



Curso Superior Tecnológico em Construção de Edifícios

Giulianne da Silva Lima

Thaynara Gomes de Almeida Araujo

PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES OCASIONADAS POR ERROS DE PROJETO

PALMAS-TO

2011

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO TOCANTINS**

Campus Palmas

Curso Superior Tecnológico em Construção de Edifícios

Giulianne da Silva Lima

Thaynara Gomes de Almeida Araujo

**PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES OCASIONADAS POR ERROS
DE PROJETO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia, como um dos pré-requisitos para
obtenção do título de grau de Tecnólogo em
Construção de edifícios.

Orientador: Prof. M.Sc. Gilson Marafiga Pedroso

PALMAS-TO

2011

Giulianne da Silva Lima

Thaynara Gomes de Almeida Araujo

**PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES OCASIONADAS POR ERROS
DE PROJETO**

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.Sc. Gilson Marafiga Pedroso (Orientador)

Prof. M.Sc. Adriana Soraya

Prof. M.Sc. Thiago Dias

***Dedicamos esta conquista a Deus
pelo dom da vida, às nossas mães, aos
nossos pais e aos nossos irmãos que
estiveram ao nosso lado nos apoiando no
que fosse necessário.***

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre ao meu lado, e por todas as bênçãos alcançadas ao longo da minha vida, e por ter me proporcionado inúmeras vitórias no decorrer dessa trajetória.

A minha família, que mesmo distante, conseguiu me transmitir toda força e perseverança necessária para transpor grande parte dos obstáculos que surgiram nesta caminhada.

Ao Prof. M.Sc. Gilson Marafiga Pedroso, verdadeiro mestre, pois soube compartilhar seus conhecimentos, colaborando para que se tornasse possível a realização desse trabalho.

E aos demais professores e colegas do Curso de Construção de Edifícios que, de alguma forma, mesmo indiretamente, colaboraram para essa conquista.

Giulianne da Silva Lima

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelas oportunidades que Ele me deu e pelas conquistas realizadas e por sempre dar uma solução para os meus problemas.

Agradeço a minha mãe, Edinalva Gomes, pela força me dada a todo tempo e por toda ajuda, que não foi pouca. Sem ela eu não teria conseguido. Ao meu pai, Romualdo Pereira, que mesmo viajando muito, me apoia muito. Aos meus irmãos Diego, Poliana e Luan, que sempre e de alguma forma, me ajudavam com algo. Amo muito todos vocês.

Agradeço também ao meu namorado, Olavo Oliveira, pela compreensão, carinho, amizade, companheirismo, pela ajuda na informática e por ser uma pessoa que me incentiva e que acredita no meu potencial. Você é uma pessoa essencial para a minha vida.

Agradeço a minha tia Luza que sempre estava disposta a ajudar quando necessário.

Ao professor e orientador M.Sc. Gilson Marafiga Pedroso por ter nos encaminhado durante esse trabalho, nos dando uma direção a seguir e dividindo conosco o seu amplo conhecimento.

Obrigada a todos os amigos do IFTO, que era a minha segunda casa, por terem tornado a minha jornada mais suave e por terem me feito mais feliz durante o período do curso. Sinceramente, vocês farão muita falta.

Thaynara Gomes de Almeida Araujo

RESUMO

Esta pesquisa trata-se de uma revisão bibliográfica sobre as patologias que ocorrem em edificações ocasionadas exclusivamente pelos erros de projeto. As principais etapas da obra, divididos em infraestrutura, superestrutura, esquadrias, revestimentos e sistemas de pintura e os erros de projeto relacionados a essas etapas construtivas são relatados nesta pesquisa. Esse tema é importante, pois aborda as implicações que os projetos mal executados podem ocasionar às edificações. Esta pesquisa tem como objetivo dar enfoque ao projeto e não à execução, devido à necessidade de conhecer os erros mais cometidos podendo assim evitar as patologias originadas por eles. Sendo que a maior incidência de patologias nas edificações é justamente causada pelos erros cometidos ainda na fase de elaboração do projeto. A metodologia utilizada foi a de revisão bibliográfica dos erros de projeto e das patologias ocasionadas por esses erros e os autores que tem mais contribuição para este tema são Verçoza e Marcelli, devido às suas pesquisas sobre patologia.

Palavras-chave: Erros de projeto. Patologias.

ABSTRACT

This research it is a literature review on the pathologies that occur in buildings caused exclusively by design errors. The main construction stages, divided into infrastructure, superstructure, frames, coatings and systems painting and design errors related to these steps construction are reported in this study. This theme is important because it addresses the implications that the projects poorly executed can cause to buildings. This research aims to focus the project and not to implementation because of the need to know the mistakes committed and thus can prevent the diseases arising for them. Since the highest incidence of pathologies in buildings is just caused by errors in preparation of the project. The methodology was to review the design errors and diseases caused by these errors and the authors who has more contribution to this issue are Verçoza and Marcelli, due to their research on pathology.

Keywords: Design errors. Pathologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Origem das manifestações patológicas.....	19
Figura 4.2 – Origem das manifestações patológicas.....	20
Figura 4.3 – Origem das manifestações patológicas.....	20
Figura 4.4 – Origem das manifestações patológicas.....	21
Figura 4.5 – Origem das manifestações patológicas.....	21
Figura 5.1 - Fissura por recalque	27
Figura 5.2 - Corrosão da armadura	28
Figura 5.3 - Inclinação em edifícios em santos – SP.....	28
Figura 5.4 - Trincas horizontais na base da alvenaria por efeito da umidade do solo.....	33
Figura 5.5 - Destacamento entre alvenarias de vedação e estrutura provocadas por movimentações higrotérmica diferenciadas.	34
Figura 5.6 - Fissura inclinada no edifício menor por recalques diferenciados das fundações.....	35
Figura 5.7 – Panos de alvenaria muito longos.	36
Figura 5.8 - Fissuras tipicamente distribuídas em parede com aberturas, devido à atuação de cargas uniforme.....	36
Figura 5.9 - Fissuras em alvenarias de vedação com presença de aberturas devido a excessiva de formabilidade de vigas e lajes.	37
Figura 5.10 - Ruptura localizada da alvenaria sob o ponto de aplicação da carga e propagação de fissuras a partir desse ponto.	38
Figura 5.11 - Fissura no corpo da alvenaria.....	38
Figura 5.12 - Fissura vertical no corpo da Alvenaria.....	39
Figura 5.13 – Ruptura da alvenaria.....	40
Figura 5.14 – Ruptura da alvenaria.....	40

Figura 5.15 - Infiltração através da junta de dilatação.....	41
Figura 5.16 - Sistema de fundações diferentes originados por cargas diferente, não separadas por juntas, provocando fissura na edificação.....	41
Figura 5.17 - Infiltração por falta de pingadeira.....	42
Figura 5.18 - Descascamento da pintura.	43
Figura 5.19 - Mofo nas paredes.	43
Figura 5.20 - Oxidação das esquadrias.....	43
Figura 5.21 – Ventos predominantes.	45
Figura 5.22 – Ventos predominantes.	45
Figura 5.23 - Projeto no qual a ventilação está prejudicada.....	46
Figura 5.24 - Detalhe do nó extremo sobre apoio.	48
Figura 5.25 – Pendurais.	48
Figura 5.26 - Falta de diagonal e terça fora do nó.....	49
Figura 5.27 - Corrosão generalidade.....	50
Figura 5.28 - Impermeabilização de rodapé.....	52
Figura 5.29 - impermeabilização de ralos.	52
Figura 5.30 - Infiltração nos fechamentos externos (encontro fechamento vertical/esquadrias).	55
Figura 5.31 - Deterioração da esquadria.....	55
Figura 5.32 - Cupim Na Porta.	56
Figura 5.33 - Fissura No Revestimento Causado Por Falta De Contraverga.....	57
Figura 5.34 – Manchas causadas por umidade.	58
Figura 5.35 - Desenvolvimento de bolor.....	58
Figura 5.36 - Fissura na superfície do revestimento.	59
Figura 5.37 – Descolamento das placas cerâmicas.....	62
Figura 5.38 – Descolamento das placas cerâmicas.....	63
Figura 5.39 – Trincas no revestimento cerâmico.	63

Figura 5.40 – Fissuras no revestimento cerâmico.....	64
Figura 5.41 – Gretamento nas placas cerâmicas.....	64
Figura 5.42 – Eflorescência no revestimento cerâmico.....	65
Figura 5.43 – Eflorescência nas pastilhas.....	65
Figura 5.44 – Patologia em revestimento de fachada.	67
Figura 5.45 – Fissura no revestimento.....	67
Figura 5.46 – Degradação da pintura.....	68
Figura 5.47 – Descolamento da pintura.	68
Figura 5.48 – Eflorescência no revestimento da fachada.....	69
Figura 5.49 – Água empoçada na edificação.	73
Figura 5.50 – Calha mal projetada.	73
Figura 5.51 – Manchas no forro.	74
Figura 5.52 – Parede sem rufo.....	74
Figura 5.53 – Bolhas na pintura.	77
Figura 5.54 – Bolor na pintura.....	78
Figura 5.55 – Calcinação na pintura.....	78
Figura 5.56 – Calcinação na pintura.....	79
Figura 5.57 – Pintura sem desbotamento e com desbotamento.....	80
Figura 5.58 – Pintura sem encardimento e com encardimento.....	80
Figura 5.59 – Rugosidade na superfície do revestimento.	81
Figura 5.60 – Escorrimento da calcinação.	82
Figura 5.61 – Escorrimento da tinta.	82
Figura 5.62 – Manchas causadas pelo rolo de pintura.....	83
Figura 5.63 – Marcas de pincel na superfície.....	84
Figura 5.64 – Polimento da tinta.....	84
Figura 5.65 - Respingos na superfície.....	85

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	CENÁRIO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	16
3	O PROJETO	17
4	ORIGEM DAS PATOLOGIAS NAS EDIFICAÇÕES	19
5	FALHAS EM PROJETOS QUE LEVAM À OCORRÊNCIA DE PATOLOGIAS	23
5.1	INFRAESTRUTURA	23
5.1.1	Movimento de Terra	23
5.1.1.1	Definição incorreta da altura das camadas de aterro	24
5.1.1.2	Falta de especificação da inclinação correta dos cortes	24
5.1.1.3	Ausência de drenagem superficial	24
5.1.1.4	Ausência de especificação para proteção do talude	25
5.1.2	Fundação	25
5.2	SUPERESTRUTURA	29
5.2.1	Projeto Estrutural	29
5.2.1.1	Falta de detalhes	29
5.2.1.2	Erros na concepção do projeto	30
5.2.1.3	Erros de dimensionamento	30
5.2.1.4	Divergência entre os projetos	31
5.2.1.5	Sobrecargas não previstas	31
5.2.1.6	Especificação do concreto deficiente	31
5.2.1.7	Especificação de cobrimento incorreta	31
5.2.2	Alvenaria de Vedação e Estrutural	32
5.2.2.1	Ausência de projeto	33
5.2.2.2	Falta de informações, de especificações e detalhes construtivos ou de padronização nas representações gráficas	33
5.2.2.2.1	<i>Impermeabilização do alicerce</i>	33
5.2.2.2.2	<i>Ligação entre estrutura e alvenaria</i>	34
5.2.2.3	Dimensionamento incorreto	34

5.2.2.3.1	<i>Projeto de fundações.....</i>	34
5.2.2.3.2	<i>Panos de alvenaria e juntas de dilatação</i>	35
5.2.2.3.3	<i>Vergas e contravergas</i>	36
5.2.2.3.4	<i>Atuação de sobrecargas.....</i>	37
5.2.2.4	Especificação inadequada de materiais	38
5.2.3	Junta de Dilatação e Movimentação	39
5.2.4	Pingadeira	42
5.2.5	Ventilação da edificação.....	44
5.2.6	Estrutura de Madeira da Cobertura.....	46
5.2.6.1	Definição da bitola e do tipo de madeira	47
5.2.6.2	Dimensionamento e detalhamento das tesouras e terças.....	47
5.2.6.3	Nós sobre apoios mal projetados	48
5.2.6.4	Pendurais mal executados	48
5.2.6.5	Falta de diagonais e terça fora do nó	49
5.2.7	Estrutura Metálica	49
5.2.7.1	Falta de especificações construtivas e de utilização	49
5.2.7.2	Falta de previsão da ação do vento.....	50
5.2.7.3	Dimensionamento insuficiente.....	51
5.2.8	Cobertura	51
5.2.8.1	Remate do rodapé nas platibandas e paredes vizinhas	52
5.2.8.2	Ralos	52
5.3	ESQUADRIAS E REVESTIMENTOS	53
5.3.1	Esquadrias	53
5.3.1.1	Esquadrias empenadas.....	54
5.3.1.2	Infiltração	54
5.3.1.3	Decomposição, deterioração e corrosão	55
5.3.1.4	Cupim	56
5.3.2	Revestimentos	56
5.3.2.1	Revestimento argamassado.....	56
5.3.2.1.1	<i>A fissuração e o descolamento da pintura.....</i>	<i>57</i>
5.3.2.1.2	<i>A formação de manchas de umidade, com desenvolvimento de bolor....</i>	<i>58</i>
5.3.2.1.3	<i>O descolamento da argamassa de revestimento da alvenaria.....</i>	<i>59</i>
5.3.2.1.4	<i>A fissuração da superfície do revestimento.....</i>	<i>59</i>
5.3.2.2	Revestimento de gesso em pasta	59

5.3.2.3	Argamassa colante.....	60
5.3.2.4	Revestimento cerâmico	61
<i>5.3.2.4.1</i>	<i>Descolamento de Placas Cerâmicas.....</i>	<i>62</i>
<i>5.3.2.4.2</i>	<i>Trincas e Fissuras</i>	<i>63</i>
<i>5.3.2.4.3</i>	<i>Gretamento</i>	<i>64</i>
<i>5.3.2.4.4</i>	<i>Eflorescência ou fungo</i>	<i>65</i>
5.3.2.5	Revestimento de fachada.....	66
5.4	INSTALAÇÕES PREDIAIS.....	69
5.4.1	Instalações hidrossanitárias	70
5.4.2	Instalações Elétricas	71
5.4.3	Instalação de Água Pluvial	72
5.4.4	Instalações de Gás.....	75
5.5	SISTEMA DE PINTURA	75
5.5.1	Baixa Resistência às Manchas.....	76
5.5.2	Baixa Resistência ao Atrito	76
5.5.3	Baixa Retenção de Brilho	76
5.5.4	Bolhas	77
5.5.5	Bolor	77
5.5.6	Calcinação	78
5.5.7	Crateras/espumação	79
5.5.8	Desbotamento.....	79
5.5.9	Encardimento da superfície	80
5.5.10	Enrugamento	81
5.5.11	Escorrimento de calcinação.....	81
5.5.12	Escorrimento de tinta.....	82
5.5.13	Manchas causadas pelo rolo.....	83
5.5.14	Pobre alastramento/nivelamento	83
5.5.15	Polimento da tinta	84
5.5.16	Respingo	85
6	CONCLUSÃO	86
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

1 INTRODUÇÃO

As edificações estão sujeitas a manifestações patológicas de diversas origens. Degussa (2008) *apud* Alves (2009) entende patologia como parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis. Elas podem ser causadas por falhas no projeto, por erros de execução, por uso inadequado da edificação, por má qualidade dos materiais e por falta de manutenção da mesma. Segundo Verçoza (1991) *apud* Silva (2006), os erros cometidos na fase de elaboração de projeto representam um percentual de 40% das patologias das edificações.

