

O48i

Oliveira, Nívia Nascimento Custódio de.

A importância da adoção de medidas preventivas (Projeto/Execução) na redução da ocorrência de manifestações patológicas em sistemas de revestimento [manuscrito] / Nívia Nascimento Custódio de Oliveira. – 2014.

147 f., enc.: il.

Orientador: Antônio Neves de Carvalho Júnior.

Coorientador: Adriano de Paula e Silva.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Inclui bibliografia.

1. Materiais de construção - Teses. 2. Revestimentos - Teses. 3. Argamassa - Teses. I. Carvalho Júnior, Antônio Neves de. II. Silva, Adriano de Paula e. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 691(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

A IMPORTÂNCIA DA ADOÇÃO DE MEDIDAS PREVENTIVAS
(PROJETO/EXECUÇÃO) NA REDUÇÃO DA OCORRÊNCIA DE
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS DE REVESTIMENTO.

Autora: Nívia Nascimento Custódio de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior

Co-Orientador: Prof. Dr. Adriano de Paula e Silva

Belo Horizonte, Agosto de 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Nívia Nascimento Custódio de Oliveira

A IMPORTÂNCIA DA ADOÇÃO DE MEDIDAS PREVENTIVAS
(PROJETO/EXECUÇÃO) NA REDUÇÃO DA OCORRÊNCIA DE
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS DE REVESTIMENTO.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Civil da Universidade Federal de Minas Gerais

Área de Concentração: Materiais de Construção Civil

Linha de Pesquisa: Materiais Cimentícios

Orientador: Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior

Co-Orientador: Prof. Dr. Adriano de Paula e Silva

Escola de Engenharia da UFMG

Belo Horizonte, Agosto de 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sua bondade e misericórdia que se renovam sobre mim a cada dia,

Agradeço aos meus familiares por sempre me apoiarem e torcerem pelo meu crescimento,

Agradeço aos meus professores do Departamento de Materiais de Construção que contribuíram para o meu desenvolvimento intelectual,

Agradeço aos Professores Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior e Dr. Adriano de Paula e Silva, que além de me orientarem, me deram todo o suporte necessário para conclusão desta importante etapa da minha vida,

Agradeço aos colegas que estiveram presentes,

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

Os revestimentos de argamassa e gesso liso são muito utilizados na construção civil, sendo estes o cartão de visita das edificações, proporcionando a valorização de imóveis ou desvalorização quando apresentando patologias. Por este motivo deve-se garantir a qualidade e durabilidade dos revestimentos. O surgimento de patologias nos revestimentos vem sendo estudado há muito tempo, porém percebe-se que apesar dos diversos estudos e análises de manifestações patológicas, as mesmas ainda ocorrem com frequência. Esta dissertação estuda as causas destas constantes patologias e discute sobre métodos preventivos baseados em normas existentes. Para isso é realizada análise quanto às características individuais dos materiais e mistura destes aos demais componentes dos revestimentos, considera-se também questões relacionadas ao sistema de revestimento e preparo da base, a importância da realização de projeto para revestimentos e importância da qualidade da mão de obra, evitando-se a junção de falhas, já que as patologias ocorrem geralmente pela ocorrência de uma série de erros. Para realização destas avaliações realizou-se revisão bibliográfica para um breve levantamento de informações sobre o tema, e em seguida a análise de alguns estudos de caso envolvendo patologias nos revestimentos, destacando-se o caso da igreja São Francisco de Assis, conhecida como igreja da Pampulha, que durante anos sofreu com o surgimento de manifestações patológicas nos revestimentos, sendo necessários diversos estudos para resolução definitiva do problema. Ainda são relacionadas algumas patologias com ocorrência em edificações residências unifamiliares, multifamiliares, comerciais e de uso público, obtidas a partir de avaliações realizadas pela autora.

Palavras-chave: Revestimentos em argamassa; revestimento em gesso liso; patologias; métodos preventivos.

