema impermeabilizante, sem dobragem em ângulo, tubulações emergentes e ralos que deverão estar rigidamente fixados, a fim de garantir a perfeita execução dos arremates.

4.4.2 Ralos

De acordo com Righi (2009), a execução de arremates no ralo é feito com aplicação de sucessivas demãos que adentram a abertura do piso, podendo ou não receber reforços de estruturantes têxteis e, quando aplicados a quente, devem ser dimensionados para suportar as temperaturas de aplicação.

A já citada norma de impermeabilização refere que os coletores devem ter diâmetro que garanta a manutenção da seção nominal dos tubos prevista no projeto hidráulico após a execução da impermeabilização, sendo que o diâmetro nominal mínimo é 75 mm.

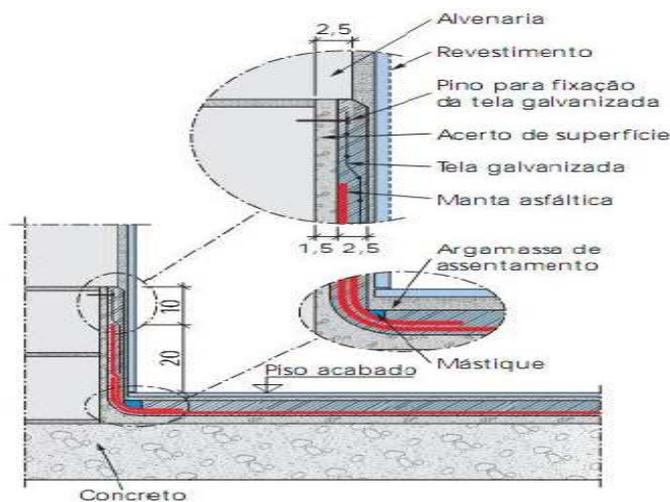
Cruz (2003) menciona que se deve rebaixar a região em torno do ralo para que se execute um reforço de impermeabilização, sendo que esta deve ficar bem aderida à face interna do ralo. Caso contrário, a água será succionada por capilaridade para baixo da camada impermeabilizante.

4.4.3 Rodapés

A NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003) prevê que nos planos verticais, deve-se executar um encaixe para embutir a impermeabilização, a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir.

Na figura 31, é representado o modo de execução do rodapé em que se deve executar um rebaixo de pelo menos 3 cm na parede com uma altura de pelo menos 20 cm de altura, para o encaixe da impermeabilização. Recomenda-se a utilização de tela galvanizada para evitar a fissuração do revestimento acima da impermeabilização e evitar o descolamento da manta.

Figura 31 – Detalhamento do encaixe da manta na alvenaria



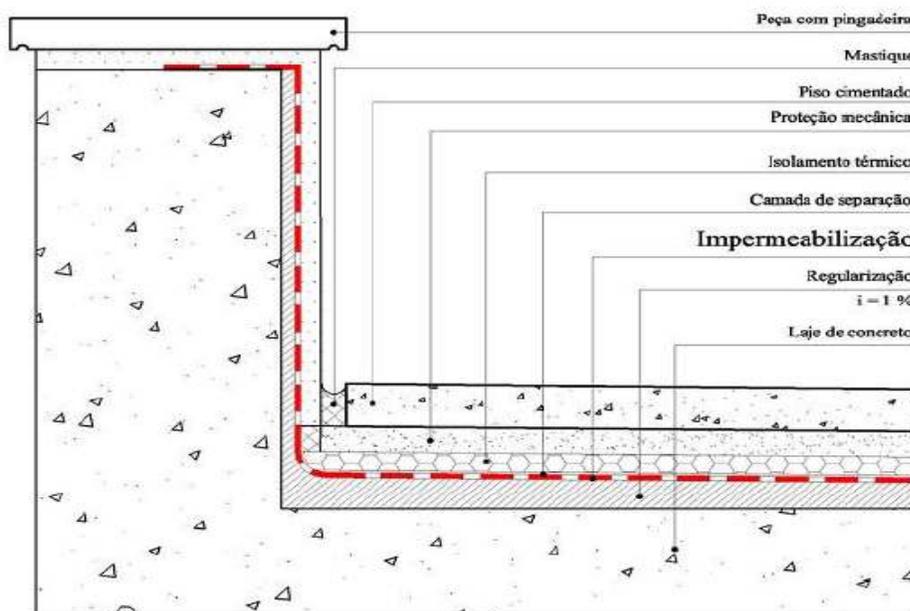
(fonte: RIGHI, 2009)

4.4.4 Pingadeira

Conforme Righi (2009), as pingadeiras servem para impedir o escoamento da água nos paramentos verticais, evitando que ela penetre no arremate da impermeabilização. Sendo assim, as pingadeiras devem ser previstas em muretas, platibandas, parapeitos e em bordas de sacadas e terraços, cabendo ao projetista definir os tipos a serem adotados.

Na figura 32, é mostrado um esquema de impermeabilização em uma platibanda.

Figura 32 – Representação de impermeabilização em pingadeira



(fonte: CRUZ, 2003)

Após a aplicação dos produtos impermeabilizantes, executam-se os serviços para a proteção da impermeabilização, tais como isolamento térmico e proteção mecânica.

As falhas nos processos de impermeabilização causam diversas manifestações patológicas em uma edificação. Segundo Moraes (2002), as origens dos defeitos devido aos problemas de projeto podem ocorrer devido a:

- a) ausência do próprio projeto;
- b) especificação inadequada de materiais;

- c) falta de dimensionamento e previsão do número de coletores pluviais para escoamento d'água;
- d) interferência de outros projetos na impermeabilização.

Entre as causas dos defeitos devido à execução, Moraes (2002) destaca:

- a) falta de argamassa de regularização que ocasiona a perfuração da impermeabilização;
- b) não arredondamento de cantos e arestas;
- c) execução de impermeabilização sobre a base úmida, no caso de aplicações de soluções asfálticas, comprometendo a aderência e podendo gerar bolhas que ocasionarão deslocamento e rupturas da camada impermeabilizante;
- d) execução da impermeabilização sobre base empoeirada, comprometendo a aderência;
- e) juntas travadas por tábuas ou pedras, com cantos cortantes que podem agredir a impermeabilizante;
- f) uso de camadas grossas na aplicação da emulsão asfáltica, para economia de tempo, dificultando a cura da emulsão;
- g) falhas em emendas;
- h) perfuração de mantas pela ação de sapatos com areia, carrinho, etc.

Dentre as diversas manifestações patológicas devido a problemas de impermeabilização identificadas por Pinto (1996), destacam-se:

- a) desagregação da argamassa, a qual se inicia na superfície dos elementos de concreto com uma mudança de coloração, seguida de aumento de fissuras pela perda do caráter aglomerante do cimento;
- b) desagregação de tijolos maciços pela formação de pó de coloração avermelhada e na forma de escamas;
- c) eflorescências: formação de depósitos de sais cristalizados originados pela migração de água, rica em sais, do interior da alvenaria ou concreto;
- d) gotejamento de água pela umidade excessiva que se encontra em um ponto da superfície por tensão superficial, caindo por gravidade ao atingir determinado volume;
- e) mancha de umidade devido a parte circunscrita da superfície que se apresenta impregnada de água, apresentando cor diferente do restante da mesma;
- f) vegetação em determinados pontos da estrutura, geralmente em locais com fissuras e com umidade;
- g) formações de bolhas na pintura, que apresentam em seu interior cores branca, preta e vermelha acastanhada.

4.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

No estudo feito por Bernardes et al. (1998) sobre as não conformidades nas instalações elétricas, elas representaram 6,95% do total pesquisado, que ficaram classificadas como: defeito em acabamento (48%), cabos soltos (20%), falta de espelho (20%), erro no fechamento de circuitos (1%).

Thomaz (2001) destaca como falhas gerais em instalações elétricas a falta de identificação de circuitos nas caixas de alimentação ou distribuição, instalação de caixas de tomadas ou interruptores em cota errada, caixas e eletrodutos muito reentrantes ou muito salientes nas paredes e tetos, eletrodutos com curvas de pequeno raio e/ou introduzidos sob tensão em rasgos ou aberturas.

A NBR 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), que trata das instalações elétricas de baixa tensão, recomenda que as instalações elétricas sejam ensaiadas durante o processo de execução, recorrendo-se a alguns testes básicos. Dentre eles pode-se mencionar a verificação do isolamento do cabeamento, continuidade das conexões, verificação da resistência do eletrodo terra, verificação do funcionamento dos dispositivos de proteção e manobra.

Conforme mencionado por Thomaz (2001), o choque elétrico é o problema mais grave que pode ocorrer em instalações elétricas. Ele pode ter origem em inúmeras causas, tais como:

- a) em componentes dos quadros de alimentação ou distribuição (quadros sem barreiras);
- b) em partes vivas expostas (emendas mal isoladas, fios deteriorados);
- c) em bases de lâmpadas (interrupção do fio neutro no interruptor, situação em que não há diferenciação nas cores dos fios);
- d) em aparelhos elétricos (ausência ou falha no aterramento, falha na isolação elétrica do equipamento);
- e) em postes metálicos (infiltração de umidade no abrigo do medidor, corrente de fuga);
- f) em caixas de passagem embutidas no piso (infiltração de umidade, ação de roedores).

4.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS DE GESSO

Dentre as manifestações patológicas ocorrentes em edifícios, é muito comum surgirem as em revestimentos e placas de gesso. Segundo John (2000), os defeitos mais comuns são as trincas e fissuras, causadas por movimentações entre forro e alvenaria, forros e estrutura de concreto armado e por acomodações da estrutura.

O autor citado cita que, para evitar trincas em forros e pré-moldados de gesso é necessário que se permita a livre movimentação do gesso. Para tanto, recomenda que sejam feitas juntas de dessolidarização, que são as que ficam localizadas entre o forro e as paredes ou elementos da estrutura, permitindo a movimentação diferencial. Independentemente das dimensões do forro, as juntas devem ser executadas em todo o perímetro entre o forro e as paredes ou divisórias, bem como entre o forro e os elementos da estrutura em contato com ele.

John (2000) ainda recomenda que sejam usadas juntas de movimentação. Elas devem seccionar o forro em painéis de áreas menores (comprimento máximo de 6 m), e devem ser dispostas paralelamente aos dois lados das placas de gesso, de modo que permitam um afastamento máximo de 6 mm entre as juntas. Segundo ele, deve sempre existir uma junta de movimentação no forro acompanhando a junta de dilatação da estrutura.

Também é muito comum o aparecimento de manchas amareladas logo após a aplicação dos sistemas convencionais de pintura. Siqueira Filho (2010) menciona que atualmente existem várias hipóteses sobre as causas que levam ao aparecimento das manchas amareladas após a pintura, mas que ainda não estão comprovadas cientificamente. Na prática, sabe-se que a técnica da aplicação da tinta e o produto exigem cuidados e procedimentos específicos para se obter qualidade desejada e desempenho da área pintada. Além disso, devido à má execução das placas de gesso podem ocorrer ondulações.