No Brasil, a elaboração de projetos de qualidade não é uma das propriedades quando se deseja construir uma edificação. A falta de interação entre o projeto arquitetônico e os demais projetos é um dos erros que mais ocorrem, fazendo com que se criem soluções no canteiro para sanar essa deficiência. Com isso, o prazo, o custo e a qualidade da obra são afetados negativamente, favorecendo a ocorrência de patologias.

Já nos países desenvolvidos a preocupação com a elaboração dos projetos é maior e passa-se mais tempo no seu desenvolvimento do que na sua execução. Esse cuidado gera benefícios para a empresa, para os profissionais envolvidos e para os usuários da edificação.

Diante desses fatos, serão abordados nesta pesquisa os erros de projeto e as patologias causadas por eles nas edificações para que possam ser evitados, a fim de facilitar a execução e também diminuir os retrabalhos decorrentes dos erros construtivos.

2 CENÁRIO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor da construção está em constante crescimento em todo o mundo. No Brasil vários programas de habitação dos governos federal, estaduais e municipais contribuem para esse crescimento. E com a economia brasileira em alta, o poder de compra é maior então a quantidade de obras e reformas aumenta.

Porém com o crescimento da construção civil brasileira é necessária mão-de-obra para seguir esse ritmo. No setor há uma grande expectativa de contratações para todas as categorias de trabalho. Mas não há pessoal disponível o suficiente para preencher essas vagas de trabalho e com mão-de-obra qualificada para a execução dos serviços.

Como o mercado da construção civil necessita de mão-de-obra, ele emprega pessoas sem experiência de trabalho para sanar as deficiências do setor e muitas vezes nem dá tempo para qualificar os trabalhadores para a sua área de atuação.

A falta de mão-de-obra qualificada causa muitos problemas nas edificações gerando patologias executivas, que somadas às patologias por erros de projeto levam ao colapso da estrutura.

3 O PROJETO

Uma melhor qualidade dos projetistas garante uma maior qualidade na fase de construção da edificação. A elaboração de projeto é a fase que onde devem ser decididas questões relacionadas à qualidade, aos custos e a velocidade de construção das edificações.

O projeto é subdividido em etapas, são elas:

- Estudo preliminar: é uma apresentação inicial do empreendimento que define, por exemplo, o número de pavimentos, a quantidade de apartamentos, porém sem ser uma decisão definitiva. No estudo preliminar será escolhida uma proposta de projeto dentre as demais apresentadas para dar início ao anteprojeto.
- Anteprojeto: É uma representação básica inicial do projeto, em forma de plantas e de especificações técnicas, onde seja possível uma compreensão por parte do cliente e construtor e as primeiras informações quanto ao custo e qualidade da obra.
- Projeto legal: Segundo Vanni (1999) são informações para análise e aprovação do projeto pelas autoridades competentes dos órgãos públicos, de acordo com as exigências legais (municipais e estaduais), com a finalidade de obter as licenças e os alvarás para a comercialização e execução das obras.
- Projeto executivo: etapa destinada à concepção e à representação final do conjunto de informações técnicas da edificação, completas, definitivas e suficientes à licitação, execução e orçamento das atividades de construção correspondentes. Os desenhos são apresentados em escala conveniente, contendo todas as informações necessárias para sua execução (VANNI, 1999).

A compatibilização de projeto é um fator que tem influência positiva na qualidade do projeto, portanto, é importante que a mesma seja feita ainda na fase de projeto. Esse cuidado evita patologias futuras. Projetos incompletos, alterações nos projetos, falta de coordenação, falta de padronização e planejamento inadequado são fatores que geram patologias nas edificações.

Além da compatibilização de projetos, os próprios detalhes executivos adquirirão importância, pois, através destes, a leitura e interpretação do projeto podem ser realizadas com clareza, sendo fundamental que cada projeto seja acompanhado de detalhes suficientes (FRANCO e AGOPYAN, 1993; PICHI E AGOPYAN, 1993; PRUDENCIO, 1995 *apud* PAULINO e GOMES, 2007).

Os erros de desenhos e a falta de informações nos projetos acabam dificultando a execução dos serviços, sendo que os projetos devem ser os componentes responsáveis pela qualidade na realização das atividades. Diversos autores confirmam que é essencial que os projetos estejam voltados para a fase de execução, com identificação dos pontos críticos e proposição de soluções para garantir a qualidade da edificação (FRANCO E AGOPYAN, 1993; MACIEL E MELHADO, 1995; *apud* PAULINO E GOMES, 2007).

Outro fator importante que deve ser percebido na fase de elaboração de projeto é as especificações de materiais. O projetista deve elaborar uma correta especificação de materiais e, para isso é necessário conhecer as qualidades e durabilidade dos mesmos, atendendo ao desempenho mínimo desejado. A falta de especificações pode gerar a baixa qualidade dos materiais e a utilização de materiais incompatíveis.

A realização de um projeto de boa qualidade também influencia na vida útil da edificação, reduzindo os custos de manutenção. Paulino e Gomes (2007) dizem que algumas das decisões tomadas durante o projeto influenciarão a frequência de manutenção ao longo da vida útil.

4 ORIGEM DAS PATOLOGIAS NAS EDIFICAÇÕES

Degussa (2008) *apud* Alves (2009) entende patologia como parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis. Ela pode surgir por vários motivos: falhas em projetos, erros de execução, defeitos de materiais, mau uso da edificação, etc.

É fundamental conhecer a origem das manifestações patológicas. Segundo Verçoza (1994) *apud* Silva (2006), estas manifestações podem ser atribuídas a:

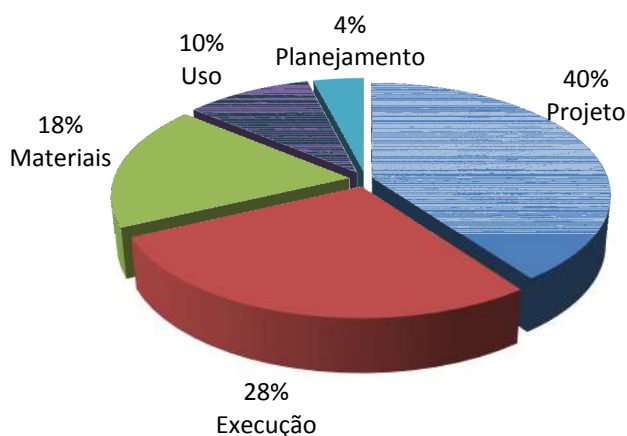


Figura 4.1 – Origem das manifestações patológicas.
Fonte: Silva, 2006

Pinto (1996) *apud* Peres (2001) classifica a origem das manifestações patológicas de impermeabilizações da seguinte forma:

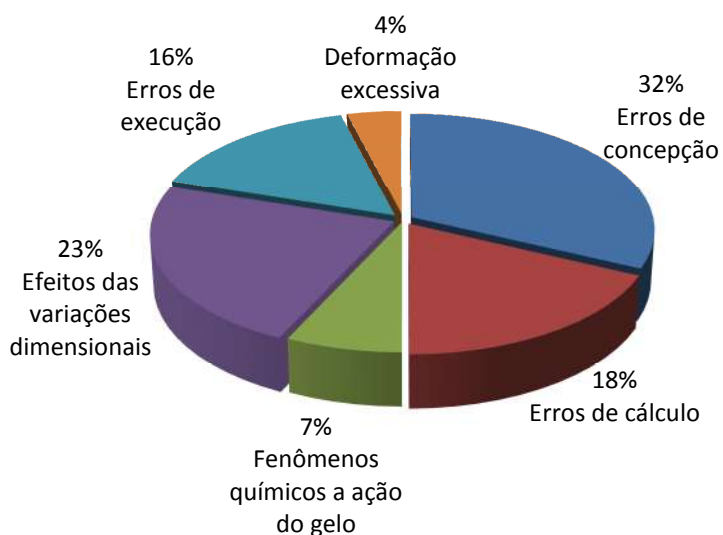


Figura 4.2 – Origem das manifestações patológicas.
Fonte: PERES, 2001.

O *Centre Scientifique et de La Construction* – Bélgica citado Verçoza (1991) *apud* Braga (2001) apresentou a seguinte estatística para 1800 problemas patológicos pesquisados:

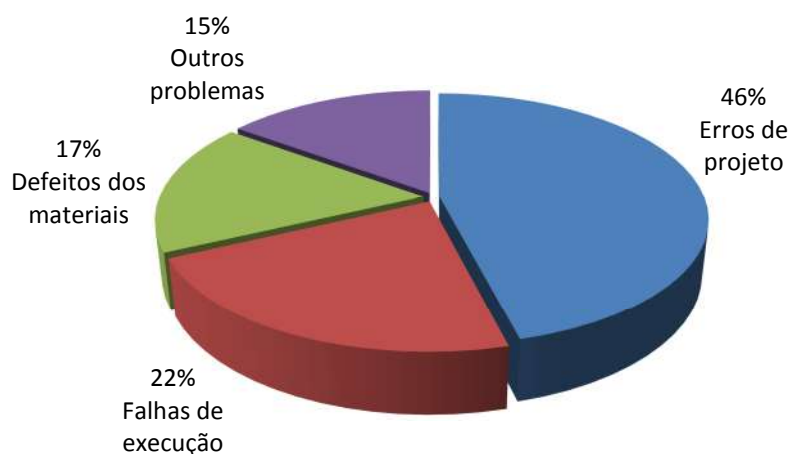


Figura 4.3 – Origem das manifestações patológicas.
Fonte: BRAGA, 2001.

Já os pesquisadores Carmona Filho *et al.*, citados por Verçoza (1991) *apud* Peres (2001), classificam as manifestações patológicas em:

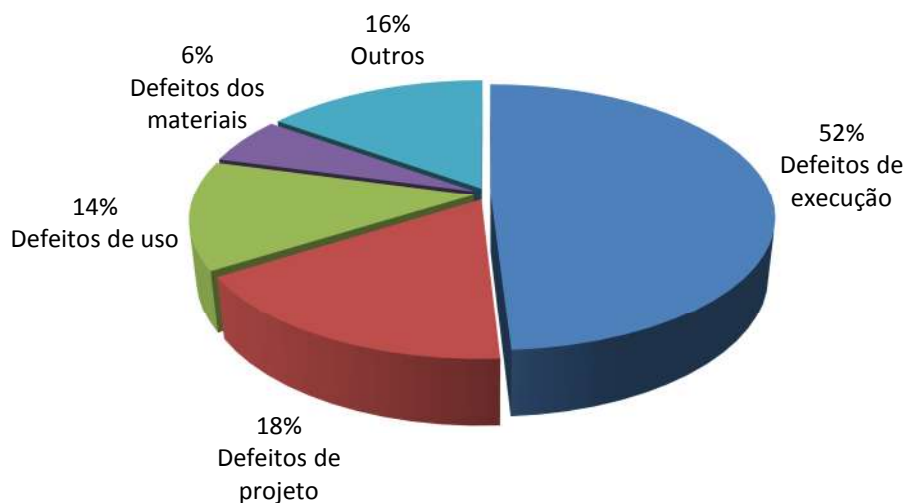


Figura 4.4 – Origem das manifestações patológicas.
Fonte: PERES, 2001.

Uma outra abordagem foi feita na pesquisa de Oliveira e Azevedo (1994) *apud* Peres (2001), cujo objetivo era verificar a existência de manifestações patológicas em construções de significativo valor histórico e cultural, localizadas área central de Pelotas. Neste caso surge com relevante importância a manutenção da edificação, sendo:

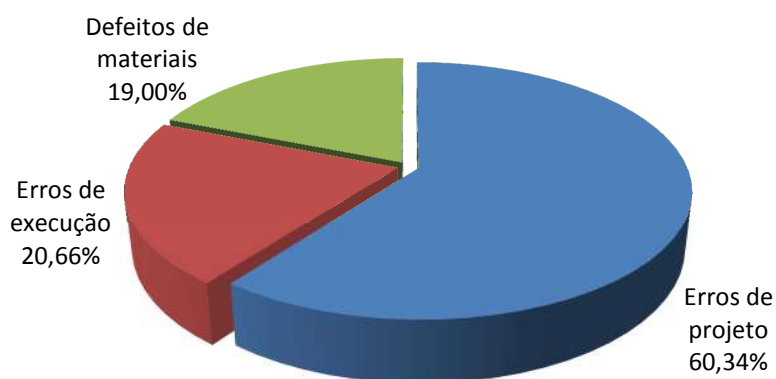


Figura 4.5 – Origem das manifestações patológicas segundo Oliveira e Azevedo (1994) Peres (2001).
Fonte: PERES, 2001.

Analisando as cinco pesquisas pode-se observar que os erros mais cometidos em todas as etapas da edificação estão relacionados a falhas na

elaboração de projetos. Por isso a necessidade de se aprofundar nos estudos sobre os erros cometidos em projetos e as patologias que eles causam.

5 FALHAS EM PROJETOS QUE LEVAM À OCORRÊNCIA DE PATOLOGIAS

As patologias causadas por erros de elaboração de projetos acontecem em todas as etapas da obra, na infraestrutura e superestrutura, nas esquadrias e revestimentos, em todas as instalações e também em pinturas e acabamentos finais.

5.1 INFRAESTRUTURA

A infraestrutura é a fase constituída pelos elementos de movimento de terra, fundação e baldrame. É nessa etapa da obra ocorrem mais erros de projetos relacionados à falta de detalhes, erros de dimensionamento da fundação e especificação de cobrimento da armadura incorreta.

5.1.1 Movimento de Terra

Faria (2010) define movimento de terra como o conjunto de trabalhos executados por homens, máquinas e ferramentas destinadas à preparação dos terrenos para a implantação de estruturas, pavimentos ou outras obras de Construção Civil. Em outras palavras são operações de corte, aterro ou mista.

Geralmente somente as obras grandes como as ferroviárias, barragens e rodoviárias tem um projeto de detalhamento de procedimentos técnicos para a execução desse serviço, porém para evitar patologias em obras de terra é necessário que as obras de pequeno e médio porte possuam seus projetos de movimento de terra.

Alguns erros de projeto que causam patologias relacionadas a movimento de terra são:

5.1.1.1 Definição incorreta da altura das camadas de aterro

A espessura das camadas de aterro é um detalhe que deve ser especificado nas obras de terra. Ele deve ser executado em camadas que não ultrapassem a espessura de 20 cm e ser compactado com equipamentos próprios para esse fim. Caso contrário pode ocorrer o recalque diferencial do solo e o que estiver sobre ele pode sofrer patologias.

5.1.1.2 Falta de especificação da inclinação correta dos cortes

De acordo com Marcelli (2007) a inclinação do talude depende das características do solo: um ângulo muito elevado gera instabilidade e consequentemente favorece a ruptura; por sua vez ângulos menos inclinados que o necessário geram custos adicionais e exigem mais espaço.