ABSTRACT

The coatings of mortar and smooth plaster are widely used in construction, these being the first impression of the buildings, providing for recovery of property or depreciation when presenting pathologies. For this reason you should ensure the quality and durability of the coatings. The emergence of pathologies in the coatings has been studied long ago, but it is noticed that despite various studies and analysis of pathological manifestations, they still occur frequently. This dissertation studies the causes of these diseases and constant discusses preventive methods based on existing standards. For this analysis is performed as the individual characteristics of these materials and mixing the other components of coatings, we also consider issues related to the preparation and coating of the base system, the importance of performing design for coatings and importance of quality hand work, while avoiding the addition of failure, since the conditions generally occur in the event of a variety of errors. To perform these evaluations was held for a brief literature survey of information on the subject review, and then the analysis of some case studies involving pathologies in coats, highlighting the case of the Church of São Francisco de Assis, known as the little church of Pampulha, who suffered for years with the emergence of pathological manifestations in coatings, various studies are needed for definitive resolution of the problem. Are still some related pathologies occurring in single family homes, multifamily, commercial and public use, obtained from assessments conducted by the author buildings.

Keywords: Coatings mortar; smooth plaster coating; pathologies; preventive methods

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVO.....	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
4	SISTEMAS DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSA	18
4.1	AGLOMERANTES	19
4.1.1	Cimento	19
4.1.2	Cal.....	20
4.2	AGREGADOS:	21
4.3	ÁGUA.....	22
4.4	ADITIVOS	23
4.5	COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE ARGAMASSA:	23
4.5.1	Substrato	23
4.5.2	Chapisco	24
4.5.3	Emboço.....	25
4.5.4	Reboco.....	25
4.5.5	Acabamento Final.....	25
4.6	SISTEMA DE GESSO LISO:	26
4.6.1	Aglomerante: Gesso	26
4.6.2	ÁGUA.....	29
4.6.3	ADITIVOS	29
4.7	COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE GESSO LISO	29
4.7.1	Substrato	29
4.7.2	Pasta de Gesso	30
4.7.3	Acabamento Final.....	30
4.8	IMPORTÂNCIA DA ADERÊNCIA NO SISTEMA DE REVESTIMENTO	31
4.9	TIPOS DE SISTEMAS DE REVESTIMENTOS	34
4.9.1	REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA CONVENCIONAL.....	34
4.9.1.1	Argamassas Simples.....	34
4.9.1.2	Argamassas Mistas	35
4.9.2	REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA	35
4.10	ESCOLHA DO SISTEMA DE REVESTIMENTO	37
4.10.1	TIPOS DE SUBSTRATO	37
4.10.1.1	BLOCOS CERÂMICOS.....	37

4.10.1.2	BLOCOS DE CONCRETO	39
4.10.1.3	ESTUDO COMPARATIVO BLOCOS COM E SEM CHAPISCO	40
4.10.1.4	CONCRETO ARMADO.....	41
4.10.2	ENCONTRO DE BASES DIFERENTES.....	41
4.11	PROJETO	42
4.11.1	NORMAS DE REFERÊNCIA	43
4.11.1.1	Argamassa	43
4.11.1.2	Gesso	44
4.12	MÉTODOS EXECUTIVOS PARA REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA 45	
4.12.1	PREPARO DA BASE	45
4.12.2	TÉCNICAS EXECUTIVAS DAS ARGAMASSAS	46
4.12.3	CURA	50
4.12.4	TECNOLOGIA PARA APLICAÇÃO DA ARGAMASSA.....	51
4.13	MÉTODOS EXECUTIVOS DO GESSO LISO	51
4.13.1	PREPARO DA BASE	51
4.13.2	PREPARO E UTILIZAÇÃO DA PASTA DE GESSO	52
4.13.3	TECNOLOGIA PARA APLICAÇÃO DA PASTA DE GESSO	52
4.14	PATOLOGIAS EM SISTEMAS DE REVESTIMENTO.....	53
4.14.1	PATOLOGIA DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA: DEFINIÇÃO	53
4.14.2	PATOLOGIAS OCASIONADAS POR MOVIMENTAÇÕES TÉRMICAS.....	60
4.14.3	PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA ESCOLHA INCORRETA DOS MATERIAIS	65
ÁGUA.....		67
ADITIVOS		67
4.14.4	PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA PROPORÇÃO DE MATERIAIS	67
4.14.5	PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA FALTA DE PLANEJAMENTO, NÃO OBEDIÊNCIA AO PROJETO E MÉTODOS EXECUTIVOS INADEQUADOS.....	71
4.14.6	PATOLOGIAS OCASIONADAS POR FATORES EXTERNOS.....	72
4.14.7	PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA JUNÇÃO DE FALHAS.....	73
4.15	CONCLUSÃO.....	74