4.7 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS

A ocorrência de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos pode se originar na fase de projeto, quando são escolhidos materiais inadequados para as características de uso da edificação ou quando são desconsideradas as interações dos revestimentos com outros

elementos da edificação. Ou ainda, tem origem na fase de execução, quando os trabalhadores responsáveis por executar o serviço não dominam a técnica de execução (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

Dentre os diversos problemas ocorrentes em revestimentos cerâmicos destacam-se a deterioração das juntas, destacamento de placas, defeito no assentamento de peças e eflorescências.

4.7.1 Deterioração das juntas

A NBR 13754 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996) recomenda que se aguardem 72 horas do assentamento das placas para que se comece a fazer o rejuntamento. Isso para que não surjam tensões pela retração de secagem da argamassa colante. Apesar dessas recomendações, hoje em dia existe argamassa que cumpre as duas funções, ou seja, cola e rejunta, logo essa recomendação de que se aguardem 72 horas, não se aplica para esses produtos, apesar de ainda constar na Norma, que está em revisão.

De acordo com os mesmos autores, a deterioração das juntas, apesar de afetar as argamassas de preenchimento das juntas de assentamento e de movimentação, compromete todo o revestimento cerâmico, interferindo na sua capacidade de absorver deformações. Sendo assim, as maneiras de se evitar essa manifestação patológica estão na escolha correta do material e no controle de execução do rejuntamento.

4.7.2 Destacamento de placas

Caracteriza-se pela perda de aderência das placas cerâmicas (figura 33), ou das argamassas colantes, decorrentes das tensões que surgem nos revestimentos e ultrapassam a capacidade de aderência das placas cerâmicas (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

Figura 33 – Destacamento do revestimento cerâmico de fachada



(fonte: BRANDÃO, 2007)

Campante e Baía (2003) destacam que as causas dessas manifestações podem ser atribuídas a variações higrotérmicas, utilização de argamassa colante com tempo em aberto vencido, assentamento sobre superfície contaminada, fluência da estrutura de concreto armado.

4.7.3 Defeitos nos assentamentos das peças

No que diz respeito ao assentamento das peças cerâmicas, Brandão (2007) cita que a utilização de linhas de referência garante a horizontalidade e verticalidade das juntas, e os espaçadores plásticos mantêm a uniformidade do assentamento.

No caso de cortes, recomenda-se que os mesmos sejam planejados e executados antes da aplicação, utilizando cortadores manuais e torqueses para as placas com baixa resistência mecânica. Já para as placas de maior resistência, deve-se usar serra circular e furadeira elétrica. Segundo Campante e Baía (2003), as arestas dos cortes devem ser cobertas pelas canoplas das peças hidráulicas e pelos espelhos das caixas de luz.

4.7.4 Eflorescências

De acordo com Souza (1997), as eflorescências caracterizam-se pelo aparecimento de manchas que afloram à superfície, originadas na argamassa de assentamento, alterando o

aspecto do revestimento. Elas apresentam-se como depósitos pulverulentos ou incrustações, com alterações de cor da superfície dos revestimentos. Pode ter tom esbranquiçado, acinzentado, esverdeado, amarelado ou preto.

Conforme Bauer (1997), para que ocorram as eflorescências é necessário que haja a presença de sais solúveis, os quais estão presentes nos materiais ou nos componentes, presença de água para solubilizar os sais, além de pressão hidrostática para que a solução migre para a superfície.

5 LEVANTAMENTO DE DADOS

O presente trabalho foi desenvolvido com base no levantamento das manifestações patológicas ocorridas nas edificações construídas por uma empresa da região de Porto Alegre. Sendo assim, este capítulo destina-se a apresentar as características dos empreendimentos observados e descrever a metodologia empregada no levantamento dos dados usada pelo setor de Assistência Técnica da referida construtora, o qual é responsável por identificar as ocorrências e providenciar a recuperação do elemento atingido pela manifestação patológica.

5.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA E DOS EMPREENDIMENTOS ANALISADOS

Os levantamentos para os estudos das manifestações patológicas foram feitos em uma empresa do segmento de alto padrão, localizada na cidade de Porto Alegre. No total foram analisados dez empreendimentos, no período de janeiro a dezembro de 2012, os quais são identificados como EMP, e têm suas características básicas descritas a seguir:

- a) EMP 1: empreendimento composto por duas torres, com um total de 18.621 m² de área construída e 36 apartamentos. A fachada é revestida com granito e pele de vidro;
- b) EMP 2: empreendimento com um total de 7.101 m² de área construída e 13 apartamentos, um por pavimento, e fachada com revestimento de granito;
- c) EMP 3: empreendimento com um total de 5.025 m² de área construída e 17 apartamentos, um por pavimento. A fachada é revestida com granito e pele de vidro;
- d) EMP 4: empreendimento com um total de 6.644 m² de área construída e 19 apartamentos. A fachada tem composições de cerâmica, textura, pele de vidro e detalhes de granito;
- e) EMP 5: empreendimento com um total de 6.359 m² de área construída e 13 apartamentos. A fachada é revestida com granito;
- f) EMP 6: empreendimento com um total de 5.471 m² de área construída e 14 apartamentos, um por andar. A fachada é em corpo branco com detalhes de pastilhas cerâmicas, granito e pele de vidro;
- g) EMP 7: empreendimento com um total de 12.057 m² de área construída e 16 casas, sendo a fachada revestida com textura;

- h) EMP 8: empreendimento composto por quatro torres, com um total de 19.310 m² de área construída e 156 apartamentos. A fachada possui revestimento de argamassa;
- i) EMP 9: empreendimento composto por duas torres, uma comercial e outra residencial. O total de área construída é de 24.560 m² e a torre residencial possui 177 apartamentos. As fachadas são revestidas por granito de pele de vidro;
- j) EMP 10: empreendimento com um total de 21.566 m² de área construída e composto por uma torre com 194 apartamentos e 12 lojas no pavimento térreo, com áreas que variam de 43 m² a 83 m². A fachada tem revestimento em textura, com detalhes em plaquetas e pele de vidro.

Dos empreendimentos estudados, o único que não é considerado multirresidencial é o EMP 7, o qual é composto por casas.

5.2 MÉTODO DE REGISTRO DE DADOS ADOTADA PELA ASSISTÊNCIA TÉCNICA

O recebimento das solicitações de assistência técnica é feito através de uma Central de Relacionamento com o Cliente, a qual é responsável por providenciar a abertura da ficha de assistência técnica. Ao receber a solicitação, com a descrição do problema, o setor responsável, o qual é composto por um engenheiro, um estagiário, um técnico em edificações e dois encarregados pela execução dos serviços de reparo, verifica a procedência da solicitação, ou seja, se o imóvel está ou não dentro do período de garantia.

Feita a verificação da procedência, o departamento agenda dia e horário com o cliente a fim de analisar a situação no próprio local. Na data marcada é feita a avaliação do problema pela Engenheira responsável pelo setor, a qual completa a ficha de assistência técnica, descrevendo o seu parecer e qual situação encontrou no local.

Caso, após a averiguação e definição do problema, seja constatado que o mesmo é de responsabilidade da construtora, e haja autorização do responsável pelo setor, é agendado um novo dia e horário para que seja feita a execução dos serviços de reparo. Também, se for possível, o problema pode ser solucionado logo na primeira visita da Assistência Técnica.

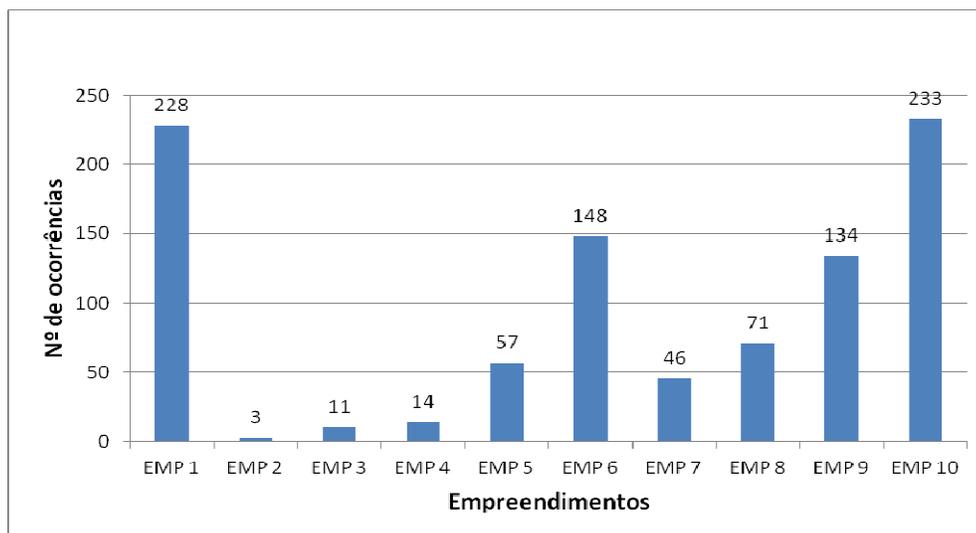
Depois de concluídos os serviços e aceitos pelos clientes, a Ficha de Assistência Técnica é encerrada, no site específico, declarando que os problemas foram corrigidos. A declaração de aceitação dos serviços, pelos clientes, é feita através de contato com o Coordenador de Assistência Técnica com os mesmos, por email, telefone ou Central de Relacionamento com o cliente. Após concluídos todos os procedimentos, tanto por parte da empresa quanto do cliente, a ficha de assistência técnica é arquivada.

O Coordenador de Assistência Técnica ainda deve encaminhar mensalmente o Relatório de Assistência Técnica para o Coordenador de Projetos, Coordenador da Qualidade e Coordenador de Suprimentos, a fim de que se verifique a origem dos problemas e para que se faça a retroalimentação dos processos. Os resultados das ações definidas são apresentados à obra através de projetos específicos, que tratam da retroalimentação dos processos.

5.3 DADOS COLETADOS

Para analisar as manifestações patológicas ocorridas foram consultados os relatórios do setor de Assistência Técnica, os quais contêm o registro das solicitações arquivadas e pendentes. Os dados obtidos referem-se ao período de janeiro a dezembro de 2012, conforme figura 34. Torna-se importante salientar que as manifestações patológicas identificadas referiram-se aos empreendimentos que se encontram no período de garantia estabelecido pela construtora.