Um dos aspectos que devem ser observados antes de se definir a inclinação dos taludes é saber se é um talude de corte ou aterro. O de corte permite uma inclinação maior e já o de aterro não comporta muita inclinação. Se esses detalhes não forem pensados e devidamente especificados pode ocorrer ruptura do talude e consequentemente o seu deslizamento.

5.1.1.3 Ausência de drenagem superficial

A drenagem superficial tem como função o escoamento das águas pluviais e sua ausência favorece a ocorrência de deslizamentos de taludes.

5.1.1.4 Ausência de especificação para proteção do talude

Para obras de terra provisórias deve-se utilizar como proteção do talude: lonas plásticas, pinturas betuminosas e revestimentos argamassados. Para obras definitivas, a opção mais empregada, segundo Marcelli (2007), é a grama, por ser de baixo custo, de fácil aplicação e de aspecto mais agradável e natural.

Os elementos necessários para se elaborar um bom projeto e evitar patologias de obras de terra são: memorial de cálculo com os pré-dimensionamentos estruturais e geotécnicos; desenhos de implantação da obra, de corte longitudinal e transversal e cronograma de obra, planilhas de quantidades e orçamento.

5.1.2 Fundação

As manifestações de problemas patológicos não são tão fáceis de serem observadas e pode levar anos para ser percebida. Devido isso as patologias de fundações geralmente só são percebidas em estágio avançado.

Segundo Logeais (1982) *apud* Milititsky, Consoli e Schnaid (2002) estatísticas mostram que mais de 80% das patologias de fundações na França têm origem no desconhecimento das características do solo. Porém os problemas patológicos que tem origem na fase de projeto tem significativa contribuição para a manifestação de patologias.

Um dos erros que ocorrem em projetos é a ausência ou insuficiência de especificações construtivas, que geram dúvidas e erros na execução. Patologias de fundações podem ser causadas por falta dessas especificações. São elas segundo Soares (2007):

- Cota de assentamento da fundação;
- Tipo e característica do solo a ser encontrado;
- Espessura do cobrimento das armaduras;
- Detalhamento de emendas.

São elas segundo Joppert (2009):

- Especificações técnicas e construtivas incluindo etapas executivas de cada fase da obra;
- Especificações dos materiais a serem utilizados no que se refere a resistência, consumo mínimo de cimento, fator a/c, trabalhabilidade, módulo de deformação, etc.;
- Elementos de referência tais como planta de carga, sondagens, etc.

Outro erro que tem origem na fase de projeto é relacionado à estrutura da fundação. Os problemas que mais ocorrem são:

- Erro na determinação das cargas atuantes nas fundações;
- Armaduras de estacas tracionadas calculadas sem verificar a fissuração;
- Uso de emendas padrões em estacas metálicas sem verificar a tração.

E ainda:

- A ausência de previsão de concreto magro na base da fundação acaba por contaminar a armadura do concreto;
- Sobreposição de tensões. Segundo Milititsky, Consoli e Schnaid (2002) o problema surge quando uma edificação é construída ao lado da outra, não necessariamente ao mesmo tempo. O cálculo das fundações superficiais de um edifício não leva em conta os efeitos das cargas da construção vizinha sobre o solo.

Segundo Joppert (2009) outras deficiências em projetos de fundações são devidas a:

- Interpretação errada das sondagens e ensaios complementares devido a erro na execução ou na adoção dos parâmetros de resistência do solo errados;
- Dimensionamento errado das fundações no que se refere à capacidade de carga dos elementos projetados, falta de análise dos recalques e projeto estrutural das fundações deficiente.

Ainda segundo Joppert (2009), na fase de elaboração de projeto a existência de elementos externos que prejudique o desempenho das fundações também deve ser observada, tais como:

- Raízes de árvores próximas à edificação;
- Carregamento da superestrutura acima do previsto em projeto;
- Agentes químicos presentes no solo que degradam os materiais componentes da fundação.

As falhas em especificações construtivas, na elaboração de projetos e a falta de previsão de elementos externos causam patologias como:

- Fissuras e trincas causadas pela ocorrência de recalques diferenciais;



Figura 5.1 - Fissura por recalque

Fonte: http://img.zapcorp.com.br/conteudo/img_1_200902260304297459801.

- Corrosão da armadura da fundação;



Figura 5.2 - Corrosão da armadura

Fonte: http://4.bp.blogspot.com/_CETERcYBhLY/SqI1j2yEgAI/AAAAAAAABIQ.jpg

- Abalo da infraestrutura e da superestrutura;
- Ataque químico dos materiais componentes da fundação;
- Inclinação das construções decorrente do somatório de esforços no solo.



Figura 5.3 - Inclinação em edifícios em Santos – SP

Fonte: <http://www.novomilenio.inf.br/santos/lendas/h0236f2.jpg>

5.2 SUPERESTRUTURA

As estruturas dos edifícios, sejam eles de um ou vários pavimentos, são constituídas por diversos elementos cuja finalidade é suportar e distribuir as cargas, permanentes e acidentais, atuantes na construção. Esse conjunto de elementos que são as lajes, vigas e pilares forma a denominada estrutura do edifício.

São diversas as patologias oriundas da fase de superestrutura devido elas agregarem mais elementos a serem projetados que na fase de fundação.

5.2.1 Projeto Estrutural

O projeto estrutural deve atender todas as exigências quanto à transferência de ações e segurança exigida pelas edificações e, também, estar em harmonia com o ambiente que o compõe.

Atualmente, apesar da alta tecnologia utilizada para os cálculos de estruturas, ainda se encontra falhas no projeto estrutural, tais como: erros na concepção do projeto e dimensionamento errados.

Os erros mais comuns em projetos estruturais são:

5.2.1.1 Falta de detalhes

A falta de detalhes em projetos é um dos fatores que mais causa constrangimento na execução da edificação, pois o mesmo não terá possibilidade de ser executado ou será mal executado, causando prejuízo à edificação.

5.2.1.2 Erros na concepção do projeto

O projeto deve ter uma concepção estrutural clara, oferecendo o perfeito entendimento de como a estrutura funciona, para que possam validar os resultados obtidos, qualquer que seja o processo de cálculo utilizado.

A concepção deverá considerar os seguintes itens:

- Limitações impostas pelo projeto arquitetônico;
- Adequação do sistema estrutural escolhido para cada pavimento;
- Análise da interface entre a estrutura e projetos de hidráulica, elétrica e ar condicionado;
- Adequação da interface da vedação interna e externa com a estrutura;
- Construtibilidade (facilidade de execução).

5.2.1.3 Erros de dimensionamento

Esses erros podem acontecer devido a uma interpretação incorreta feita pelo projetista dos dados fornecidos pelo computador. É fundamental que se tenha um senso crítico para verificar se existe coerência entre as cargas atuantes, as dimensões e a armadura do elemento estrutural.

Em alguns casos o projetista não percebe a concentração de ferragem em um só ponto, podendo ter um congestionamento de barras, dificultando a concretagem, o que possibilita o aparecimento de vazios no concreto, as chamadas bicheiras.

5.2.1.4 Divergência entre os projetos

A não interação do projeto estrutural com os demais projetos, como: arquitetônico, hidráulico e sanitário, pode gerar sérios problemas na edificação, comprometendo a integridade física da mesma.

5.2.1.5 Sobrecargas não previstas

Um erro comum é não considerar cargas acidentais como a ação do vento, que para algumas estruturas é extremamente importante. Isso pode comprometer a estabilidade de toda edificação.

5.2.1.6 Especificação do concreto deficiente

Um grande erro encontrado nas edificações é a especificação deficiente do concreto, ou seja, o concreto a ser utilizado tem uma resistência menor do que o necessário.

5.2.1.7 Especificação de cobrimento incorreta

A função do cobrimento é definir uma proteção mínima da ferragem de forma que ela possa ter um comportamento adequado em função da agressividade do meio ambiente e não fique vulnerável a ação de agentes externos com poder oxidante. Quando há um cobrimento incorreto da armadura, a parte oxidada sofre uma expansão de volume em até dez vezes, rompendo o concreto de cobrimento, reduzindo a seção do elemento estrutural e da própria armadura. E se o problema não for solucionado imediatamente a peça pode perder sua função estrutural.

Segundo Calmon e Grilo (2000) as falhas na elaboração do projeto estrutural são responsáveis por:

- Dificuldade e incerteza na execução;
- Aumento dos custos de produção, extrapolando o orçamento estimado;
- Retrabalho;
- Atrito entre o profissional de projeto e o de produção;
- Prejuízo para a qualidade final do produto;
- Interferências entre estruturas e instalações.

Uma solução definitiva para tentar minimizar erros na fase de elaboração de projeto, é que os mesmos sejam feitos por especialistas no assunto, que terão um “sentimento estrutural”, ou seja, saberão como se comportará a estrutura de modo que os erros relacionados ao projeto estrutural serão minimizados significativamente.

5.2.2 Alvenaria de Vedação e Estrutural

Na fase de projeto os erros mais comuns que levam a ocorrência de patologias são:

- Ausência de projeto;
- Falta de informações, de especificações e detalhes construtivos ou de padronização nas representações gráficas;
- Dimensionamento incorreto;
- Especificação inadequada de materiais.

5.2.2.1 Ausência de projeto

O maior problema que pode acontecer em relação a projetos mal elaborados é a inexistência de um. Dessa forma é inevitável o surgimento de patologias, sem um planejamento prévio não tem como evitá-las.

5.2.2.2 Falta de informações, de especificações e detalhes construtivos ou de padronização nas representações gráficas

Esses erros são outros fatores que favorecem o surgimento de patologias, como:

5.2.2.2.1 Impermeabilização do alicerce

Quando a impermeabilização do baldrame não é prevista e especificada no projeto, a alvenaria também pode ser afetada. Isso provoca o aparecimento de trincas horizontais na base das paredes, conforme a Figura 5.4. Então segundo Valle (2008), os componentes de alvenaria que estão em contato direto com o solo absorvem sua umidade, apresentando movimentações diferenciadas em relação às fiadas superiores que estão sujeitas à insolação direta e a perda de água por evaporação. Essas trincas quase sempre são acompanhadas por eflorescência.

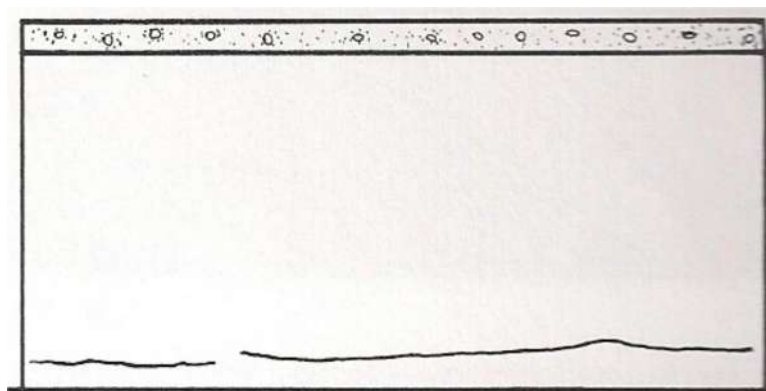


Figura 5.4 - Trincas horizontais na base da alvenaria por efeito da umidade do solo.
Fonte: VALLE, 2008.

5.2.2.2 Ligação entre estrutura e alvenaria

Quando o projeto não especifica uma ligação entre a estrutura e a alvenaria, seja com ferro cabelo ou com tela metálica, podem ocorrer fissuras na mesma com o destacamento dos panos de vedação em relação aos vãos da estrutura, como mostra a Figura 5.5.

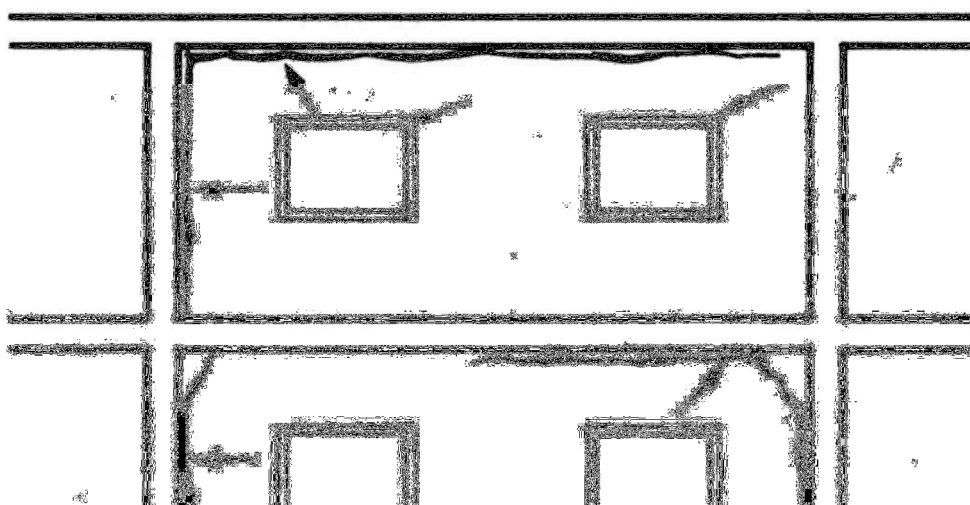


Figura 5.5 - Destacamento entre alvenarias de vedação e estrutura provocadas por movimentações higrétricas diferenciadas.
Fonte: USUDA, 2004.

5.2.2.3 Dimensionamento incorreto

5.2.2.3.1 Projeto de fundações

Quando a movimentação da fundação for prevista, Page (1993) *apud* Valle (2008), afirmou que a alvenaria deve então ser dimensionada rígida o suficiente para acomodar esses movimentos, evitando assim deformações excessivas na mesma.

Thomaz (1998) *apud* Valle (2008) aconselhou a utilização de juntas de dilatação nas estruturas como forma de evitar fissuras provocadas por acomodações

da fundação. Ele diz que em edifícios com forma muito alongada, plantas recortadas, carregamentos muito diferenciados, fundações apoiadas em cotas diferentes e diferentes tipos de fundação deve-se prever juntas de dilatação.

Outro problema que pode acontecer na infraestrutura da edificação e afetar a alvenaria é quando a fundação da construção sofre interferência da fundação da construção vizinha, ocasionando fissuras na alvenaria, como ilustra a Figura 5.6.

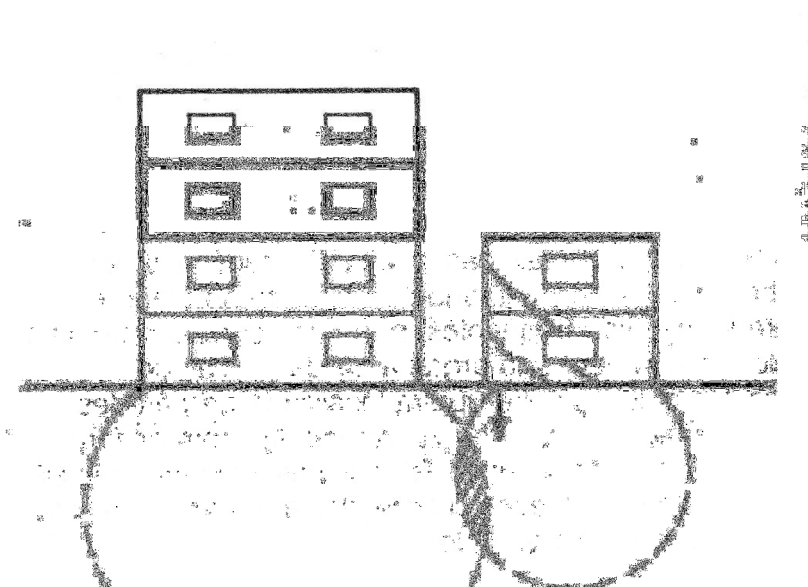


Figura 5.6 - Fissura inclinada no edifício menor por recalques diferenciados das fundações.
Fonte: USUDA, 2004.