5	METODOLOGIA	75
6	ESTUDO DE CASO: IGREJA DA PAMPULHA	76
6.1	HISTÓRICO.....	76
7	ESTUDOS DE CASO.....	102
7.1	GRUPO A: PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES RESIDÊNCIAIS UNIFAMILIARES	103
7.1.1	PATOLOGIA A1: IDENTIFICAÇÃO: PRESENÇA DE MOFO NO REVESTIMENTO DE GESSO LISO	103
7.1.1.1	CAUSAS PROVÁVEIS.....	103
7.1.1.2	MÉTODOS PREVENTIVOS	104
7.1.1.3	RECUPERAÇÃO	105
7.1.2	PATOLOGIA A2: IDENTIFICAÇÃO: DESCOLAMENTO DE PINTURA, MOFO E APARÊNCIA AMARELADA DO REVESTIMENTO DE ARGAMASSA.....	105
7.1.2.1	CAUSAS PROVÁVEIS.....	107
7.1.2.2	MÉTODOS PREVENTIVOS	108
7.1.2.3	RECUPERAÇÃO	109
7.1.3	PATOLOGIA A3: IDENTIFICAÇÃO: DESPLACAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO E TRINCAS NOS MESMOS.....	110
7.1.3.1	CAUSAS PROVÁVEIS:	111
7.1.3.2	MÉTODOS PREVENTIVOS	112
7.1.3.3	RECUPERAÇÃO	113
7.2	GRUPO B: PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES	115
7.2.1	PATOLOGIA B1: IDENTIFICAÇÃO: ESFARELAMENTO DA ARGAMASSA E SURGIMENTO DE VEGETAÇÃO NO REVESTIMENTO.	115
7.2.1.1	CAUSAS PROVÁVEIS.....	116
7.2.1.2	MÉTODOS PREVENTIVOS	116
7.2.1.3	RECUPERAÇÃO	117
7.2.2	PATOLOGIA B2: IDENTIFICAÇÃO: DESCOLAMENTO DE PINTURA E ESFARELAMENTO E MOFO NO REVESTIMENTO.	117
7.2.2.1	CAUSAS PROVÁVEIS.....	118
7.2.2.2	MÉTODOS PREVENTIVOS	118
7.2.2.3	RECUPERAÇÃO	118
7.3	GRUPO C: PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS OU DE USO PÚBLICO	119