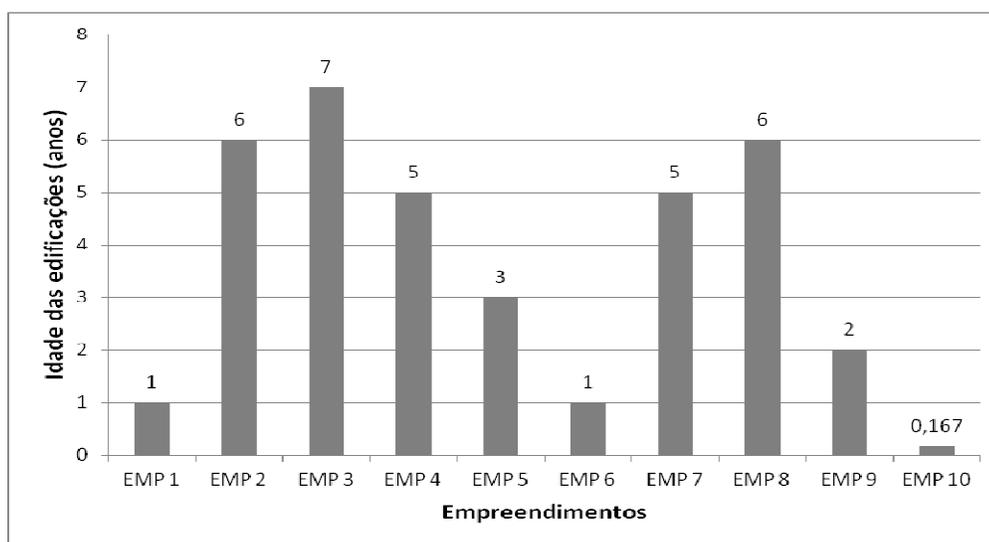
Figura 34 – Solicitações de Assistência Técnica, por empreendimento, de janeiro a dezembro de 2012



(fonte: acervo da empresa estudada)

Os empreendimentos que tiveram mais defeitos foram os que possuem área maior do que 18.000 m², com exceção do EMP 6 que possui 5.471 m² de área construída e ultrapassou o número de chamados de assistência técnica no ano, quando comparado ao EMP 9, que tem 24.560 m². Além disso, deve-se levar em consideração a idade de cada edificação na análise das manifestações patológicas, conforme figura 35.

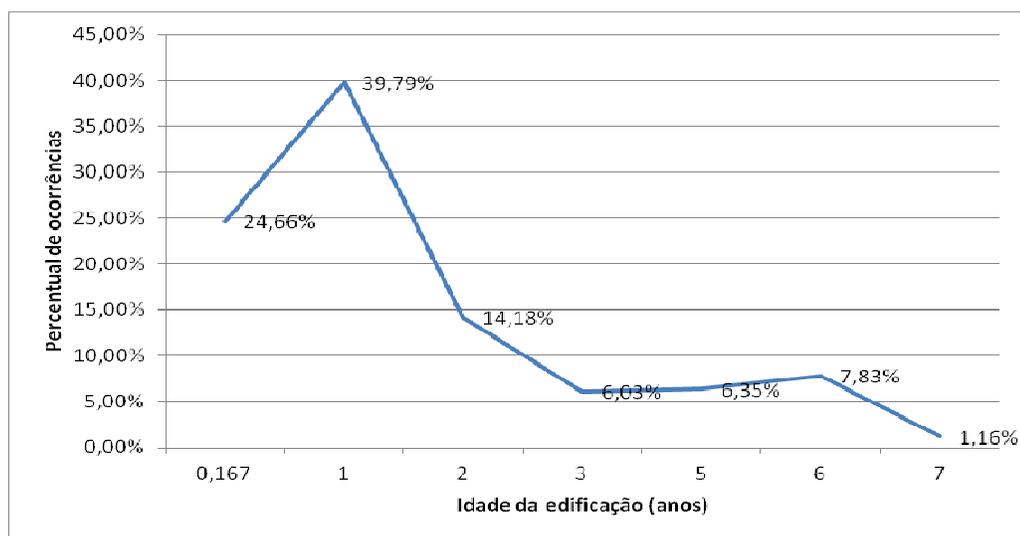
Figura 35 – Idade das edificações observadas



(fonte: elaborado pela autora)

Ao se fazer um comparativo do número de solicitações por empreendimento e a idade de cada edificação, observa-se que os empreendimentos com até um ano de idade foram os que tiveram o maior número de chamados, sendo que o EMP 10, que possuía apenas dois meses no período analisado, foi o empreendimento com maior número de ocorrências, dentre os dez edifícios observados, conforme exemplificado na figura 36.

Figura 36 – Percentual de manifestações patológicas em relação à idade da edificação

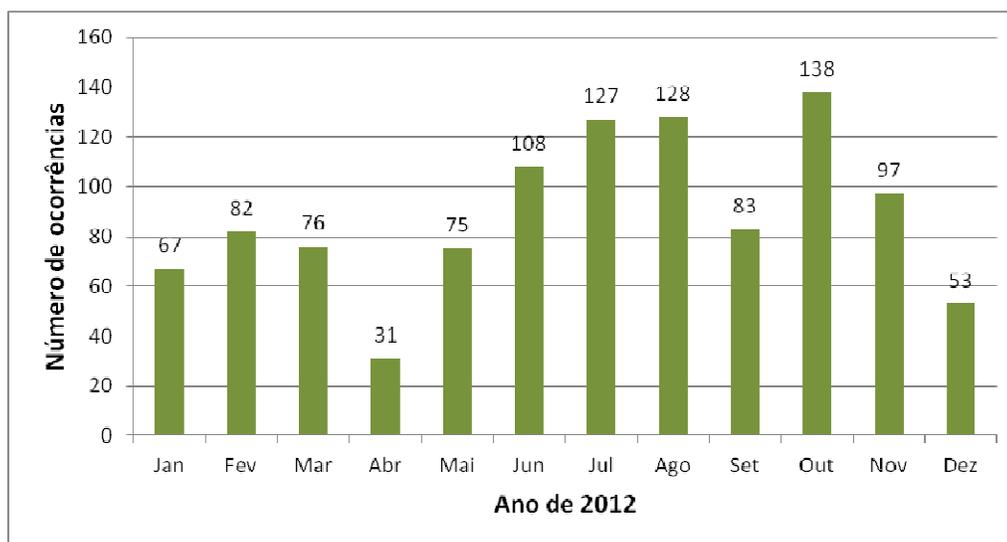


(fonte: elaborado pela autora)

Na figura 37 podem ser vistos os registros de solicitações de assistência, ao longo do ano de 2012. Nele observa-se que o maior número de defeitos ocorreu no intervalo de junho a agosto, ou seja, no período de inverno, o qual, normalmente, é um período com maior ocorrência de chuvas e há uma maior probabilidade de ocorrerem problemas de infiltrações.

Ainda, percebe-se que no mês de outubro houve um aumento no número de chamados, em relação ao mês de setembro. Isso se deu ao fato de o empreendimento EMP 10 ter sido entregue ao longo do referido mês e, logo após a sua entrega ocorreram diversas solicitações de reparo.

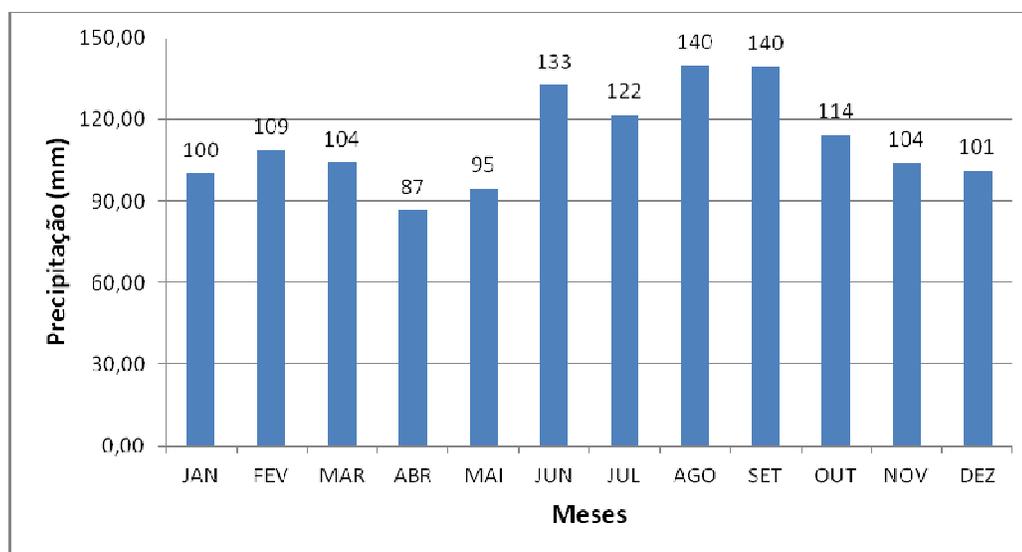
Figura 37 – Solicitações de reparo de janeiro a dezembro de 2012



(fonte: acervo da empresa estudada)

Na figura 38 é mostrada a precipitação média diária, para a cidade de Porto Alegre, onde pode ser visualizado o índice de precipitação ao longo do ano de 2012. Nele observa-se um maior volume de chuvas no período de junho a agosto, o que pode ter causado um maior número de problemas com infiltrações através das esquadrias nos referidos empreendimentos.

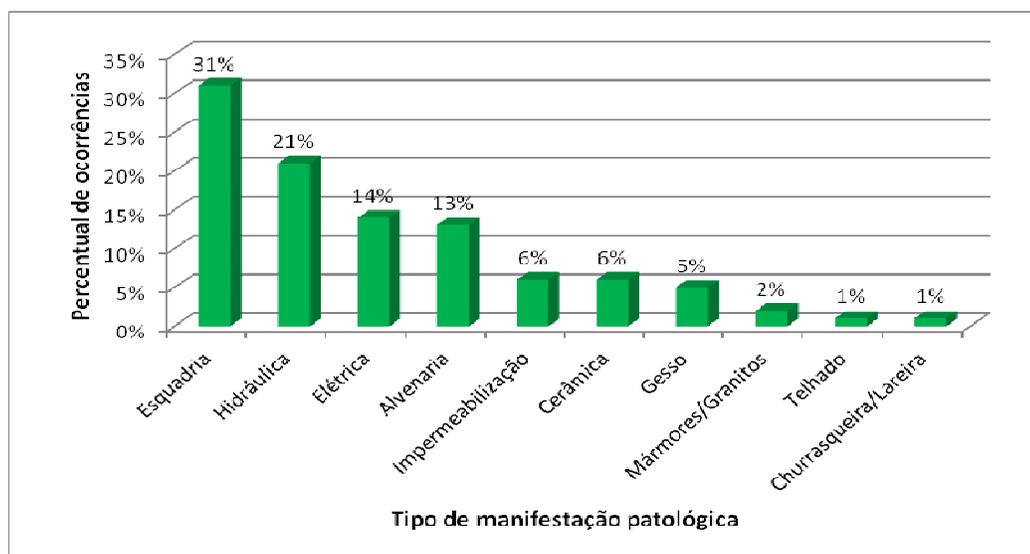
Figura 38 – Precipitação média diária para a cidade de Porto Alegre no ano de 2012



(fonte: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2013)

A figura 39 mostra as manifestações patológicas mais ocorrentes no ano de 2012, segundo dados da construtora. Nota-se que os defeitos em esquadrias e instalações hidráulicas são os grandes responsáveis pelos chamados de assistência técnica, pois representam mais de 50% dos defeitos nos empreendimentos estudados.