5.2.2.3.2 Panos de alvenaria e juntas de dilatação

Projetos com pano de alvenaria de grande dimensão, como a Figura 5.7, favorecem o surgimento de patologias como fissuras. O comprimento dos panos deve ser limitado com a execução de juntas de controle na alvenaria, que irá permitir a movimentação da alvenaria evitando a formação de fissuras.



Figura 5.7 – Panos de alvenaria muito longos.
Fonte: SILVA, Mendes da; ABRANTES, Vítor. 2007.

Para garantir que essas juntas sejam executadas é necessário o detalhamento construtivo das mesmas no projeto, ou seja, o dimensionamento dos panos da alvenaria, os materiais a ser empregados e as técnicas construtivas.

5.2.2.3.3 Vergas e contravergas

Segundo Usuda (2004) em trechos com a presença de aberturas, haverá considerável concentração de tensões no contorno dos vãos. No caso da inexistência ou subdimensionamento de vergas e contravergas, as fissuras se desenvolverão a partir dos vértices das aberturas, como apresentado na Figura 5.8.

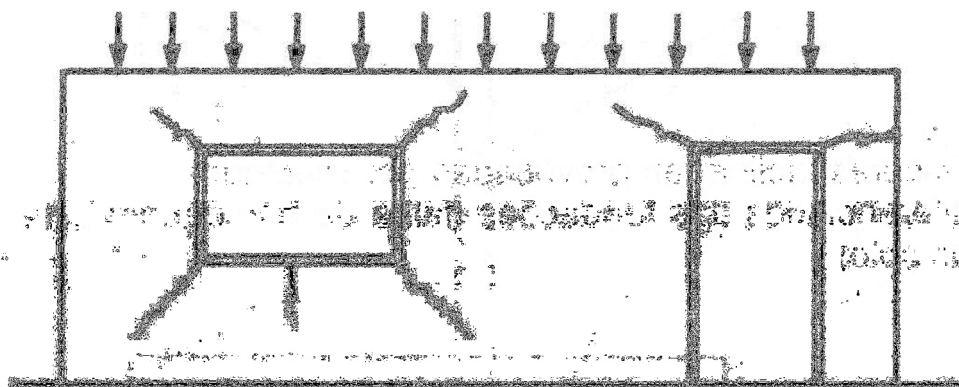


Figura 5.8 - Fissuras tipicamente distribuídas em parede com aberturas, devido à atuação de cargas uniforme.
Fonte: USUDA, 2004.

5.2.2.3.4 Atuação de sobrecargas

a) Sobrecargas verticais

As fissuras na base da alvenaria podem ser ocasionadas ainda por sobrecargas verticais nas paredes, esmagando a argamassa de assentamento da alvenaria.

b) Sobrecargas devido à deformação de lajes e vigas

Quando a deformação da estrutura, laje e viga, for excessiva, seja por sobrecargas não previstas em projeto, dimensionamento incorreto, podem ocorrer fissuras em alvenaria de vedação com presença de aberturas, como é ilustrado na Figura 5.9.

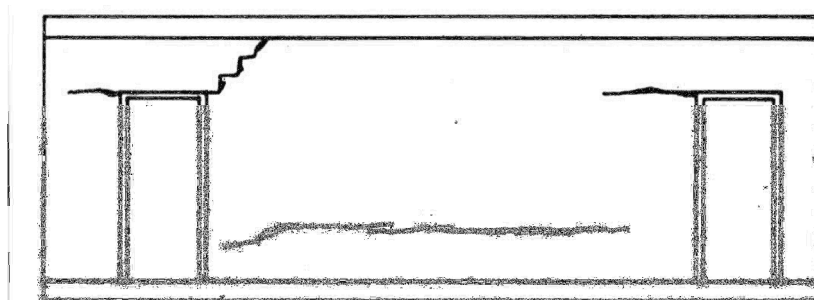


Figura 5.9 - Fissuras em alvenarias de vedação com presença de aberturas devido a excessiva de formabilidade de vigas e lajes.
Fonte: USUDA, 2004.

c) Sobrecargas localizadas

A atuação de sobrecargas localizadas (concentradas), Figura 5.10, também provoca a ruptura dos componentes de alvenaria na região de aplicação da carga e ou o aparecimento de fissuras inclinadas a partir do ponto de aplicação (VALLE, 2008).

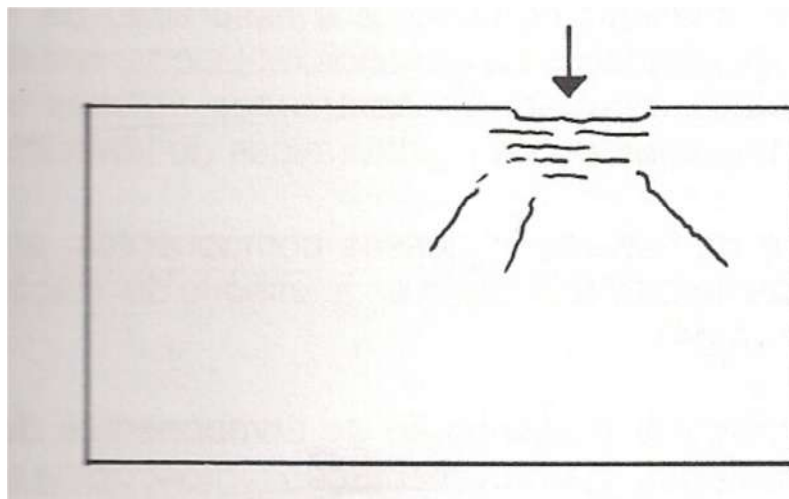


Figura 5.10 - Ruptura localizada da alvenaria sob o ponto de aplicação da carga e propagação de fissuras a partir desse ponto.

Fonte: VALLE, 2008.

5.2.2.4 Especificação inadequada de materiais

Quando os materiais não são especificados corretamente, quanto às suas propriedades, resistência e quantidades podem acontecer de se utilizar materiais de qualidade inferior ao que se necessita, causando patologia, como fissura no corpo da alvenaria conforme as Figuras 5.11 e 5.12.

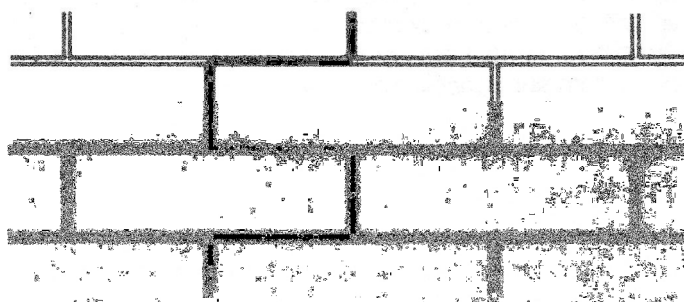


Figura 5.11 - Fissura vertical no corpo da alvenaria provocada por a resistência à tração do componente da alvenaria ser superior a resistência à tração da argamassa.

Fonte: USUDA, 2004.

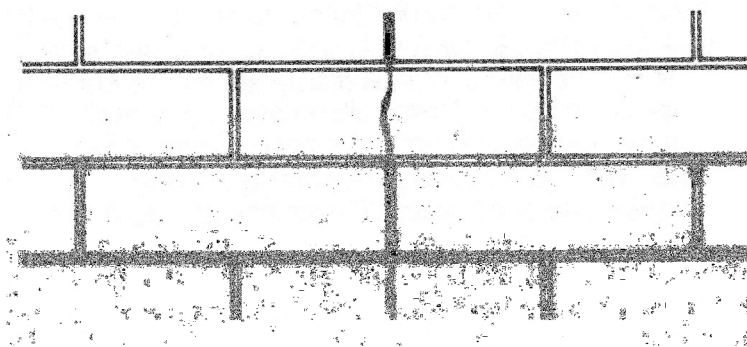


Figura 5.12 - Fissura vertical no corpo da alvenaria provocada por a resistência à tração do componente de alvenaria é igual ou inferior à resistência tração da argamassa.

Fonte: USUDA, 2004.

A alvenaria não tem um bom comportamento em relação aos esforços de tração, flexão e cisalhamento, sendo esses esforços a maior causa de fissuras na alvenaria, por isso a necessidade de se especificar materiais de boa qualidade para ajudar no desempenho da alvenaria. A qualidade dos materiais deve estar especificada no memorial descritivo da obra para que não se utilize, por exemplo, blocos com pouca resistência e argamassas com traços pobres e com espessura exagerada.

5.2.3 Junta de Dilatação e Movimentação

A junta de dilatação e movimentação é um detalhe construtivo que tem como função, garantir a acomodação diferencial das fundações e a liberdade de movimentação da estrutura absorvendo os movimentos gerados por variação de temperatura, esforços de tração, compressão, cisalhamento, impacto, abrasão, torção, entre outros.

Na fase de elaboração do projeto, o projetista deve levar em consideração a movimentação da estrutura visando garantir a integridade física da estrutura, a fim de evitar trincas na edificação e futuramente patologias mais grave.

Erros de projeto como ausências ou dimensionamento incorreto da junta de dilatação em parede de alvenaria com grande extensão, geralmente causam patologias como fissuração, esmagamento localizado e ruptura do revestimento

(conforme as figuras 5.13 e 5.14). Estas patologias resultam pelo fato de haver movimentos naturais de dilatação - resultantes da variação temperatura - que estão total ou parcialmente impedidos, por ausência ou inadequação das referidas junta.



Figura 5.13 – Ruptura da alvenaria.
Fonte: SILVA, Mendes da; ABRANTES, Vítor. 2007.

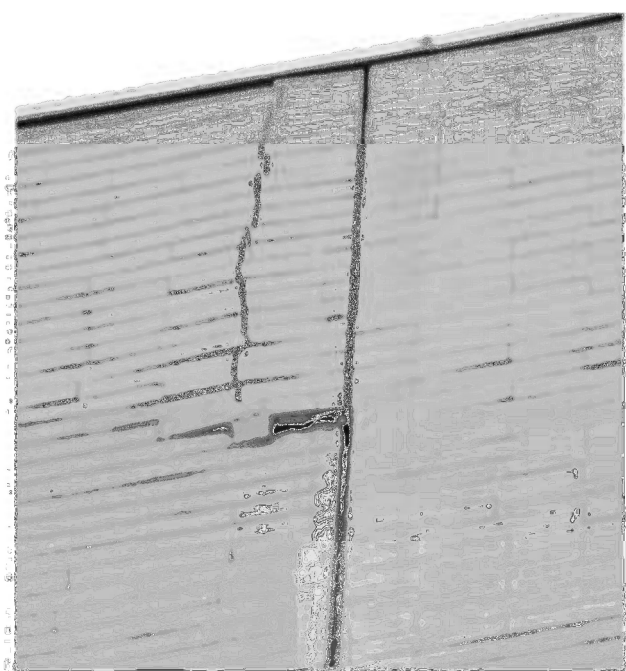


Figura 5.14 – Ruptura da alvenaria.
Fonte: SILVA, Mendes da; ABRANTES, Vítor. 2007.

A junta deve ser adequadamente vedada com produtos elastômeros para prevenir a entrada de água através da abertura da mesma, causando infiltração na edificação como mostra a figura 5.15.



Figura 5.15 - Infiltração através da junta de dilatação.
 Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/pinturas/tin21.jpg>

As juntas ocorrem principalmente nos níveis de pavimento térreo, subsolos e na junção das torres com as edificações anexas.

Quando não projetada uma junta de dilatação na ligação entre uma torre, os pavimentos do térreo e subsolo, como mostra a Figura 5.16, poderão ocorrer tensões localizadas na estrutura, podendo em alguns casos romper os elementos estruturais, caso não estejam dimensionados para absorver esses impactos.

No cálculo do dimensionamento da estrutura deve-se considerar também tudo que estiver ligado a ela, como alvenaria e outros elementos rígidos, que devem ser projetados para acompanhar as deformações originadas por efeito da temperatura, caso contrário, às trincas ainda surgirão, porém prejudicando somente a vedação e não mais a estrutura.

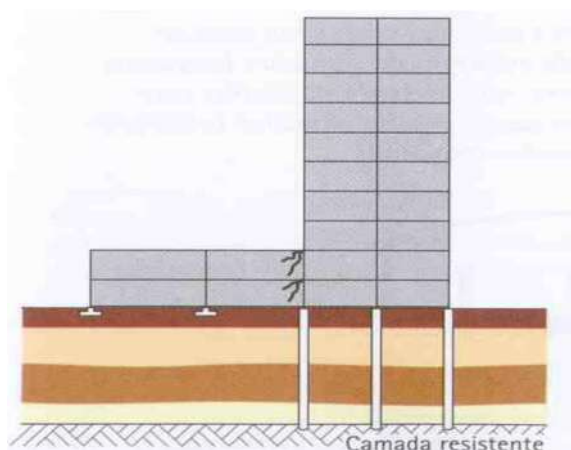


Figura 5.16 - Sistema de fundações diferentes originados por cargas diferente, não separadas por juntas, provocando fissura na edificação.
 Fonte: SOARES, 2007.

5.2.4 Pingadeira

A ausência de detalhamentos construtivos de pingadeira em muros, platibandas, peitoris e janelas ocasionam várias patologias às edificações. O detalhamento deve ser feito de modo a demonstrar corretamente a colocação desse elemento construtivo.

Os erros mais frequentes relacionados ao uso de pingadeiras e ocasionados por erros de projeto são:

- Não adoção de pingadeiras fixas em toda a espessura da parede, até a parte interna;
- Não colocação da pingadeira, na parte interna, por cima do revestimento interno;
- Falta de inclinação da pingadeira para o escoamento da água da chuva que deve ser de no mínimo 2%;
- Ausência de frisos e sulcos na parte inferior da pingadeira;
- Utilização do sulco da pingadeira muito próximo à parede. A distância entre a parede e a borda interna do sulco deve ser de no mínimo 3 cm;
- Utilização de vedação no vão entre a janela e a pingadeira.

As patologias que esses erros podem ocasionar são as oriundas da infiltração como manchas, descascamento do revestimento e da pintura, mofo, descolamento de revestimento de piso e oxidação das esquadrias, como nas figuras 5.17, 5.18, 5.19 e 5.20.



Figura 5.17 - Infiltração por falta de pingadeira.

Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/patologias/fotocaso6.jpg>.



Figura 5.18 - Descascamento da pintura.

Fonte: <http://tintascolonia.com.br/portal/wpcontent/uploads/2009/07/desagregamento2.gif>.



Figura 5.19 - Mofo nas paredes.