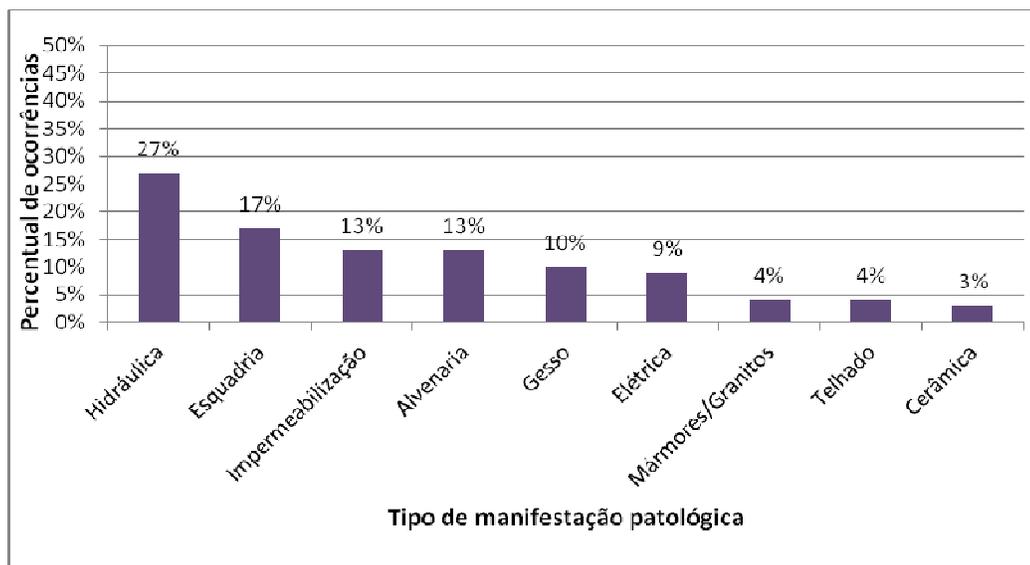
Figura 39 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica no ano de 2012



(fonte: acervo da empresa estudada)

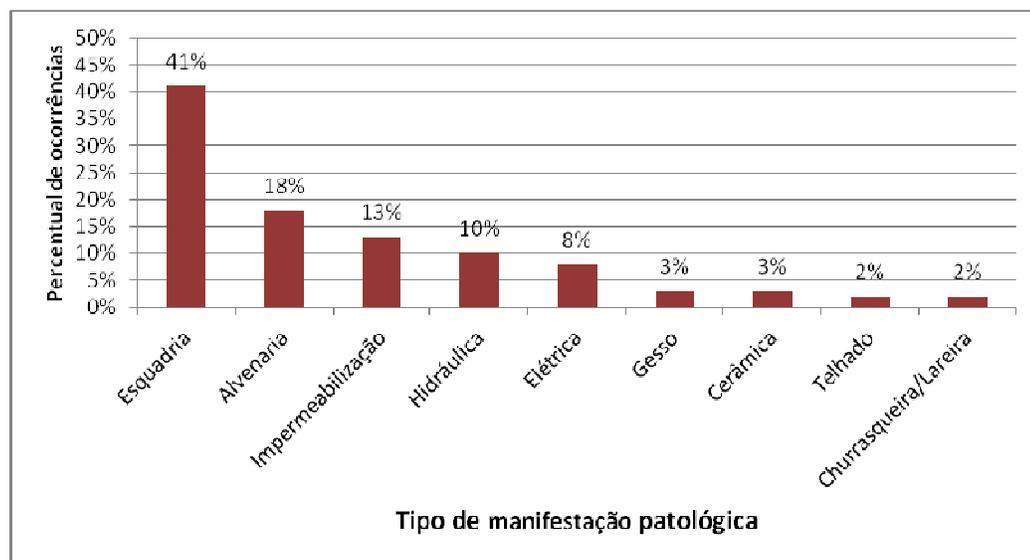
De acordo com as figuras 40 a 48, o índice de manifestações patológicas, analisado em relação a cada mês do ano, mostra que os defeitos em esquadrias e instalações hidráulicas representam, na maioria dos casos, em torno de 50% dos chamados de assistência técnica, sendo que não se obteve o registro referente ao mês de outubro com a assistência técnica.

Figura 40 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica em janeiro de 2012



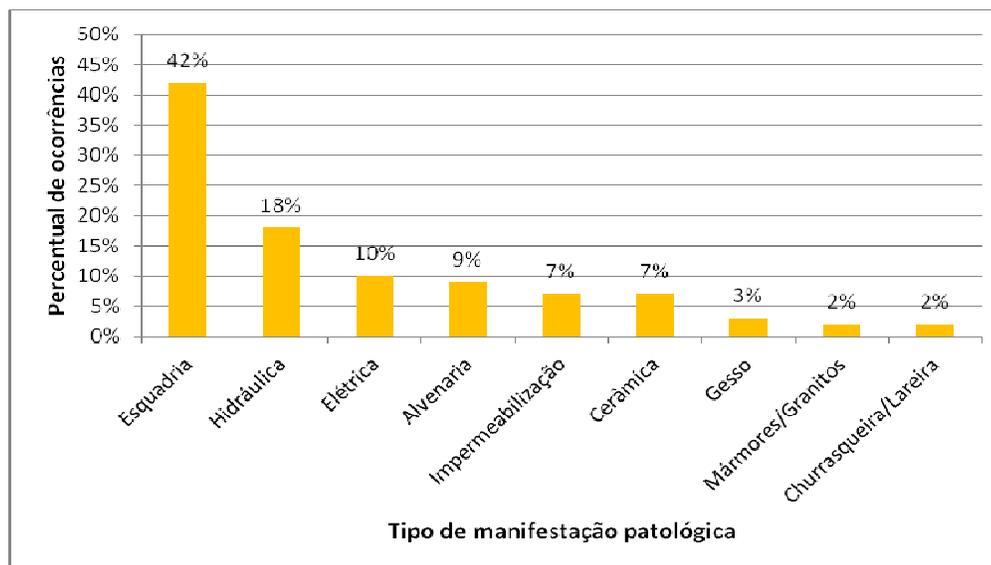
(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 41 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica em fevereiro de 2012



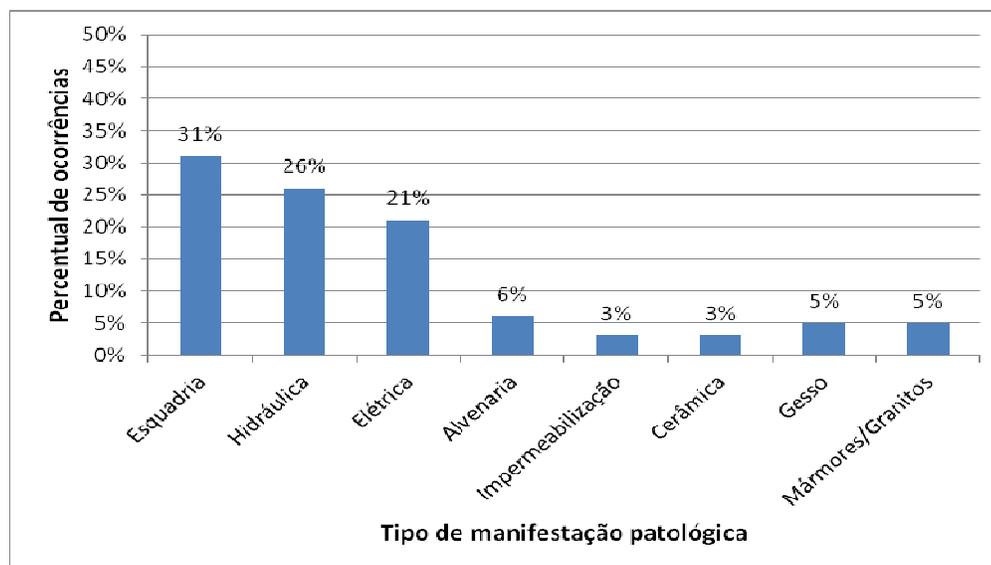
(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 42 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica em março de 2012



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 43 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica em abril de 2012

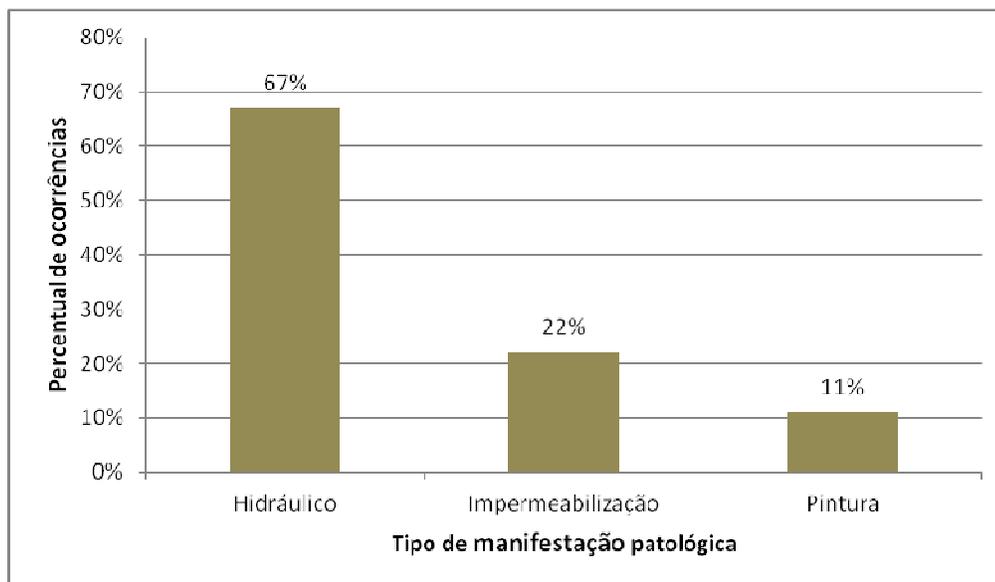


(fonte: acervo da empresa estudada)

Segundo relatório da empresa, conforme pode ser visualizado na figura 44, o mês de maio teve somente incidência de manifestações patológicas em instalações hidráulicas (67%), impermeabilização (22%) e pintura (11%). Isso ocorre porque a empresa fez o registro

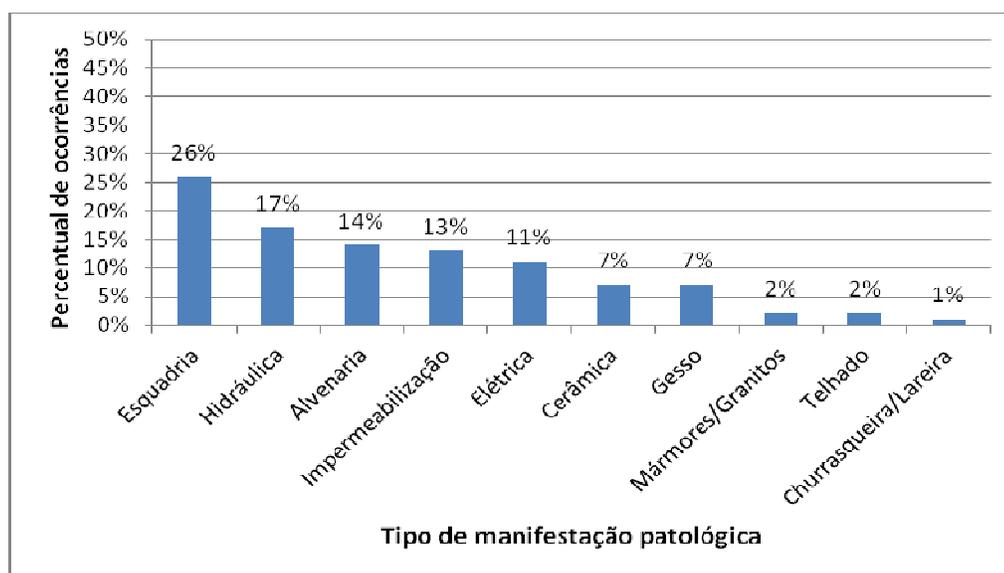
somente do dia 1 a 11 de maio, logo esses valores não consideram o mês completo e não representam todas as ocorrências.