Fonte: http://3.bp.blogspot.com/-jIMcM2eR-h8/TWwcA_T5ijI/AAAAAAAAAV40/VsI17QcKrw4/s1600/mofo_parede.JPG.



Figura 5.20 - Oxidação das esquadrias.

Fonte: <http://www.medicina.ufmg.br/noticias/wpcontent/uploads/2009/09/DSC051571.JPG>.

A utilização de pingadeira somente na parte externa da janela faz com que, no vão entre a pingadeira e o caixilho infiltre água e essa água escoe para a parede da edificação, provocando manchas.

Segundo Watanabe (2008) o caimento de 2% da pingadeira é importante para que a água escoe e consiga carregar a poeira do peitoril. Se esse caimento for menor a água irá se acumular na pingadeira e junto com a poeira elas irão escorrer pela parede e ocasionar manchas na superfície da mesma, difíceis de serem removidas.

É importante que tenha frisos e sulcos na parte de baixo das pingadeiras para que a água não seja atraída pela parede e ocorram infiltrações, sendo que a distância mínima entre a parede e o sulco seja considerada.

5.2.5 Ventilação da edificação

Ventilação cruzada é um fator de grande importância nas edificações, o clima em geral é uma condicionante relevante na fase de elaboração do projeto. É obrigação do projetista saber o sentido e direção dos ventos, afim de aproveitar o máximo de ventilação natural possível dentro da edificação.

Segundo Barroso e Rodrigues (2006) durante o estudo de implantação do projeto algumas considerações devem ser feitas:

1. Quanto ao local da implantação – onde deve ser escolhida a orientação solar favorável e a orientação em função dos ventos;
2. Quanto ao tipo de volumetria adotada - que se refere à forma da casa, que deve ser o menos compacta possível, com as menores paredes para leste e oeste quando existir a necessidade de resfriamento da edificação;
3. Quanto à orientação das fachadas que recebem o vento em relação à direção dos mesmos - as fachadas permitem a colocação de janelas que irão administrar a ventilação disponível no entorno construído;

4. Quanto aos elementos da edificação adotados em projeto - Tipo de esquadria, parede e telhado que contribuem para o conforto térmico da edificação.

Um dos erros encontrados nos projetos de edificação é a de ausência de abertura de janelas e portas suficiente para ventilar os ambientes da edificação ou mesmo a disposição desses elementos de forma que não favoreça a ventilação. O projeto deve prever aberturas de janelas com tamanho suficientes para a ventilação de toda edificação, inclusive dos banheiros, a fim de evitar patologia como fungo, mofo, bolor e desconforto térmico.



Figura 5.21 – Ventos predominantes.

Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/patologias/x071.htm>.

No exemplo acima, figura 5.21, a janela do dormitório mal posicionada em relação aos ventos predominantes não irá permitir a circulação de ar no dormitório.



Figura 5. 22 – Ventos predominantes.

Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/patologias/x071.htm>.

No exemplo anterior, figura 5.22, a cozinha mal localizada, em relação aos ventos predominantes, dará oportunidade aos ventos de distribuir o cheiro das frituras pela casa toda.

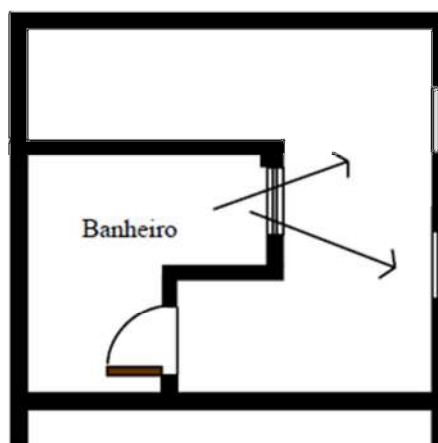


Figura 5.23 - Projeto no qual a ventilação está prejudicada
Fonte: SOUZA, 2008.

Na figura 5.23, tem-se a ventilação do banheiro dando para uma área interna, ficando a retirada de ar e troca do mesmo prejudicado, principalmente em épocas de chuvas, quando as janelas permanecem fechadas.

Percebe-se então a necessidade de se projetar pensando também na ventilação dos ambientes, favorecendo assim o conforto da edificação e eliminando as patologias ocasionadas por esse erro.

5.2.6 Estrutura de Madeira da Cobertura

Ultimamente as madeiras têm sido pouco utilizadas como elemento estrutural, com exceção das estruturas de cobertura que ainda utiliza a madeira como material para esse fim.

Mas a qualificação da mão-de-obra é fundamental para trabalhar com a madeira, pois algumas delas como a peroba, o ipê e a canafístula tem algumas

características específicas. Então é fundamental um conhecimento para saber empregar o material certo em cada local da estrutura da cobertura.

Como a madeira não é muito utilizada, não há muitos profissionais habilitados para desenvolver projetos de estrutura desse material, isso contribui para o surgimento de patologias nas edificações, sendo que os erros de projetos que mais ocorrem são:

5.2.6.1 Definição da bitola e do tipo de madeira

É necessário que o calculista da estrutura saiba qual o tipo de madeira existente na região da execução do projeto, pois se ele especificar um material inexistente no local o custo da obra ira aumentar, sendo necessária a utilização de madeira de outras regiões.

Escolhendo um material sem disponibilidade na região, o construtor se vê obrigado (para não onerar o custo da obra) a optar por outro tipo de material, que não tem um desempenho ideal para aquela utilização, favorecendo assim o aparecimento de patologias na estrutura.

5.2.6.2 Dimensionamento e detalhamento das tesouras e terças

Devido ao fato da estrutura de madeira não ser muito utilizada como estrutura, pode ocorrer muitos erros cometidos pelos calculistas relativos ao dimensionamento e detalhamento do projeto por falta de experiência e conhecimento nesse tipo de estrutura.

Alguns erros de projeto de estrutura de madeira que causam patologias são os seguintes:

5.2.6.3 Nós sobre apoios mal projetados

É muito comum encontrar nas estruturas de madeira treliçadas o apoio extremo sobre pilares e vigas de sustentação fora do encontro do eixo das peças, conforme a Figura 5.24, onde teoricamente as forças devem se cruzar para que o nó fique em equilíbrio (MARCELLI, 2007). Mas a situação seguinte gera esforços no banzo inferior, podendo deformar a peça e levá-la a ruptura.

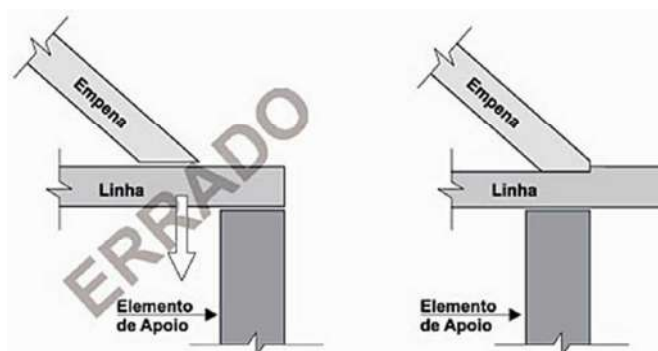


Figura 5. 24 - Detalhe do nó extremo sobre apoio.
Fonte: MARCELLI, 2007.

5.2.6.4 Pendurais mal executados

Segundo Marcelli (2007) é importante saber que o pendural de uma tesoura de madeira trabalha a tração e assim é necessária uma ligação eficiente com a linha, sendo ideal o uso de peças duplas que permitam uma ligação prática e eficiente.

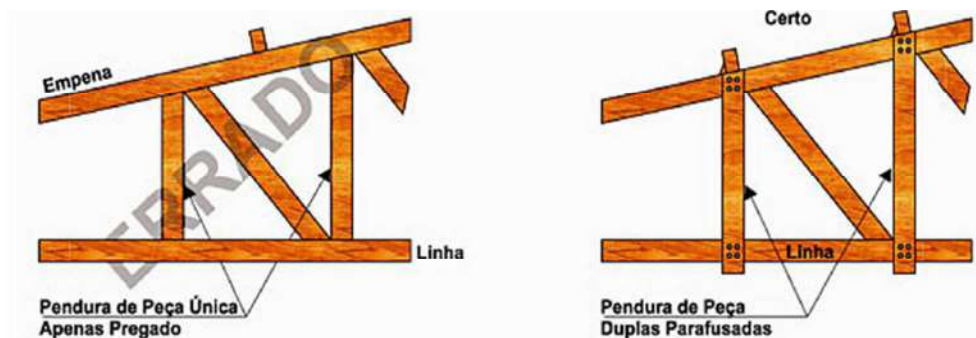


Figura 5.25 – Pendurais.
Fonte: MARCELLI, 2007.

5.2.6.5 Falta de diagonais e terça fora do nó

Muitas treliças de madeira não têm pendural ou diagonal, como mostra a Figura 5.26, o que, de acordo com Marcelli (2007), modifica totalmente a distribuição dos esforços e altera completamente o comportamento estrutural da tesoura. Esse fato também ocorre quando uma terça se apoia entre dois nós o que gera momento-fletor no banzo superior.

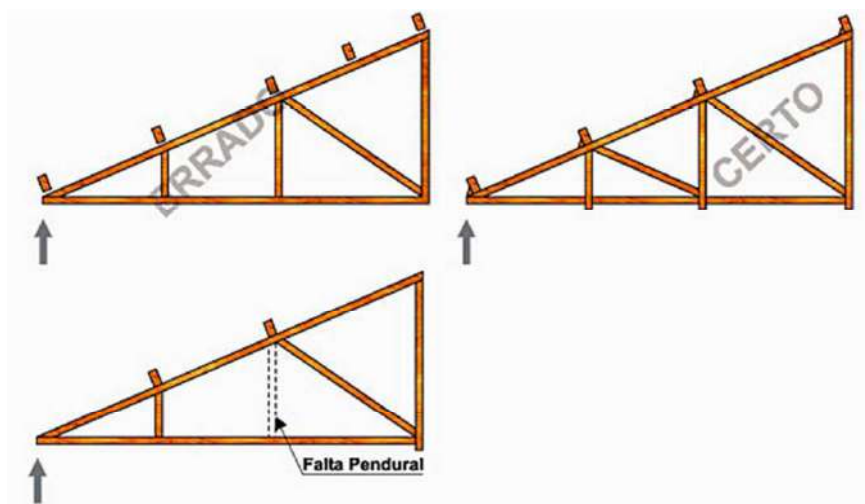


Figura 5. 26 - Falta de diagonal e terça fora do nó.
Fonte: MARCELLI, 2007.

5.2.7 Estrutura Metálica

As patologias podem acontecer em estruturas metálicas devido aos seguintes erros de projeto:

5.2.7.1 Falta de especificações construtivas e de utilização

O projeto de estrutura metálica deve ter uma especificação correta e detalhada quanto a sua execução e também deve ser de fácil compreensão, para

evitar que os detalhes construtivos existentes nos projetos entrem em desacordo com os elementos montados na obra e ocasionem patologias. O desempenho da estrutura pode ser afetado por erros de detalhamentos dos elementos, causando erros na obra.

A ausência de especificação para proteção da estrutura metálica também causa patologia, como a corrosão generalizada, como apresentado na Figura 5.27. Essa proteção pode ser feita através da zincagem, da galvanização e da pintura da estrutura.

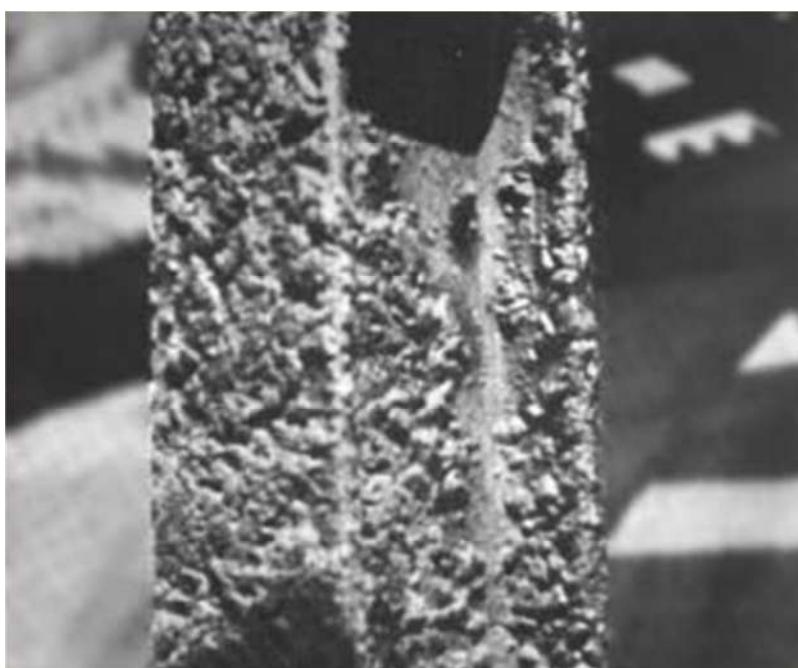


Figura 5. 27 - Corrosão generalidade.

Fonte: http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_20021/Estruturas_Metalicas/corros1.jpg.

Quanto às especificações de utilização, o projeto deve deixar claro qual a capacidade de carga da estrutura metálica, para evitar que os usuários das edificações adicionem cargas que não foram previstas no projeto original.

5.2.7.2 Falta de previsão da ação do vento

As estruturas de aço são mais leves e, portanto mais vulneráveis à ação dos ventos. Durante a fase de elaboração do projeto deve-se pensar na atuação dos

ventos na edificação. Dessa forma evitam-se patologias como a flambagem, a deformação da estrutura e até mesmo a sua ruína.

5.2.7.3 Dimensionamento insuficiente

O dimensionamento insuficiente é um erro muito grave que ocorre na elaboração do projeto de estruturas metálicas. De acordo com Marcelli (2007) essas estruturas mal dimensionadas “suportam no limite as cargas permanentes, dão uma falsa aparência de estabilidade e segurança. No entanto, não resistem quando solicitadas pela somatória das sobrecargas acidentais, principalmente aquelas geradas pela ação dos ventos”.

5.2.8 Cobertura

Algumas das patologias que ocorrem em edificações devido a erros de projeto são originadas na cobertura.

Um dos fatores que podem causar patologias nas edificações é a especificação de material de qualidade inferior como, por exemplo, a utilização de telhas que se quebram com facilidade e com fissuras. Essa é uma das principais causas para a ocorrência de infiltrações e goteiras nas edificações.

Além da qualidade do material a ser utilizado deve-se também dar atenção para o escoamento da água da chuva na cobertura. Então deve ser previsto no projeto a utilização de elementos que permitam esse escoamento, como calhas e tubos de queda. Segundo Verçoza (1991) citado por Souza (2008) os vazamentos de cobertura são os mais fáceis de localizar e de efetuar a correção.

Quanto a lajes de cobertura o grande problema que contribui para vazamentos é o defeito na impermeabilização, segundo Souza (2008). A partir disso percebe-se a importância de se definir e especificar um sistema de impermeabilização eficaz para a proteção da laje de cobertura contra a água da

chuva. O projeto deve conter especificações detalhadas da execução da impermeabilização como os exemplos a seguir:

5.2.8.1 Remate do rodapé nas platibandas e paredes vizinhas

É importante que não fique arestas vivas na laje a ser impermeabilizada, como na Figura 5.28, pois conforme Verçozza (1991) *apud* Souza (2008) “em impermeabilização, ângulo vivo é fatal”.