Figura 44 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica em maio de 2012



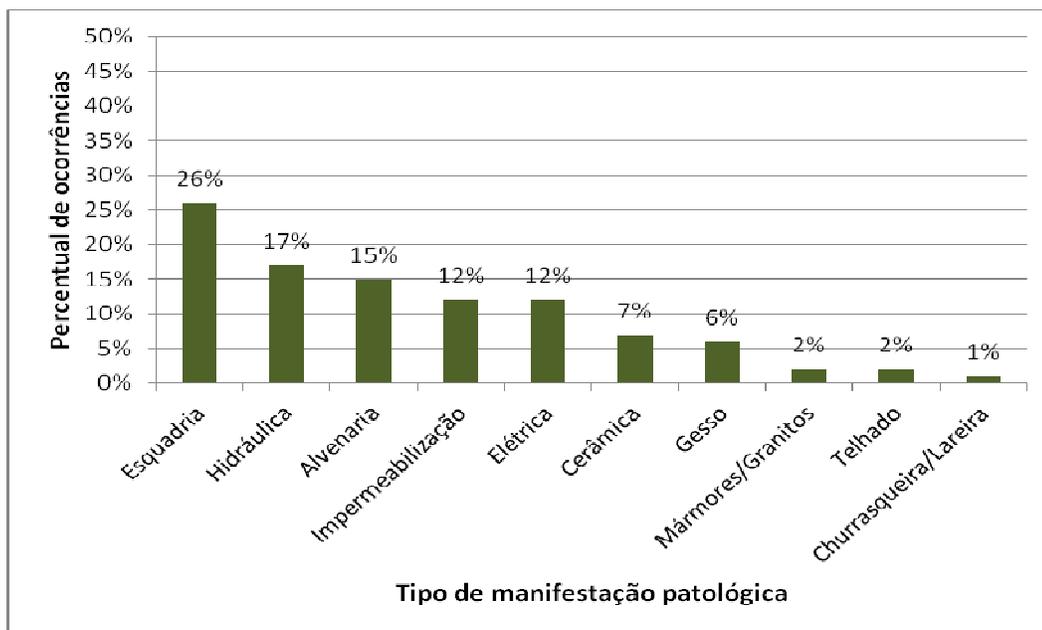
(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 45 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica em junho de 2012



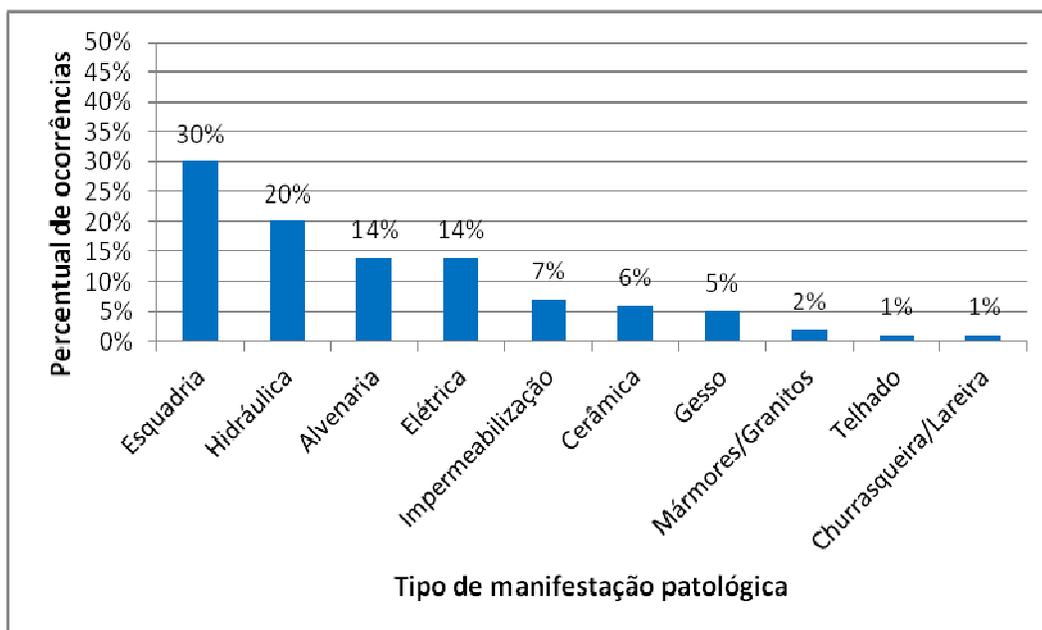
(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 46 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica em julho de 2012



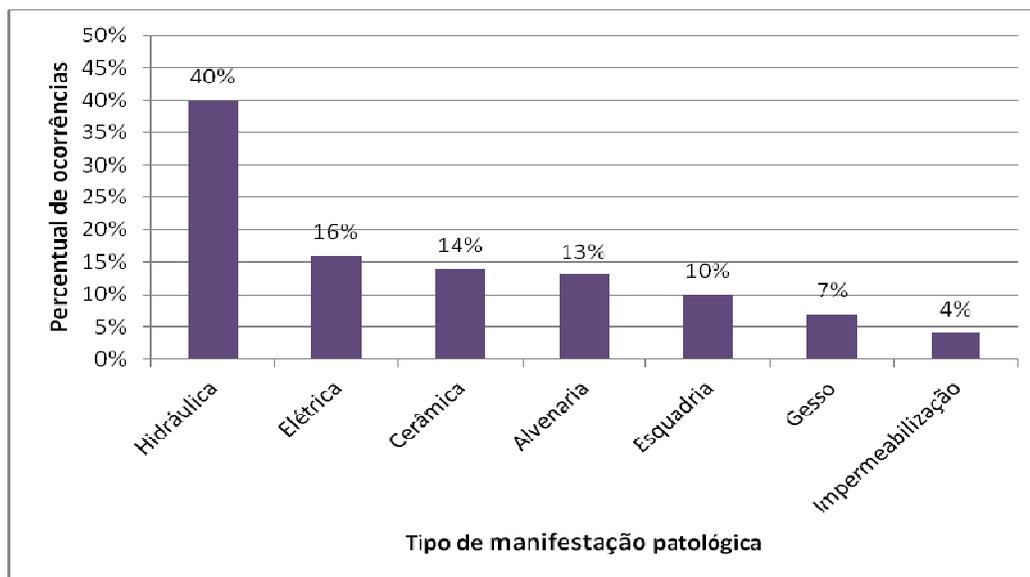
(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 47 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica em agosto e setembro de 2012



(fonte: acervo da empresa estudada)

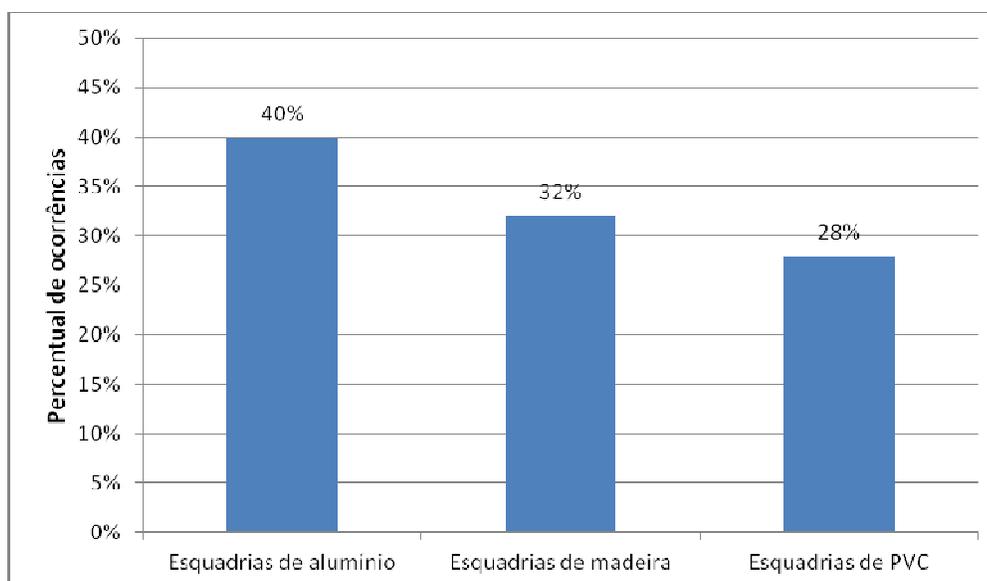
Figura 48 – Percentual de ocorrência em função do tipo de manifestação patológica em novembro e dezembro de 2012



(fonte: acervo da empresa estudada)

Na figura 49, podem ser visualizados os percentuais de manifestações patológicas em esquadrias de acordo com o material de fabricação do elemento.

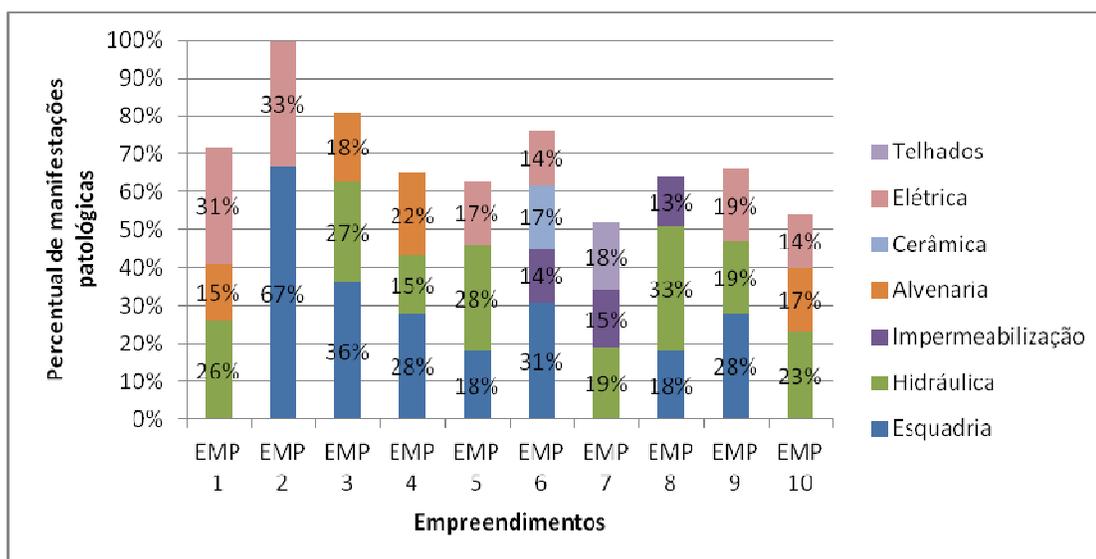
Figura 49 – Percentual de ocorrência de manifestações patológicas em esquadrias em função do tipo de material no ano de 2012



(fonte: acervo da empresa estudada)

Na figura 50 estão representadas as três principais manifestações patológicas ocorridas em cada edificação estudada. De acordo com a figura, os principais problemas ocorreram nos itens de esquadrias, hidráulica e elétrica, sendo que no empreendimento EMP 7 houve um grande número de problemas nos telhados, pois trata-se de um condomínio composto por casas.

Figura 50 – Percentual de ocorrência das principais manifestações patológicas, por empreendimento, no ano de 2012



(fonte: acervo da empresa estudada)

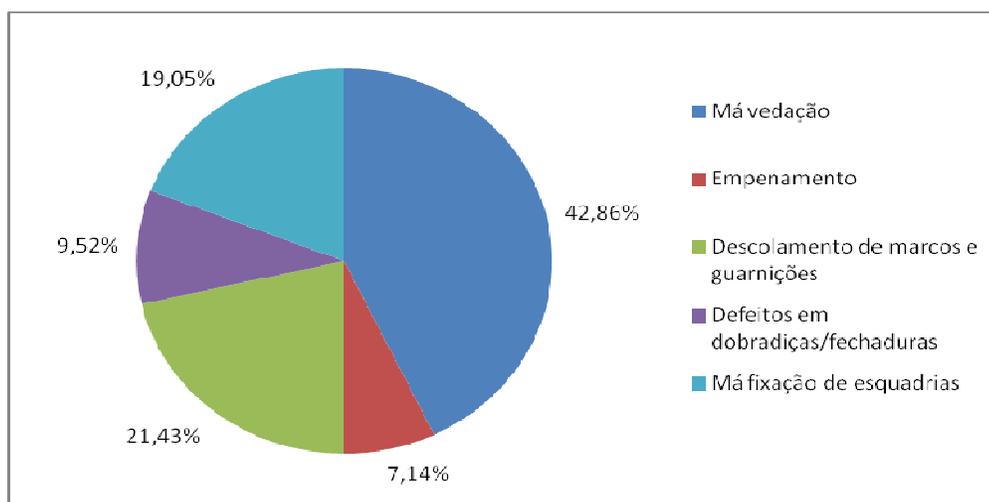
6 ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OBSERVADAS NOS EMPREENDIMENTOS ESTUDADOS

Neste capítulo são analisadas as causas das manifestações patológicas que apresentaram maior percentual de incidência, nos edifícios da construtora estudada, conforme visto no capítulo 5. Sendo assim, são abordados os itens de esquadrias, instalações hidráulicas, instalações elétricas, alvenaria, impermeabilização, cerâmica e gesso, ou seja, os mesmos itens verificados por Bernardes et al. (1998), mencionado no capítulo 4 deste trabalho.

6.1 ESQUADRIAS

As maiores ocorrências de manifestações patológicas foram verificadas no item de esquadrias, com um índice de 31%. De acordo com os levantamentos, os defeitos verificados no item de esquadrias foram os problemas de má vedação dos elementos componentes das esquadrias, descolamento de marcos e guarnições, defeitos no funcionamento de dobradiças e fechaduras, portas empenadas e má fixação das esquadrias, cujos percentuais de ocorrência podem ser vistos na figura 51.

Figura 51 – Percentual dos principais defeitos em esquadrias



(fonte: elaborado pela autora)

Foram observados diversos casos de infiltração nos apartamentos devido a problemas de má vedação na interface entre o peitoril e a janela, entre os vidros e caixilhos, nas laterais das janelas e entre portas de correr e soleiras, junto às sacadas. Essas infiltrações ocasionaram vários casos de deterioração da pintura das paredes e descolamento de guarnições.

Já os problemas de descolamento de marcos das portas foram devidos à má fixação desses elementos junto aos vãos. Algumas esquadrias também tiveram problemas de fechamento, causados por defeitos de fabricação em dobradiças e fechaduras, além de ocorrerem casos de portas empenadas.

Os problemas de má vedação, defeitos em dobradiças e fechaduras, e em guarnições também foram verificados no estudo de Bernardes et al. (1998), conforme citado no item 4.3. Os casos de infiltrações causados por má vedação nas interfaces do peitoril e janela e entre verga e janela são os mesmos descritos por Moch (2009) nos itens 4.3.1 e 4.3.2, respectivamente.

Nas figuras 52 e 53, podem-se observar problemas de infiltração causados por má vedação entre vidros e caixilhos das esquadrias.

Figura 52 – Manchas de umidade decorrentes de infiltração pela fachada de pele de vidro



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 53 – Má vedação entre vidro e caixilho da esquadria



(fonte: acervo da empresa estudada)

Nas figuras 54 e 55, são exemplificados casos de infiltração na interface entre peitoril e esquadria, que são os mesmos verificados por Moch (2009), que menciona como principais causas desse tipo de infiltração a deficiência na vedação entre as interfaces relacionadas à falta de declividade do peitoril e a falta de barreira que evite a entrada de água na edificação.

Figura 54 – Infiltração na interface entre peitoril e esquadria



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 55 – Má vedação entre peitoril e esquadria



(fonte: acervo da empresa estudada)

Na figura 56, é mostrada a mancha de umidade decorrente de infiltração na interface entre esquadria e verga e, na figura 57, pode ser visualizado um caso de infiltração causada por má vedação entre porta de correr (sacada) e soleira.

Figura 56 – Infiltração pela interface verga e esquadria



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 57 – Má vedação entre porta de correr e soleira



(fonte: acervo da empresa estudada)

Com base nos problemas verificados, recomenda-se ter um cuidado especial com a vedação de esquadrias, responsável por quase a metade dos problemas de infiltração observados nos edifícios da construtora, com um percentual de 42,86% dos casos.

6.2 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

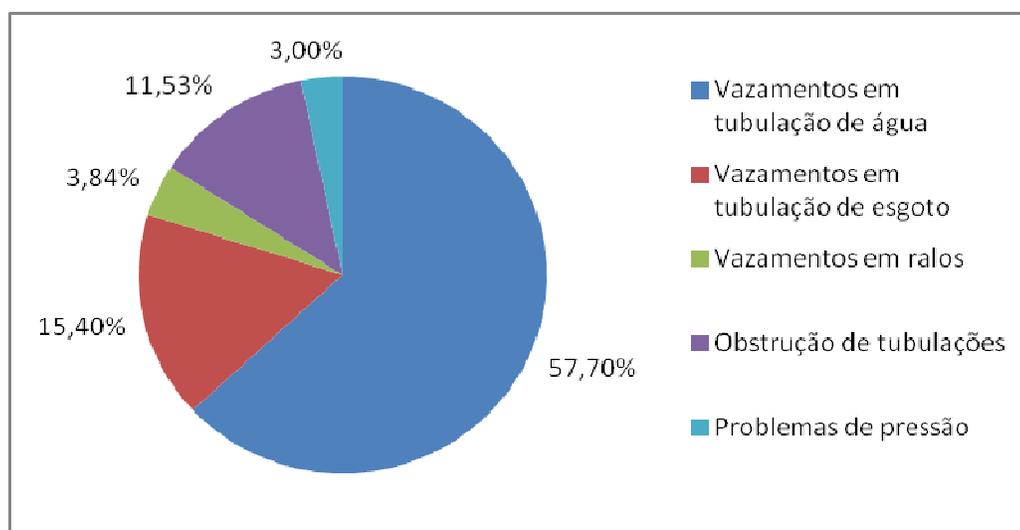
O segundo item com maior número de manifestações patológicas é o de instalações hidráulicas, sendo responsável por 21% das ocorrências. Conforme observado nos relatórios da construtora, os defeitos encontrados foram as seguintes:

- a) vazamento de coluna de água quente devido à má execução da solda das tubulações de PPR (Polipropileno Copolímero Random);
- b) vazamento da coluna de água fria devido à má vedação entre conexões e tubulações;
- c) vazamento devido a rachaduras nas tubulações de água fria;
- d) vazamento nos pontos de válvulas e registros;
- d) entupimento da rede de esgoto, devido à obstrução das tubulações;
- e) vazamento na rede de esgoto devido a ralos quebrados;
- e) problemas de pressão, devido ao mal dimensionamento da rede.

Os problemas observados nos empreendimentos são praticamente os mesmos encontrados por Brandão (2007), com exceção dos problemas de retorno de gases e de espuma, os quais não constavam nos registros da construtora.

De acordo com a figura 58, os problemas em instalações hidráulicas, mais precisamente os vazamentos, foram os maiores causadores de alagamentos nos edifícios, provocando grandes transtornos aos moradores. Os procedimentos indicados para evitar essas manifestações são baseados em normas técnicas e estão descritos no item 4.1 deste trabalho. De acordo com tais normas técnicas, devem ser feitos testes de estanqueidade nas tubulações durante sua montagem, com elas ainda expostas para que sejam feitas inspeções visuais e possíveis reparos.

Figura 58 – Percentual dos principais defeitos em instalações hidráulicas



(fonte: elaborado pela autora)

Na figura 59, pode ser visualizado um caso de vazamento na instalação de água quente em um ponto onde foi constatada a má execução da solda na tubulação de PPR. Já na figura 60, pode ser visualizado um caso de vazamento em tubulação de água fria, o qual danificou o revestimento da parede.

Na figura 61, pode ser visto um caso de entupimento da rede de esgoto que acabou danificando completamente o banheiro do apartamento, causando diversos transtornos aos

proprietários que já estavam morando no edifício. A figura 62 mostra a tubulação de esgoto obstruída por restos de concreto.

Figura 59 – Vazamento em tubulação de água quente



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 60 – Vazamento em tubulação de água fria



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 61 – Entupimento na rede de esgoto



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 62 – Entupimento de tubulação de esgoto



(fonte: acervo da empresa estudada)

Na figura 63, observa-se um vazamento localizado em uma válvula de coluna de água.