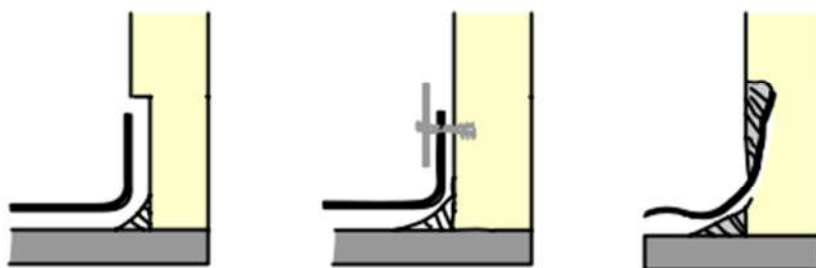


Figura 5.28 - Impermeabilização de rodapé.
Fonte: SOUZA, 2008.

5.2.8.2 Ralos

Verçozza (1991) citado por Souza (2008) afirma que os ralos devem sempre se situar sob a impermeabilização. Esta deve penetrar dez cm para dentro deles e permanecer fixada em todo o perímetro, como ilustrado na Figura 5.29.

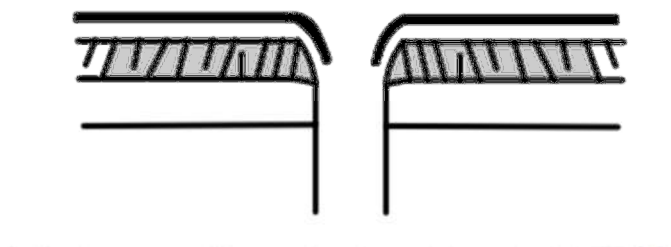


Figura 5.29 - Impermeabilização de ralos.
Fonte: SOUZA, 2008.

Segundo Souza (2008) outros erros de projeto que podem causar patologias nas coberturas são:

- Dimensionamento inadequado das instalações para o escoamento das águas pluviais;
- A não consideração do efeito térmico sobre a laje;
- Pouco caimento para o escoamento das águas pluviais.

Todos esses erros podem originar nas edificações:

- Manchas;
- Mofo;
- Goteiras;
- Corrosão das armaduras da laje;
- Lixiviação do concreto;
- Descolamento de cerâmicas do piso;
- Desagregação do revestimento do forro e do próprio forro.

5.3 ESQUADRIAS E REVESTIMENTOS

5.3.1 Esquadrias

Esquadria consiste em um conjunto de peças de madeira, metálica, alumínio, vidro ou PVC que formam a moldura a que se ajustam as folhas de portas e janelas.

As esquadrias têm várias funções: representam o contato visual com o exterior e, ao mesmo tempo, permitem a entrada de luz nos ambientes e troca de ar e ventilação natural. O projeto de esquadrias deve oferecer boas soluções para esses itens, levando em conta os vários tipos de esquadrias.

Uma boa esquadria deve atender quesitos de durabilidade ao ar e a água, além de apresentar facilidade de manuseio, sem exigir esforço do usuário nas

operações de abrir e fechar. Para que isso se torne possível, é necessário tomar alguns cuidados na hora da elaboração dos projetos a fim de evitar erros que possa interferir no bem estar da estrutura.

Os erros de projetos mais comuns em esquadrias são:

- Mau dimensionamento das esquadrias;
- Falta de projeto específico;
- Esquadria exposta ao sol e umidade;
- Subdimensionamento dos vãos;
- Escolha equivocada do tipo de esquadria.

Esses erros podem gerar patologias como:

5.3.1.1 Esquadrias empenadas

As peças de madeira das esquadrias incham com a umidade, deixando de fechar adequadamente.

5.3.1.2 Infiltração

Causada por falta de especificação de um produto para vedação entre a alvenaria e a esquadria, como mostrado na Figura 5.30.



Figura 5.30 - Infiltração nos fechamentos externos (encontro fechamento vertical/esquadrias).
Fonte: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672001000400012&script=sci_arttext
apud SALES, 2001.

5.3.1.3 Decomposição, deterioração e corrosão

Ocorre devido à exposição da esquadria ao sol e umidade, causando oxidação da mesma, conforme a Figura 5.31.



Figura 5.31 - Deterioração da esquadria.
Fonte: <http://www.medicina.ufmg.br/noticias/?p=8429>.

5.3.1.4 Cupim

A utilização de esquadrias sem tratamento químico, com ação de combater cupins, como mostra a Figura 5.32.



Figura 5.32 - Cupim na porta.

Fonte: <http://sanaarquitectura.blogspot.com>

5.3.2 Revestimentos

5.3.2.1 Revestimento argamassado

De acordo Leggerini e Aurich (2008) o revestimento argamassado deve cumprir importantes funções:

- Proteger os elementos de vedação da edificação da ação direta dos agentes agressivos;
- Auxiliar as vedações nas suas funções de isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e gases;
- Regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular para outro revestimento ou constituir-se no acabamento final;

- Contribuir para a estética de vedações e fachadas.

Para o revestimento conseguir desempenhar sua função com eficácia, é necessário que seja elaborado projeto com informações específicas a fim de facilitar a compreensão e execução da edificação.

As patologias no revestimento argamassado podem ocorrer pela falta do projeto do revestimento ou pela má concepção do mesmo, pelos detalhes insuficientes ou deficientes dos elementos construtivos, pela seleção equivocada dos materiais ou das técnicas construtivas, não levando em consideração o desempenho do revestimento, visando apenas diminuir os custos e tempo.

No caso dos revestimentos argamassado, as patologias mais encontradas ocasionadas por erros de projeto são:

5.3.2.1.1 A fissuração e o descolamento da pintura. Figura 5.33.



Figura 5.33 - Fissura no revestimento causado por falta de contraverga.
Fonte: http://vitruvius.fr/media/images/magazines/grid_9/ca73c7c4fa88_figura_05.jpg.

5.3.2.1.2 A formação de manchas de umidade, com desenvolvimento de bolor

Estes tipos de patologia são causados pelo uso inadequado dos materiais e falta de detalhes construtivos não previstos em projeto, como por exemplo: pingadeira, como detalhado na Figura 5.34 e 5.35.



Figura 5.34 – Manchas causadas por umidade.

Fonte: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/137/imagens/i56314.jpg>.



Figura 5.35 - Desenvolvimento de bolor.

Fonte: <http://2.bp.blogspot.com/ndyFg6Yo8M8/TdbqbwGzoVI/AAAAAAAAAF8/4dxmX4FOIWM/s1600/006.png>.

5.3.2.1.3 O descolamento da argamassa de revestimento da alvenaria

Geralmente são causados por erro na especificação dos materiais e de traço da argamassa e pela ausência de detalhes construtivos.

5.3.2.1.4 A fissuração da superfície do revestimento

Normalmente a fissura na superfície do revestimento ocorre devido a não especificação do traço adequado para tal execução, e por evaporação da água constituinte na argamassa levando a retração da mesma, conforme a Figura 5.36.



Figura 5.36 - Fissura na superfície do revestimento.

Fonte: http://www.forumdaconstrucao.com.br/materias/imagens/00287_03.jpg.

5.3.2.2 Revestimento de gesso em pasta

Quando usado em paredes e tetos, o gesso em pasta substitui o chapisco, o emboço e o reboco. Esse tipo de revestimento é chamado de gesso sarrafeado.

O revestimento de paredes e tetos com gesso sarrafeado é um tipo de revestimento que se devem tomar alguns cuidados durante a especificação na fase de projeto quantos aos locais de aplicação, pois é um revestimento, que por ser altamente solúvel, não pode ser aplicado em ambientes que haja constante presença de umidade e em pavimentos no térreo.

O projeto também deve prever que a espessura do revestimento não seja maior que dez mm, pois maior que isso ocasiona trincas no gesso. As patologias referentes ao revestimento de gesso podem ser ocasionadas por excesso de espessura, movimentação das estruturas que causam deformações na alvenaria e por presença de umidade que ocasiona deterioração e manchas no revestimento. Já nos tetos, rachaduras podem ocorrer devido à junção das lajes com a alvenaria, também sujeitas às tensões estruturais.

5.3.2.3 Argamassa colante

Em relação à argamassa colante, um dos maiores erros cometidos na fase de elaboração de projeto é especificação incorreta quanto à sua utilização, sua qualidade e o desempenho desejado. Segundo a NBR 14081/04 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Requisitos, as argamassas colantes são divididas em:

- AC I – Para aplicação em revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais;
- AC II – Para aplicação em revestimentos internos e externos sujeitos a variação de umidade e temperatura e a ação do vento;
- AC III - Argamassa colante industrializada que apresenta aderência superior em relação às argamassas dos tipos I e II;
- AC I, AC II e AC III E - Argamassa colante industrializada dos tipos I, II e III, com tempo em aberto estendido.

Segundo uma publicação da Revista Técnica alguns cuidados devem ser tomados antes de se especificar a argamassa colante:

- Locais de uso interno ou externo;
- Tipo de material cerâmico que será empregado (dimensões, absorção de água e composição);
- Uso do ambiente (garagem, sala, banheiro, piscina etc.);
- Forma de preparo do material;
- Utilização de ferramentas adequadas para aplicação do produto;
- Para a aplicação em fachadas, deve-se verificar se há ou não incidência de ventos e insolação.

Outra falha de projeto é a falta de especificação quanto ao uso de argamassa colante industrializada. A argamassa colante produzida no canteiro de obras não deve ser utilizada, pois a mesma não tem um controle de preparo como tem a argamassa industrializada, dessa forma a sua utilização favorece o surgimento de patologias.

A patologia mais comum oriunda por falta de especificação correta da argamassa colante é o descolamento da placa cerâmica que, além de ser um fator estético coloca em risco à vida das pessoas.

A formação de fungos também é uma patologia que pode ser ocasionada, porque paredes e pisos absorvem a umidade do ambiente por não ter um revestimento para barrar a entrada de agentes agressivos.

Esses problemas podem ser resolvidos se houver um bom projeto de revestimento, com todas as especificações necessárias à execução correta.

5.3.2.4 Revestimento cerâmico

O revestimento cerâmico tem a função de proteger a base contra agentes agressivos, auxiliar na estanqueidade, auxiliar no isolamento térmico e acústico e valorizar a edificação tanto esteticamente como economicamente.

Os erros de projeto que geram patologia neste tipo de revestimento são:

- Seleção equivocada de materiais;
- Ausência de detalhes construtivos;
- Falta de detalhamento ou ausência de juntas de dilatação;
- Não consideração das tensões provenientes de movimentos da base do revestimento;
- Não consideração da interação do revestimento com outras partes da edificação (esquadrias, estrutura etc.);
- Erros ou falta de especificação do revestimento cerâmico.

As patologias originadas por esses erros são:

5.3.2.4.1 Descolamento de Placas Cerâmicas

Ocorre devido à variação de temperatura do ambiente, a falta de um projeto que especifique corretamente os materiais ou ainda devido à ausência de detalhes construtivos, como nas figuras 5.37 e 5.38.



Figura 5.37 – Descolamento das placas cerâmicas.
Fonte: <http://conpar.eng.br/Public/Apostila%20Rev%20Ceramico.pdf>.



Figura 5.38 – Descolamento das placas cerâmicas.
Fonte: <http://conpar.eng.br/Public/Apostila%20Rev%20Ceramico.pdf>.

5.3.2.4.2 Trincas e Fissuras

As causas prováveis destas patologias é a falta ou erro na especificação do tipo de revestimento cerâmico, como mostra as Figuras 5.39 e 5.40.



Figura 5.39 – Trincas no revestimento cerâmico.
Fonte: <http://conpar.eng.br/Public/Apostila%20Rev%20Ceramico.pdf>.



Figura 5.40 – Fissuras no revestimento cerâmico.
Fonte: <http://conpar.eng.br/Public/Apostila%20Rev%20Ceramico.pdf>

5.3.2.4.3 Gretamento

Fissura sobre a superfície da cerâmica, causada pela diferença de dilatação entre a base e o esmalte. Seu formato é geralmente circular, espiral ou como uma teia de aranha, como ilustrado nas figuras abaixo.

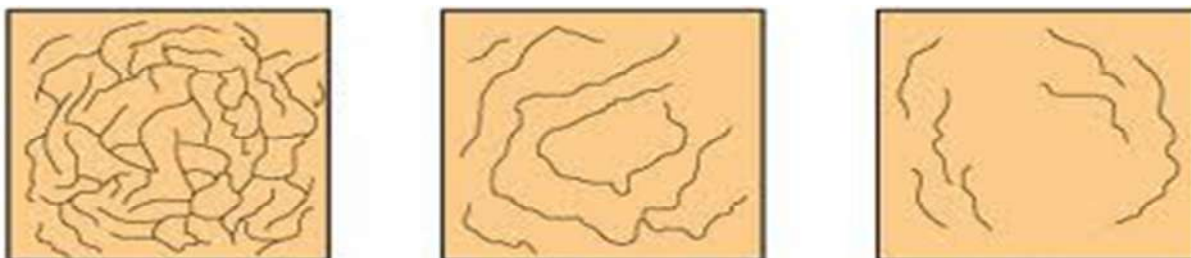


Figura 5.41 – Gretamento nas placas cerâmicas.
Fonte: <http://www.arquitetura.eesc.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/guiaceramica-completo>.

5.3.2.4.4 Eflorescência ou fungo

Esta patologia está relacionada com a escolha e utilização de rejuntas permeáveis e sem flexibilidade, com peças cerâmicas de baixo coeficiente de absorção de umidade e com impermeabilização inadequada como apresentado nas Figuras 5.42 e 5.43.

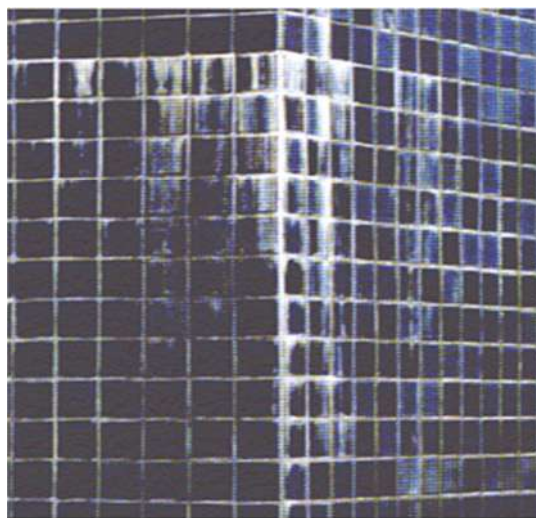


Figura 5.42 – Eflorescência no revestimento cerâmico.
Fonte: <http://www.arquitetura.eesc.usp.br>.



Figura 5.43 – Eflorescência nas pastilhas.
Fonte: PADILHA *et al.*(2007).

5.3.2.5 Revestimento de fachada

Segundo Bauer (1996) citado por Barbosa (2005), as falhas que ocorrem no revestimento podem ser causadas por deficiência de projeto, desconhecimento das características dos materiais utilizados e/ou emprego de material inadequado, erros de execução, deficiência de mão de obra, e ainda desconhecimento ou não observância das normas técnicas.