Figura 63 – Vazamento em válvula de coluna de água



(fonte: acervo da empresa estudada)

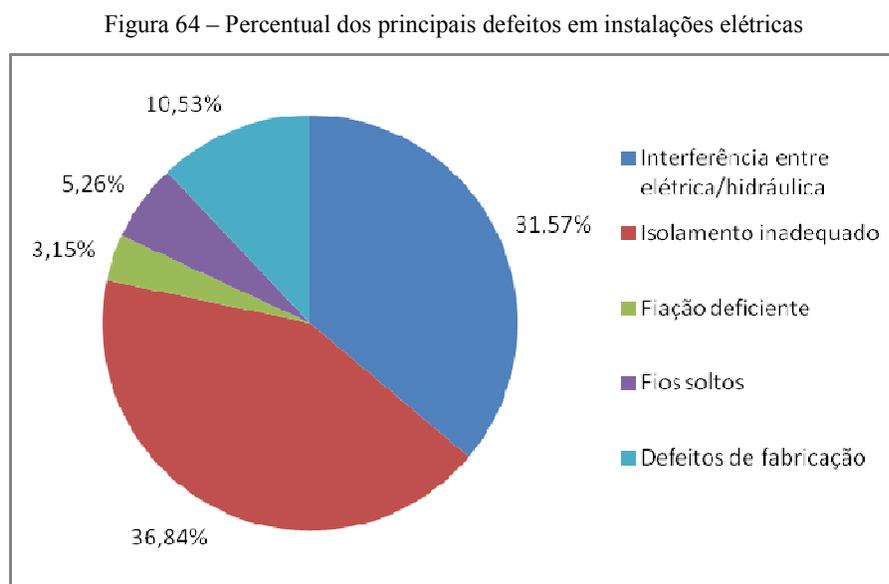
Sendo assim, com base nos problemas constatados, salienta-se a importância de ter um maior cuidado com as instalações hidráulicas, a fim de evitar os vazamentos nas tubulações, que foram responsáveis por 57,70% dos defeitos observados. Por isso, recomenda-se que se façam testes de estanqueidade durante sua montagem.

6.3 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Os defeitos em instalações elétricas representam 14% das manifestações patológicas existentes nas edificações estudadas. Os relatórios analisados apontam como principais defeitos nas instalações os seguintes itens:

- a) interferência entre distribuição elétrica e hidráulica, devido à incompatibilidade entre projetos;
- b) quedas de luz e curtos circuitos devidos a infiltrações de água na rede elétrica;
- c) projetos com fiação deficiente;
- d) defeitos na fabricação de interruptores e tomadas;
- e) fiação com isolamento inadequado, causando queima de lâmpadas e reatores;
- f) fios soltos.

Os resultados obtidos nas análises foram diferentes dos encontrados por Bernardes et al. (1998) em seu estudo sobre defeitos em instalações elétricas, com exceção dos defeitos de fabricação encontrados em acabamentos e cabos soltos. Segundo estudo do autor, o maior problema encontrado foi no item de acabamentos, com um percentual de 48% das ocorrências. Já nas edificações estudadas, o maior problema encontrado foi em relação à falta de isolamento da rede elétrica, com um percentual de 36,84%, conforme figura 64.



(fonte: elaborado pela autora)

A figura 65 ilustra o problema de interferência entre distribuição elétrica e hidráulica, devido à incompatibilidade de projetos, dificultando acesso à manutenção.

Figura 65 – Interferência entre elétrica e hidráulica



(fonte: acervo da empresa estudada)

As figuras 66 e 67 ilustram casos sérios de infiltração de água na rede elétrica causadas por falta de isolamento dos fios que ficaram expostos à ação das chuvas, podendo causar choques, que é o problema mais grave que pode ocorrer em instalações elétricas.

Figura 66 – Infiltração de água na rede elétrica



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 67 – Rede elétrica sem proteção e suscetível à entrada de água



(fonte: acervo da empresa estudada)

A falta de proteção adequada às redes elétricas de distribuição pode causar sérios problemas nos circuitos. Deve-se fazer o correto isolamento das fiações e os fios devem estar protegidos para não entrarem em contato com a umidade. Nas figuras 68 e 69, são mostrados circuitos externos com problema de isolamento, causando queima de lâmpadas.

Figura 68 – Má execução de circuito externo



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 69 – Isolamento inadequado de circuito externo



(fonte: acervo da empresa estudada)

A figura 70 ilustra um defeito de fabricação em um interruptor.

Figura 70 – Defeito de fabricação em interruptor



(fonte: acervo da empresa estudada)

Analisando-se a distribuição dos defeitos encontrados no item de instalações elétricas, percebe-se a importância de se tomar um maior cuidado com o isolamento das fiações e compatibilizar os projetos de elétrica e hidráulica, que somam mais da metade dos defeitos nas instalações, a fim de se evitar maiores problemas tais como choques elétricos, que são os mais graves que podem ocorrer.

6.4 ALVENARIA

O item de alvenaria teve 13% das ocorrências nas edificações estudadas. Segundo relatórios analisados, os problemas em relação às paredes foram classificados como falta de prumo e esquadro, fissuras e descolamento do revestimento.

De acordo com a análise dos documentos, o setor de assistência técnica classificou como problemas de alvenaria o descolamento do reboco e as fissuras na argamassa de revestimento, sendo que elas deveriam ser classificadas como problemas de revestimento de argamassa. Sendo assim, como não foi possível separar essas ocorrências do item de alvenarias, eles estão inclusos no percentual de 13% das manifestações relacionadas com as paredes.

Com relação à falta de prumo e esquadro (figura 71), elas ocorreram devido a problemas de execução, ou seja, pelo não uso de ferramentas que garantam a verticalidade e horizontalidade da parede, tais como o escantilhão e o prumo de pedreiro, conforme descrito no item 4.2.3.

Figura 71 – Problemas de falta de esquadro e de prumo



(fonte: acervo da empresa estudada)

No caso das fissuras, elas ocorreram no encontro entre as vigas e a alvenaria, devido a falhas no processo de encunhamento e/ou devido ao não uso de tela, os quais têm a função de ligar a parte superior da alvenaria à estrutura, pois as diferenças entre as propriedades dos dois materiais provocam movimentações diferenciadas, as quais induzem à fissuração na interface de ligação entre eles, conforme pode ser visto na figura 72.

Figura 72 – Fissuração no encontro entre viga e alvenaria



(fonte: acervo da empresa estudada)

Outro caso de fissuras ocorreu em muros das edificações, decorrentes de recalque nas fundações, conforme exemplificado na figura 73.

Figura 73 – Fissura devido a recalque de fundação



(fonte: acervo da empresa estudada)

Conforme figura 74, ocorreram fissuras entre pilar e camada de revestimento de argamassa, devido, provavelmente, à variação térmica, pois, como o concreto e a alvenaria têm coeficientes de dilatação térmica distintos, geraram movimentações térmicas diferenciais proporcionando o aparecimento de fissuras.

Também foram constatadas fissuras na argamassa de revestimento, devido à retração dos componentes, o qual pode ocorrer por excesso de finos de agregados, excesso de água ou, ainda, por desempenho precoce utilização de cimento como único aglomerante e água de amassamento (figura 75).

Figura 74 – Fissura na interface entre alvenaria e pilar de concreto



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 75 – Fissuras de retração na argamassa



(fonte: acervo da empresa estudada)

Outro problema observado foi o descolamento dos revestimentos, os quais estão relacionados, provavelmente, a uma espessura excessiva da camada de revestimento, ou ainda, por ser executada sobre uma superfície muito lisa e de baixa porosidade, sem a aplicação anterior de uma camada de chapisco, a qual tem a função de conferir uma maior aderência ao revestimento (figura 76).

Figura 76 – Descolamento da camada de revestimento sobre superfície de concreto



(fonte: acervo da empresa estudada)

As manifestações patológicas no item de alvenaria tiveram algumas diferenças em relação às manifestações observadas por Brandão (2007), que encontrou como principais problemas fissuras por falta de verga e contraverga e na interface entre alvenaria e estrutura, defeitos de pintura, falta de esquadro e de prumo. Na análise dos empreendimentos da construtora não foram observadas fissuras decorrentes de falta de verga e contraverga, nem defeitos de pintura, este último que estaria mais relacionado a problemas de revestimento.

Com relação às fissuras identificadas, segundo a Assistência Técnica, foram identificadas três tipos de causas, que são as decorrentes de recalque de fundações, ocasionadas por falta de detalhes construtivos e por retração de argamassa.

No levantamento realizado, a distribuição de fissuras nas alvenarias não teve exatamente a mesma distribuição de incidências encontradas por Magalhães (2004) em seu estudo sobre alvenarias no Estado do Rio Grande do Sul, descrito no item 4.2 deste trabalho. No estudo o autor observou que os principais problemas de fissuras estavam relacionados a movimentações térmicas, recalque de fundações, falta de detalhes construtivos, retração e expansão, sobrecargas e reações químicas. No entanto, essas últimas três causas não foram observadas no levantamento realizado nos empreendimentos da construtora.

Ainda, como anteriormente citado, houve diferenças também devido ao fato de que no levantamento em análise observou-se que foram considerados problemas nos revestimentos como sendo em alvenaria, o que pode ter levado a algumas distorções no percentual das manifestações encontradas.

6.5 IMPERMEABILIZAÇÃO

As manifestações decorrentes dos problemas de impermeabilização tiveram um índice de 6%.

De acordo com os registros, os problemas de infiltração ocorreram em:

- a) caixas com passagens elétricas, feitas de alvenaria, sem impermeabilização;
- b) lajes da piscina, decorrentes de impermeabilização mal executada, ocasionando infiltração em áreas abaixo da laje;
- c) áreas internas dos apartamentos, devido à má impermeabilização das áreas externas adjacentes, como decks e terraços;
- d) infiltrações nos pontos de ralos da rede de esgoto.

As caixas de alvenaria enterradas no solo, por onde passam fiações elétricas, não foram impermeabilizadas, o que ocasionou infiltração da água da chuva que entrou em contato com a fiação, problema esse que pode causar diversos danos à rede elétrica.

No caso das lajes das piscinas, ocorreram falhas no sistema de impermeabilização, provocando infiltrações nas áreas que ficavam abaixo delas, como no caso de subsolos (figuras 77 e 78) e piscinas localizadas nas coberturas.

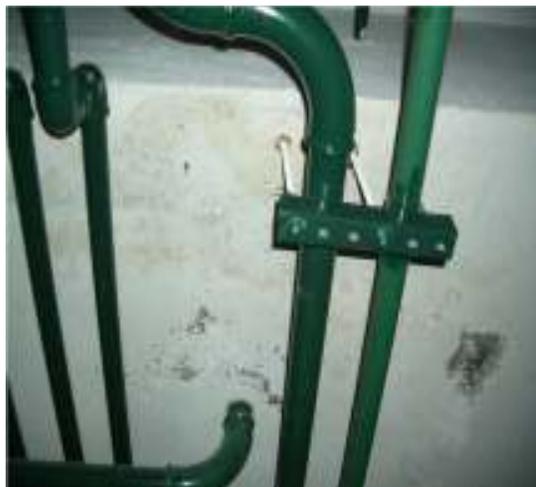
Nas áreas internas dos apartamentos observaram-se casos de infiltração devido às áreas externas adjacentes não estarem com impermeabilização adequada, provocando manchas nas paredes, conforme pode ser visto nas figuras 79 e 80.

Figura 77 – Área da piscina onde ocorreu falha de impermeabilização



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 78 – Mancha de umidade causada por impermeabilização mal executada em laje de piscina



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 79 – Mancha de umidade devido à infiltração em área externa



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 80 – Mancha de umidade e danificação da pintura devido à infiltração



(fonte: acervo da empresa estudada)

Ainda ocorreram infiltrações devido à falha de impermeabilização em pontos onde havia interferência de tubulações hidráulicas, conforme exemplificado na figura 81 e nos pontos de ralos (figura 82).

Figura 81 – Interferência de tubulações na execução da impermeabilização



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 82 – Infiltração na área do ralo



(fonte: acervo da empresa estudada)

Esses problemas são os mesmos destacados por Righi (2009) em seu estudo sobre sistemas de impermeabilização, conforme mencionado no item 4.4. Nele, o autor destaca que a maior parte dos problemas com os sistemas de impermeabilização ocorrem em encontros com ralos, juntas, mudanças de planos, passagem de dutos e chumbamentos.

6.6 CERÂMICA

As manifestações patológicas identificadas pela empresa como Cerâmicas dizem respeito a revestimentos cerâmicos e estas representam 6% das ocorrências nas edificações. Conforme relatórios, os principais problemas observados foram o descolamento e o desnível entre peças, fissuras, manchas, falta ou rejunte danificado, mudança na tonalidade das peças cerâmicas e eflorescências.

Os descolamentos de peças cerâmicas ocorreram nos revestimentos de fachada que usavam pastilhas (figura 83). Conforme já citado no item 4.7.2, Campante e Baía (2003) destacam que esses descolamentos podem ocorrer devido a falhas na execução do assentamento, ou por variações higrotérmicas das peças, por utilização de argamassa colante com tempo em aberto

vencido, por assentamento feito em superfície contaminada ou, ainda, por fluência da estrutura de concreto armado.

Outro caso comum de descolamento foi o de piso cerâmico, ocasionado por má execução da camada de contrapiso que se soltou (figura 84). Esta manifestação tem ocorrido, principalmente, em revestimentos de piso com pequena espessura, onde há uma transmissão de solicitações maiores e pelo fato de, hoje em dia, estarem usando camada de fixação (argamassa colante ou cola) com maior capacidade aderente, o que vem a exigir mais da camada de contrapiso, a qual muitas vezes acaba sendo a camada mais fraca.

Figura 83 – Destacamento de pastilhas da fachada



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 84 – Descolamento do contrapiso



(fonte: acervo da empresa estudada)

Na figura 85, pode ser visto um caso de desnível entre peças devido a não ou má regularização da superfície antes do assentamento. Já na figura 86, observam-se peças com fissuras, ocasionadas por dilatação e retração do componente cerâmico.

Figura 85 – Desnível entre peças cerâmicas



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 86 – Peças cerâmicas fissuradas



(fonte: acervo da empresa estudada)

Na figura 87, pode ser vista a deterioração das juntas de assentamento, ocasionada por retração de secagem da argamassa, conforme descrito por Campante e Baía (2003) no item 4.8.1. Já na figura 88, observam-se eflorescências entre as pastilhas cerâmicas da área piscina, resultante da entrada de água e lixiviação e posterior carbonatação do hidróxido de cálcio, formado na hidratação do cimento.

Figura 87 – Deterioração das juntas de assentamento



(fonte: acervo da empresa estudada)

Figura 88 – Peças cerâmicas com eflorescências



(fonte: acervo da empresa estudada)

6.7 GESSO

As manifestações patológicas no item gesso referem-se, principalmente, aos forros deste material e, de acordo com a assistência técnica, tiveram 5% das ocorrências nas edificações observadas. Os defeitos verificados foram descolamento das molduras, fissuras, ondulações e falta de alinhamento do forro.

Em alguns casos de descolamento de molduras de gesso, foi identificado o desprendimento da peça devido ao contato direto com placas cerâmicas, quando não houve aderência entre os dois materiais. Além disso, como as molduras estão localizadas nos banheiros, o vapor da água dos chuveiros contribuiu para esse descolamento (figura 89). Entre outros casos, o descolamento ocorreu devido ao fato de a peça não ter sido bem colada, ou seja, foi um defeito causado por má execução.

Figura 89 – Descolamento da moldura de gesso



(fonte: acervo da empresa estudada)

Os casos de ondulações e falta de alinhamento nos forros ocorreram devido à má execução do serviço, pois não houve cuidado para que as placas ficassem alinhadas, conforme pode ser visto na figura 90.

Figura 90 – Ondulações no gesso



(fonte: acervo da empresa estudada)

Com relação às fissuras nos forros, localizadas nas interfaces com as paredes, elas ocorreram, provavelmente, por movimentações das placas, por falta de juntas de movimentação que permitissem a livre acomodação das peças, conforme anteriormente citado por John (2000). O autor menciona que devem ser feitas juntas de dessolidarização para que haja movimentação diferencial entre as placas de gesso e as paredes.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal da elaboração deste trabalho foi fazer o levantamento das principais manifestações patológicas em edifícios residenciais de uma construtora de Porto Alegre e, ainda, identificar as possíveis causas dessas ocorrências. Com base nisso, tentar minimizar ou até mesmo evitar o surgimento dessas manifestações.

Um ponto a ser considerado é que as manifestações patológicas analisadas e descritas neste trabalho foram as mesmas consideradas no capítulo de revisão bibliográfica, ou seja, foram avaliados os itens relacionados a esquadrias, instalações hidráulicas, instalações elétricas, alvenaria, sistemas de impermeabilização, cerâmica e gesso. Sendo assim, não foram avaliados os itens que tiveram um menor índice, como mármores e granitos, telhados e churrasqueiras e lareiras.

Foi analisado um total de 945 ocorrências, em 10 empreendimentos, no período de janeiro a dezembro de 2012, sendo que os itens que tiveram maior número de ocorrências foram as esquadrias, com um percentual de 31%, seguido das instalações hidráulicas, com 21% das ocorrências, instalações elétricas, com um percentual de 14% e alvenaria (13%). Esses dois primeiros itens foram os principais causadores de manifestações patológicas nos edifícios, sendo responsáveis por 52% das reclamações por parte dos usuários dos empreendimentos. Se considerarmos mais as instalações elétricas e alvenaria, tem-se 79% de reclamações, ou seja, com apenas os quatro primeiros itens.

De acordo com o setor de Assistência Técnica, é previsto 1% do orçamento total de cada edificação para consertos referentes a problemas com manifestações patológicas. No entanto, devido aos inúmeros problemas constatados, alguns empreendimentos ultrapassaram os valores previstos em orçamento.

Sendo assim, a Coordenadoria de Assistência Técnica encaminha, mensalmente, para o setor de Projetos, Qualidade e Suprimentos os relatórios com os índices das manifestações, a fim de retroalimentar os processos e evitar ao máximo essas ocorrências. Portanto, é apresentado às obras, um projeto que visa mostrar os principais defeitos e, conseqüentemente, a melhor maneira de executar cada atividade e minimizar o surgimento das manifestações.

Apesar de ter-se feito a implantação do projeto de retroalimentação dos processos, em 2011, observou-se que não houve uma diminuição significativa ao longo do ano de 2012, do número de incidência das manifestações, conforme pode ser visualizado no capítulo 5 deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545**: execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **NBR 7198**: projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993.

_____. **NBR 13754**: revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 8160**: sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR ISO 9000**: sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 9575**: impermeabilização – seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 15575**: edificações habitacionais - desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BAUER, R. J. F. Patologia em revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA ARGAMASSA, 2., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997. p. 321-362.

BERNARDES, C.; ARKIE, A.; FALCÃO, C. M.; KNUDSEN, F.; VANOSSI, G.; BERNARDES, M.; YAOKITI, T. U. **Qualidade e custo das não conformidades em obras de construção civil**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1998.

BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. 245 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BRANDÃO, R. M. L. **Levantamento das manifestações patológicas nas edificações, com até cinco anos de idade, executadas no Estado de Goiás**. 2007. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

CHILE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional. **Estudio de Patologías en la Edificación de Viviendas Básicas**. Santiago de Chile, 2004.

CRUZ, J. H. P. **Manifestações patológicas de impermeabilizações com uso de sistema não aderido de mantas asfálticas: avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia**. 2003.

168 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

DAL MOLIN, D. C. C. **Fissuras em estruturas de concreto armado**: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul. 1988. 220 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

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

INTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. 8º Distrito de Meteorologia. **Média de precipitação pluviométrica**. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/codec/default.php?p_secao=73>. Acesso em 7 jul. 2013.

JOHN, V. M. Como evitar as trincas e fissuras nos forros... **Piniweb**. 12 dez. 2000. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/como-evitar-as-trincas-e-fissuras-nos-forros-e-pre-moldados-83990-1.asp>>. Acesso em: 21 maio 2013.

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

MOCH, T. **Interface esquadria/alvenaria e seu entorno**: análise das manifestações patológicas típicas e proposta de soluções. 2009. 178 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MORAES, C. R. K. **Impermeabilização em lajes de cobertura**: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre. 2002. 91 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

PINTO, J. A. N. **Patologias de impermeabilização**. Santa Maria: Multipress, 1996.

RICHTER, C. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda**: uma análise da confiabilidade e da conformidade. 2007. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

RIGHI, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização**: patologias, prevenções e correções – análise de casos. 2009. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SABBATINI, F.; CARDOSO, F.; FRANCO, L.; BARROS, M. **Impermeabilização**: sistemas e execução. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://pcc2436.pcc.usp.br>>. Acesso em: 23 abr. 2013.

SILVEIRA NETO, O. da. **Manifestações patológicas em condomínios habitacionais de interesse social do município de Porto Alegre**: levantamento e estudo sobre a recorrência. 2005. 169 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SIQUEIRA FILHO, A. V. Estudo da patologia do amarelamento pós-pintura nos pré-moldados de gesso. **Universia**. 25 jun. 2010. Disponível em: <http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/30903987.html>. Acesso em: 15 maio 2013.

SOUZA, G. F. Eflorescências nas argamassas de revestimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA ARGAMASSA, 2., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997. p. 341-353.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras**. São Paulo: Pini, 1996.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios**: causas, prevenção e recuperação. 1. ed. São Paulo: Pini, 1989.

_____. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2001.