Para Sabbatini (2000) citado por Barbosa (2005), a elaboração de projeto no revestimento de argamassa é de fundamental importância para a obtenção de um melhor desempenho dos revestimentos, o que significa aumento da qualidade e produtividade, redução de falhas, desperdícios e custos.

A implantação de um projeto de revestimentos de fachada, segundo Medeiros e Sabbatini (1998) citado por Gripp (2008) permite evitar uma série de problemas que podem conduzir a falhas nos revestimentos e facilitar as ações de controle e melhoria de qualidade de produção.

As patologias em fachadas é um problema muito temido, já que os revestimentos de fachadas além de ter grande importância no aspecto visual, também cumprem o papel importantíssimo na proteção da edificação, com isso é de fundamental importância que o projeto seja bem especificado para que não haja erros na hora da execução, ocasionando patologias futuras.

Erros de projetos como:

- Elevada espessura dos revestimentos externos, em certos casos devido à perda de prumada;
- Grandes extensões de painéis sem juntas no revestimento;
- Seleção inadequada dos materiais.

Ocasiona patologias do tipo:

- Queda das pastilhas e placas cerâmicas;



Figura 5.44 – Patologia em revestimento de fachada.

Fonte: <http://www.engenhariacivil.com/imagens/patologias-revestimento-fachada.jpg>.

- Fissuração intensa dos revestimentos, com aumento de permeabilidade;

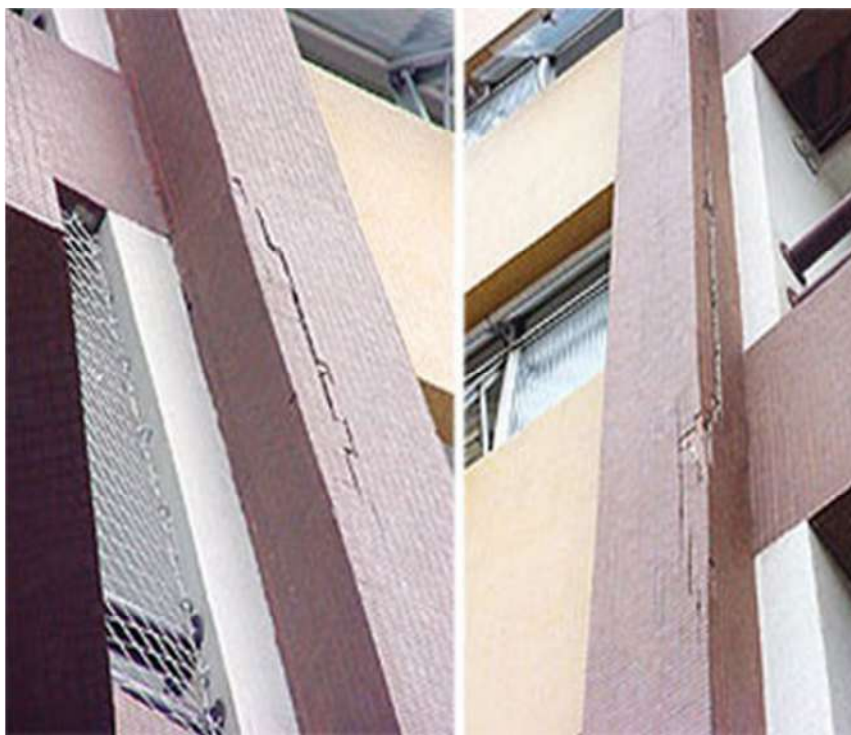


Figura 5.45 – Fissura no revestimento.

Fonte: <http://2.bp.blogspot.com>.

- Degradação prematura de pinturas;



Figura 5.46 – Degradação da pintura.
Fonte: <http://www.hagah.com.br/rbs/image/8257702.jpg>.

- Descolamento das pinturas;



Figura 5.47 – Descolamento da pintura.
Fonte: http://images01.olx.com.br/ui/8/73/16/1283973453_98276716_1-Fotos.

- Formação de eflorescências;



Figura 5.48 – Eflorescência no revestimento da fachada.

Fonte: http://farm5.static.flickr.com/4051/4581356460_19e4627737.jpg.

Devido as grandes manifestações patológicas decorrentes de falhas ou ausência de definições nas fases de projeto, é muito importante que o projeto seja bem detalhado e especificado, com objetivo de reduzir as patologias e os custos gerados pela mesma.

5.4 INSTALAÇÕES PREDIAIS

As instalações prediais são elementos fundamentais para a garantia das condições técnicas da edificação e para o conforto de seus usuários. Elas devem ser bem planejadas para não sofrer interferência com os demais projetos, como o arquitetônico e o estrutural. Porém não é isso o que acontece, os projetos são mal projetados e o que acarreta são manifestações patológicas nas instalações de água e esgoto, de elétrica, de gás e de água pluvial, causando transtornos aos seus usuários.

5.4.1 Instalações hidrossanitárias

Itens que devem conter no projeto hidrossanitário:

- Perspectiva isométrica ou cavaleira das instalações;
- Vista frontal das instalações;
- Detalhes construtivos de: reservatórios, poços de drenagem, casas técnicas e caixas de inspeção;
- Memorial descritivo;
- Especificações técnicas de materiais;
- Especificações técnicas de serviços.

Outro ponto que deve ser citado é a interferência do projeto de instalações hidrossanitária com outros projetos, propiciando a adoção de soluções não previstas no projeto, o que favorece a ocorrência de patologias.

Esses itens, que devem ser observados ainda na fase de elaboração do projeto, são essenciais para se evitar erros de execução das instalações e tem por objetivo sanar as dúvidas que possam surgir durante a execução.

Antes de se iniciar o projeto de instalações hidrossanitárias é fundamental saber qual o sistema construtivo a ser utilizado na edificação, porque cada tipo de projeto necessita de projetos específicos de instalações, ou seja, um projeto de instalações não será o mesmo para sistemas construtivos em alvenaria estrutural, concreto armado e divisórias em gesso acartonado.

Se esses procedimentos que garantem qualidade de projeto forem esquecidos algumas patologias podem ocorrer em instalações hidrossanitárias, tais como:

- Insuficiência de pressões e vazões;
- Mau cheiro e refluxos de espumas de esgoto;
- Ruídos provenientes do funcionamento das instalações prediais hidráulico-sanitárias e de bombas de recalque;
- Obstruções frequentes em tubulações de esgoto;

- Vazamentos em tubulações;
- Vazamentos e desperdícios de água na utilização de válvulas de descarga de bacias sanitárias;
- Tubulações danificadas de PVC expostas à luz do sol;
- Entupimentos frequentes em subcoletores e coletores prediais de esgoto.

5.4.2 Instalações Elétricas

A instalação elétrica é um item fundamental em uma obra. O necessário para o desenvolvimento de um projeto elétrico de qualidade é a adoção de desenhos, cálculos, detalhes e especificações executivas e especificações de materiais.

Para elaborar um projeto de qualidade, eliminando as patologias, algumas dicas devem ser seguidas, como:

- Utilização de bitola para circuitos segundo a norma sendo que o valor mínimo para bitola do fio para circuitos de lâmpadas é 1,5 mm² e para circuitos de tomadas é 2,5 mm²;
- Devem ser previstos circuitos separados para iluminação e tomadas;
- A quantidade de tomadas previstas em projeto deve ser calculada segundo a norma para que seja eliminado o uso de “benjamins” ou “ts”, que podem causar sobrecargas nas instalações;
- No projeto deve ser previsto o condutor de proteção (aterramento).

Os erros mais frequentes em projetos de instalação elétrica ocorrem justamente por não se seguir as orientações da norma, executando-se assim instalações com erros de dimensionamento.

Dessa forma, patologias podem ocorrer nas instalações elétricas, e colocam em risco a vida do usuário da edificação, causando queimaduras e choques. Alguns problemas são comuns como: choques no chuveiro, disjuntor desarmando, oscilações na luz, equipamentos demais e tomadas de menos. Até

incêndios podem ocorrer devido defeitos nas instalações. Causando falta de segurança, riscos de acidente e desperdício de energia.

Quando o projetista comete um erro no dimensionamento da instalação, problemas como curto-circuito e choques podem acontecer. Por isso ela deve ser projetada por profissionais habilitados para este trabalho, ou seja, um engenheiro ou técnico em eletrotécnica. Estes profissionais devem seguir as regras estabelecidas. No caso de instalações elétricas residenciais ou comerciais, a norma técnica é a NBR 5410 (ABNT), que apresenta todos os requisitos mínimos para garantir o conforto, a qualidade e a segurança de uma instalação elétrica.

5.4.3 Instalação de Água Pluvial

As instalações pluviais têm como principal função recolher e conduzir para um local determinado às águas provenientes da chuva que atingem a edificação, garantindo, desta forma, que não haja excessiva umidade na mesma.

Tais instalações devem apresentar:

- Estanqueidade;
- Fácil desobstrução e limpeza;
- Resistência às intempéries;
- Resistência aos esforços.

As águas pluviais podem ser destinadas a:

- Disposição no terreno, com o cuidado para não haver erosão, usando para isso leito de pedras no local de impacto;
- Disposição na sarjeta da rua ou por tubulação enterrada sob o passeio, pelo sistema público, as águas pluviais chegam até um córrego ou rio;
- Cisterna (reservatório inferior) de acumulação de água, para uso posterior.

Segundo Gnipper e Mikaldo (2007) os principais problemas em instalações de águas pluviais decorrente do processo de produção do projeto são:

- Inexistência de redução excêntrica e redução da seção útil de ralos planos por manta de impermeabilização superficial da laje e de sua proteção mecânica;
- Empoçamento de águas pluviais em áreas externas e transbordamento para o interior do edifício quando ocorrem chuvas intensas, como na figura 5.49;



Figura 5.49 – Água empoçada na edificação.

Fonte: http://farm5.static.flickr.com/4051/4581356460_19e4627737.jpg.

- Posicionamento de poço de drenagem sob vaga de garagem dificultando manutenção urgente;
- Seção insuficiente para a vazão nas calhas e condutores.



Figura 5.50 – Calha mal projetada.

Fonte: SOUZA, 2008.

Tais erros comprometem a durabilidade e a boa aparência das construções levando o aparecimento de:

- Manchas no forro e paredes;



Figura 5.51 – Manchas no forro.

Fonte: Revista Construção e mercado, ed. 113, dezembro de 2010 p. 3.

- Umidade em parede por falta de rufo;



Figura 5.52 – parede sem rufo

Fonte: http://www.maggicor.com.br/Imagens/Dicas/dicas_clip_image023.jpg.

É de suma importância que os projetos de águas pluviais sejam bem elaborados evitando constrangimentos e gastos excessivos em reparos nas edificações.

5.4.4 Instalações de Gás

As instalações de gás são instalações destinadas a distribuir o gás no interior das edificações, para fins de aquecimento e para consumo em fogões, aquecedores de água e equipamentos industriais.

O projeto de instalações de gás combustível em uma edificação é de suma importância, a fim de evitar problemas na edificação tendo em vista um dimensionamento realizado de maneira satisfatória e seguindo todas as normas competentes da ABNT.

A origem das patologias em instalações de gás é devido a erros de projeto são:

- Ausência ou insuficiência de aberturas adequadas de ventilação permanente para ar de combustão em ambientes contendo equipamentos a gás;
- Ausência de meio ou duto coletivo de ventilação permanente para os abrigos de medidores de gás situados nos halls dos andares;
- Ramais de distribuição de gás combustível executados em aço carbono preto correndo dentro de enchimentos de contrapiso das lajes e desprovidos de tubos-luva ventilados nas extremidades;
- Ramais de distribuição de gás combustível correndo dentro de vazios construtivos e paredes drywall, desprovidos de tubos-luva ventilados nas extremidades.

As tubulações de instalação de gás devem ser devidamente impermeabilizadas para que as mesmas não sofram corrosão em contato com a umidade do solo.

5.5 SISTEMA DE PINTURA

As patologias de revestimento de pintura que tem origem ainda na fase de projeto, no geral, são as relacionadas à escolha e utilização de material de baixa

qualidade e também à utilização de materiais incompatíveis com as condições de exposição do substrato.

Segundo Polito (2006) as patologias de revestimento de pintura e suas prováveis causas são:

5.5.1 Baixa Resistência às Manchas

A tinta utilizada não apresenta resistência contra ao acúmulo de sujeiras e manchas. Possíveis causas:

- Uso de tinta de baixa qualidade e que seja muito porosa.

5.5.2 Baixa Resistência ao Atrito

Caracteriza-se pela remoção parcial ou total do filme, quando esfregado. Possíveis causas:

- Escolha do tipo de brilho incorreto para o ambiente;
- Uso de uma tinta de baixa qualidade.

5.5.3 Baixa Retenção de Brilho

Caracteriza-se pela deterioração da tinta, resultando em excessiva ou rápida perda de brilho. Possíveis causas:

- Uso externo de tinta indicada para superfícies internas;
- Uso de tinta de baixa qualidade;
- Uso de tinta alto brilho base óleo ou alquídica em locais que recebem direta luz do sol;

- A incidência luz do sol diretamente sobre a superfície pode comprometer a emulsão e os pigmentos da tinta, provocando a calcinação e perda de brilho.

5.5.4 Bolhas

Esse problema, geralmente é resultante de perda localizada de adesão e levantamento do filme da superfície, como mostra a Figura 5.53. Possíveis causas:

- Aplicação de tinta base óleo ou alquídica sobre uma superfície úmida ou molhada.



Figura 5.53 – Bolhas na pintura.
Fonte: <http://multicryltintas.com.br/bolhas.htm>.

5.5.5 Bolor

Esse problema é caracterizado pela existência de manchas ou pontos pretos, acinzentados ou amarronzados sobre a superfície, conforme a Figura 5.54. Possíveis causas:

- Aparece, geralmente, em áreas úmidas ou que recebem pouca ou nenhuma luz do sol, como banheiros, cozinhas ou lavanderias;
- Uso de uma tinta alquídica ou base óleo, ou de uma tinta base água de baixa qualidade.



Figura 5.54 – Bolor na pintura.
Fonte: http://3.bp.blogspot.com/_SMsIK9MbG4U.

5.5.6 Calcinação

Formação de finas partículas, semelhantes a um pó esbranquiçado, sobre a superfície pintada exposta ao tempo, causando o desbotamento da cor. Ainda que algum desbotamento seja normal, devido ao desgaste natural, em excesso pode causar extrema calcinação, como apresenta a Figura 5.55. Possíveis causas:

- Uso de uma tinta de baixa qualidade, que contenha alta concentração de pigmentação;
- Uso externo de uma tinta indicada para superfícies internas.



Figura 5.55 – Calcinação na pintura.
Fonte: <http://www.futuratintas.com.br/img/superficies/calcinacao.jpg>

5.5.7 Crateras/espumação

Crateras surgem do rompimento de bolhas causadas pela espumação, conforme mostra a Figura 5.56. Possíveis causas:

- Uso de uma tinta de baixa qualidade, ou, muito velha;
- Uso de rolo com comprimento de pêlo não adequado;
- Aplicação de tinta alto ou semi brilho sobre uma superfície porosa.



Figura 5.56 – Calcinação na pintura.
Fonte: <http://www.portaldemaui.com.br/Problemas.htm>.

5.5.8 Desbotamento

Prematuro ou excessivo clareamento da cor original da tinta, como na Figura 5.57. Ocorre, geralmente, em superfícies expostas constantemente à luz do sol. Esse problema pode ser um resultado de calcinação. Possíveis causas:

- Uso externo de tinta indicada para superfícies internas.;
- Uso de tinta de baixa qualidade, culminando em rápida deterioração do filme;
- Uso de determinadas cores de tinta mais suscetíveis aos raios UV (como tons de vermelho, azul e amarelo).

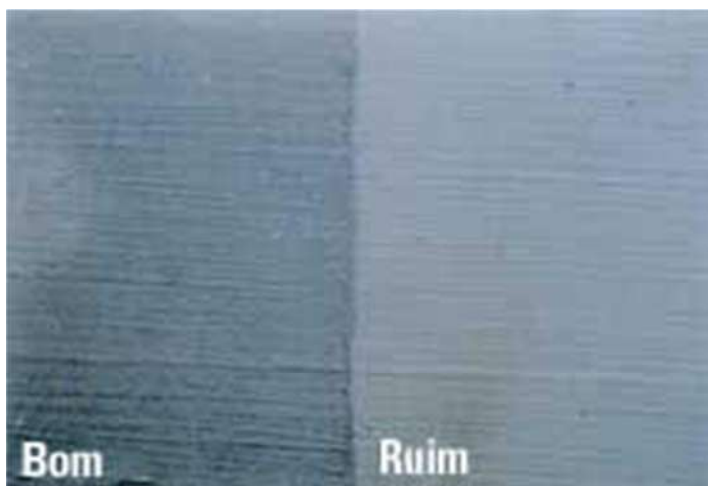


Figura 5.57 – Pintura sem desbotamento e com desbotamento.
Fonte: <http://www.pqi.com.br/sp/spe04.html>.

5.5.9 Encardimento da superfície

Acúmulo de sujeira, poeira e outros fragmentos sobre a superfície pintada, conforme a Figura 5.58. O problema pode ser confundido com bolor. Possíveis causas:

- Uso de tintas de baixa qualidade, especialmente acetinada ou semi-brilho de baixa qualidade;
- Agressores externos, como poluição, aceleram o encardimento da superfície.



Figura 5.58 – Pintura sem encardimento e com encardimento.
Fonte: <http://www.pqi.com.br/sp/spe08.html>.

5.5.10 Enrugamento

Formação de rugas e ondulações sobre a superfície ocorrem quando a tinta ainda está úmida, como mostra a Figura 5.59. Possíveis causas:

- A tinta é aplicada em uma camada muito espessa (mais provável com uso de tintas alquídicas ou base óleo);
- Pintura realizada sob condições extremas de calor ou frio. Isso faz com que a camada mais externa do filme seque mais rápido, enquanto que a camada de baixo ainda permaneça úmida.



Figura 5.59 – Rugosidade na superfície do revestimento.
Fonte: <http://multicryltintas.com.br/enrugamento.htm>.

5.5.11 Escorrimento de calcinação

O escorrimento da calcinação é proveniente da excessiva erosão/desgaste de tinta antiga existente sobre o substrato, comprometendo a sua aparência, como pode-se perceber na Figura 5.60. Possíveis causas:

- Uso de tinta de baixa qualidade que contenha alta concentração de pigmentação;
- Uso externo de tinta indicada para superfícies internas.



Figura 5.60 – Escorrimento da calcinação.
Fonte: <http://www.pqi.com.br/sp/spe10.html>

5.5.12 Escorrimento de tinta

Escorrimento de tinta, logo após ser aplicada, resulta em cobertura irregular da superfície, como apresenta a Figura 5.61. Possíveis causas:

- Aplicação de uma camada muito espessa;
- Aplicação da tinta sob condições de frio ou umidade.



Figura 5.61 – Escorrimento da tinta.
Fonte: http://www.globalcolor.com.br/probl_escorr.jpg.

5.5.13 Manchas causadas pelo rolo

Marcas causadas pelo uso de um rolo inadequado Figura 5.62. Possíveis causas:

- Uso do tipo de rolo errado;
- Uso de uma tinta de baixa qualidade;
- Uso de um rolo de baixa qualidade.



Figura 5.62 – Manchas causadas pelo rolo de pintura.
<http://www.pqi.com.br/sp/spi10.htm.l>

5.5.14 Pobre alastramento/nivelamento

Ao secar, a tinta apresenta marcas visíveis de rolo ou pincel, conforme a Figura 5.63. Possíveis causas:

- Uso de tinta de baixa qualidade;
- Uso de tipo rolo ou pincel de baixa qualidade ou inadequados;
- Uso de tipo errado de rolo, ou de um pincel de baixa qualidade.



Figura 5.63 – Pobre alastramento.
Fonte: <http://www.pqi.com.br/sp/spi16.html>

5.5.15 Polimento da tinta

Aumento do brilho e poder de reflexão da tinta, quando esfregada, como mostra a Figura 5.64. Possíveis causas:

- Uso de tintas foscas em locais de grande tráfego, onde é aconselhável usar tintas alto brilho;
- Móveis pressionados contra a parede;
- Uso de tintas de baixa qualidade, que oferecem pouca resistência a manchas e à limpeza.

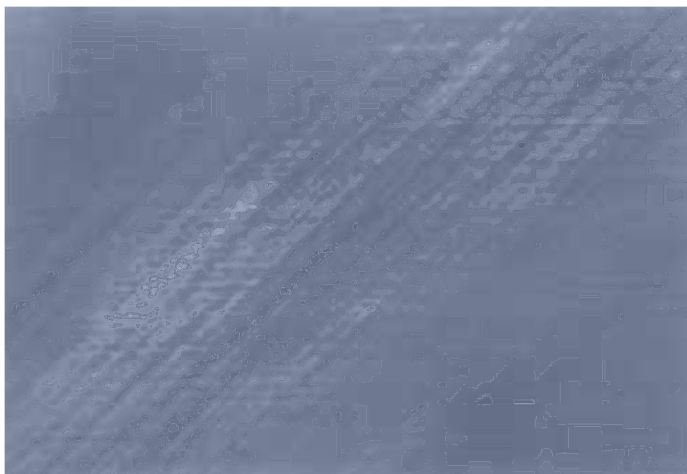


Figura 5.64 – Polimento da tinta.
Fonte: <http://www.pqi.com.br/sp/spi14.html>

5.5.16 Respingo

O rolo respinga tinta durante a aplicação conforme a Figura 5.65. Possíveis causas:

- Uso interno de uma tinta indicada para superfícies externas;
- Uso de uma tinta base água de baixa qualidade.



Figura 5.65 - Respingos na superfície.
Fonte: <http://www.pqi.com.br/sp/spi18.html>.

6 CONCLUSÃO

As patologias referentes a erros de projeto podem originar-se em todas as etapas de uma obra, desde o início das operações de movimento de terra até aos acabamentos finais. É imprescindível que os projetos sejam elaborados com qualidade, pensando em todas as interferências que possam existir e que sejam feitos por profissionais qualificados.

Já se sabe que a incidência de patologias em uma edificação tem diversas origens, mas alguns autores como Verçoza (1994) *apud* Silva (2006) e Oliveira e Azevedo (1994) *apud* Peres (2001) consideram os erros de projeto como sendo o maior responsável pelas patologias nas edificações. Estes autores atribuem um valor de 40% e 60,34%, respectivamente, para as patologias que tem como origem os erros de projeto. Diante disso, este trabalho teve grande importância, pois abordou os erros mais cometidos e as patologias causadas por eles e serve como uma orientação para a elaboração de projetos, no que se refere a identificar os erros que são mais prováveis de acontecer.

Como se verificou neste trabalho as patologias que tem origem no projeto são inúmeras. Sendo que a melhor, mais econômica e mais fácil forma de se evitar patologias que tem origem na fase de elaboração do projeto é justamente realizar a análise do mesmo antes que ele entre na fase de execução.

Pode-se dizer que os erros mais frequentes de projeto são: falta de detalhes construtivos e especificações construtivas, assim como especificações equivocada ou inexistente de materiais, que não leva em consideração as condições de uso, a adequação ao ambiente e as recomendações dos fabricantes. Esses erros não ocorrem somente em um tipo de projeto, mas em todos e não causam só uma patologia, mas várias.

As patologias relacionadas aos erros de projetos cometidos que mais ocorrem em edificações são as fissuras e as trincas em alvenarias, estruturas de concreto armado e revestimentos argamassados, assim como manchas de umidade e infiltração, que ocorrem por causa de problemas na cobertura e falhas no sistema

coleta de água pluvial e de esgoto e também nas instalações hidráulicas, favorecendo o surgimento de mofo e bolor no revestimento.

Portanto, percebe-se a necessidade de identificação dos erros de projeto para que eles não sejam mais cometidos e para que as patologias causadas por eles não ocorram mais nas edificações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Jader Rodrigues. **Levantamento das manifestações patológicas em fundações e estrutura nas edificações, até com dez anos de idade, executados no Estado de Goiás.** 2009. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

ANTONIAZZI, Juliana Pippi. **Patologia das construções:** Metodologia para diagnóstico e estudo de caso em marquises. 2008. 87 f. Trabalho de Conclusão de Cursos (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081:** Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Requisitos. 2004.

BARBOSA, Rogério Roque, **Patologia de fachadas.** 2005. 73 f. Trabalho de Conclusão de Cursos (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade de Anhembi de Morumbi, São Paulo.

BARROSO, Krause; RODRIGUES, de Souza Ludmila. **O homem e suas necessidades Higrotérmicas – ventilação.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, [2006]. 55 slides, color.

BRAGA, Célia Cavalcanti. **Manifestações patológicas em conjuntos habitacionais:** A degradação das fachadas. 2010. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Pernambuco, Recife.

DANTE, João Geraldo. **Impermeabilização em obras de engenharia civil.** 2006. 92 f. Trabalho de Conclusão de Cursos (Bacharelado em Engenharia Civil) - União Dinâmica de Faculdades Cataratas, Foz do Iguaçu.

FARIA, José Amorim. **Tecnologia de Movimentação de Terras.** Apostila. Porto, 2010.

FONCESCA, Antonio Viana da. **Fundações, patologias e reabilitação.** São Paulo: Universidade do Porto Faculdade de Engenharia, [2006]. 72 slides, color, Acompanha texto.

GRILLO, Leonardo Merolhato; CALMON, João Luiz. **Avaliação quantitativa do impacto dos problemas com origem nos projetos no processo construtivo.** 2000. 10 f. Artigo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GRIPP, Ronaldo Assis. **A importância do projeto de revestimento de fachada, para a redução de patologias.** 2008. 80 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

HUNZIKER, Daniel Vianna; LABAKI, Lucila Chebel. **Estudo dos fenômenos da ventilação natural em edificações.** In: IX Congresso Interno de Iniciação científica da unicamp, São Paulo:UNICAMP, 2001.

ILIESCU, Marcelo. **Diagnóstico das Patologias nas Edificações.** São Paulo [2007]. 74 slides, color, Acompanha texto.

JOPPERT, Ivan de Oliveira. **Patologia em fundações.** São Paulo: [2009]. 144 slides, color. Acompanha Texto.

KATTAH VANNI, Cláudia Maria. **Análise de falhas aplicada à compatibilidade de projetos na construção de edifícios.** 1999. 212 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

KRUG, Lucas Fernando. **Manifestações patológicas em edificação construída na década de 1930 – Um estudo de caso.** 2006. 76 f. Trabalho de Conclusão de Cursos (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí

MADEL, Bruna et al. **Patologias das edificações.** 2009. 68 f. Trabalho de obtenção de nota (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Maria, Florianópolis.

MARCELLI, Mauricio. **Sinistros na construção civil; causas e soluções para danos e prejuízos em obras.** São Paulo: Pini, 2007. 258p.

MANUAL DE ASSENTAMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS PAREDES INTERNAS. Disponível em: http://www.ccb.org.br/assentamento/manual_pinternas.pdf. Acesso em 20 de março de 2011.

MEDEIRO, Heloísa. **Esforços controlados.** Revista Técnica, Pini, São Paulo, ed. 98, maio, 2005.

MIKALDO, Jorge; GNIPPER, Sergio **Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulico-sanitário e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção de projeto.** In: VII Workshop brasileiro de gestão do processo de projeto na construção de edifícios. Curitiba, 2007.

MILITITSKY, J; CONSOLI N. C.; SCHNAID F. **Patologia das fundações.** Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [2002]. 35 slides, color. Acompanha Texto.

MILITO, José Antonio de. **Técnicas de construção civil.** Apostila. São Paulo, 2009.

PAULINO, Milton; GOMES, Maristela. **Origem das patologias – Perdas origem das perdas na construção civil a importância do projeto.** Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2007.

PERALTA, Antônio Carlos. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno porte.** 2002. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PERES, Rosilene Martins. **Levantamento das Manifestações Patológicas em prédio Histórico – Um estudo do caso.** 2001. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PLÁ, Carlos F. Oliveira. **Impermeabilização e Isolamento.** Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia Sul – Riograndense, Rio Grande do Sul, 2009.

POLITO, Giulliano. **Principais sistemas de pinturas e suas patologias.** 2006. 66 f. Trabalho Apresentado com Requisito de Nota (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

REBELO, Carlos da Rocha. **Projeto e execução de revestimento cerâmico – interno.** 2010. 55 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SOARES, José Mário Doleys. **Patologia das fundações.** 2007, São Paulo.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** 2008. 64 f. Monografia (Especialista em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SILVA, Fabricio Nunes da. **Caracterização das manifestações patológicas presentes em fachadas de edificações multipavimentadas da cidade de Ijuí/rs.** 2006. 122 f. Trabalho de Conclusão de Cursos (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí.

SILVA, Mendes da; ABRANTES, Vítor. **Patologias em parede de alvenaria: Causas e soluções.** Coimbra: Universidade de Coimbra, [2007]. 51 slides, color, Acompanha texto.

SILVEIRA, J. Carlos et al. **Problemas encontrados em obras devido às falhas no processo de projeto: Visão do engenheiro de obra.** Fortaleza, 2002.

TÉCHNE: a revista do engenheiro civil. **Recuperação por baixo.** São Paulo, 124. ed., p.46-49, jul. 2007.

TÉCHNE: a revista do engenheiro civil. **Revestimento firme.** São Paulo, 113. ed., ano 14, pag. 46-50, ago. 2006.

USUDA, Fábio. **Técnicas Construtivas Especiais – Alvenaria Estrutural.** 2004, São Paulo.

VALLE, J. B. de Senna. **Patologia das alvenarias: Causa, diagnóstico, previsibilidade.** 2008. 81 f. Trabalho de Conclusão de Cursos (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

VANNI, Cláudia Maria Kattah. **Análise de Falhas Aplicada à Compatibilidade de Projetos na Construção de Edifícios.** 1999. 212 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

WATANABE, Roberto Massaru. **As patologias na Pintura.** Disponível em: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/pinturas/tin4.htm>. Acesso em: 20 de março de 2011.