7.3.1	PATOLOGIA C1: IDENTIFICAÇÃO: ESTUFAMENTO DA TINTA E REVESTIMENTO PRÓXIMO AO RODAPÉ	119
7.3.1.1	CAUSAS PROVÁVEIS.....	120
7.3.1.2	MÉTODOS PREVENTIVOS	120
7.3.1.3	RECUPERAÇÃO	121
7.3.2	PATOLOGIA C2: IDENTIFICAÇÃO: TRINCAS E FENDAS OCASIONADAS POR FATORES EXTERNOS.....	121
7.3.2.1	CAUSAS PROVÁVEIS.....	123
7.3.2.2	MÉTODOS PREVENTIVOS	125
7.3.2.3	RECUPERAÇÃO	125
7.3.3	PATOLOGIA C3: IDENTIFICAÇÃO: DESPLACAMENTO CERÂMICO.....	126
7.3.3.1	CAUSAS PROVÁVEIS.....	127
7.3.3.2	MÉTODOS PREVENTIVOS	127
7.3.3.3	RECUPERAÇÃO	127
7.3.4	PATOLOGIA C4: IDENTIFICAÇÃO: DESCOLAMENTO DE PINTURA, ESFARELAMENTO DO REBOCO, ARMADURA EXPOSTA NA PLATIBANDA.	128
7.3.4.1	CAUSAS PROVÁVEIS.....	129
7.3.4.2	MÉTODOS PREVENTIVOS	129
7.3.4.3	RECUPERAÇÃO	129
7.3.5	PATOLOGIA C5: IDENTIFICAÇÃO:TRINCAS E FISSURAS EM REVESTIMENTO DE GESSO LISO	130
7.3.5.1	CAUSAS PROVÁVEIS.....	131
7.3.5.2	MÉTODOS PREVENTIVOS	131
7.3.5.3	RECUPERAÇÃO	131
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
9	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	139
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma: Algumas das Possibilidades de composição dos sistemas de revestimento.	17
Figura 2: Comparação dos cristais de gesso.	27
Figura 3: Características do gesso - Cristais Alfa e Beta. Fonte: Kanno, 2009.	28
Figura 4: Interferência da Tensão Superficial e Molhabilidade da Base. Fonte: http://alfaconnection.net/pag_avsf/fqm0101.htm , adaptada pela autora.	31
Figura 5: Fabricação de blocos cerâmicos. Fonte: Notas de aula de materiais cerâmicos < professor.ucg.br/.../Materiais%20Ceramicos%20-%20impressao.ppt >	38
Figura 6: Resistência de aderência a tração - blocos com e sem chapisco. Fonte: http://www.estudostecnologicos.unisinos.br/pdfs/64.pdf	40
Figura 7: Argamassa Projetada Fonte: site ABCP - http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/polo-de-sorocaba-trabalha-revestimento-de-argamassa#.U5DsXyO5fIU	51
Figura 8: Projeção de pasta de gesso. Fonte: http://www.calgesso.com.br/servicos/revestimento-de-gesso-liso	53
Figura 9: Processos de deterioração dos revestimentos de argamassa. Fonte: < http://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/03/patologias-em-argamassa.pdf >	54
Figura 10: Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civis. Fonte: Adaptado de HELENE & FIGUEIREDO, (2003).	55
Figura 11: Influência do acréscimo de temperatura na superfície dos materiais.	62
Figura 12: Igreja São Francisco de Assis. Fonte: Autora	76
Figura 13: Situação da igreja São Francisco de Assis antes da reforma de 1990. Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”	78
Figura 14: Deterioração interna devido à infiltrações. Fonte: Igreja da Pampulha Projeto e obra.	79
Figura 15: Situação da igreja São Francisco de Assis no ano 2.000, mostrando a deterioração precoce do revestimento. Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”	80
Figura 16: Gráfico Temperaturas Absorvidas x Tempo (Concreto e Revestimento) Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”	82
Figura 17: Eixo de Insolação da Cidade de Belo Horizonte	83
Figura 18: Modelo Matemático utilizando elementos finitos. Arco total da igreja com indicação das duas juntas radiais existentes (vista lateral esuperior) Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”	84

Figura 19: Remoção das camadas do revestimento existente. Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”	86
Figura 20: Camadas de revestimento conforme projeto de restauração. Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”	87
Figura 21: Junta de dilatação. Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”	88
Figura 22: Protótipo da junta de dilatação.....	89
Figura 23:Imagens da Remoção do revestimento existente.	89
Figura 24: Abertura da junta de dilatação, preenchimento com denvergrou com 30% de pedrisco, perfil metálico, e preenchimento com neoprene.	90
Figura 25: Fixação de tela soldada, limpeza do substrato, caldeamento do substrato, aplicação do micro-concreto.....	91
Figura 26: Acabamento superficial desempenado, cura úmida, impermeabilização com revestimento polimérico flexível de base cimetícia, aplicação de pastilhas.....	92
Figura 27: Retirada de papel Kraft, rejuntamento das pastilhas, corte das juntas sobre o revestimento.	92
Figura 28: Aspecto final da obra de recuperação da Igreja.	93
Figura 29: Foto demonstrando a situação atual da igreja, tirada em 24/02/2014 pela autora.	94
Figura 30:Revestimento em gesso liso com descolamento.	95
Figura 31: Encontro entre revestimento de gesso e estrutura metálica (oxidação).	96
Figura 32: imagens de revestimento com deslocamento com esfarelamento.....	96
Figura 33: Revestimento com presença de mofo.....	97
Figura 34: Mosaico.....	97
Figura 35: Ausência de rejunte em alguns pontos e Pastilhas próximas às juntas deslocando-se.....	98
Figura 36: Abobadas com revestimento apresentando patologias.....	98
Figura 37: Abóbodas com revestimento com bolor, deslocamento e esfarelamento do revestimento.	99
Figura 38: Vista frontal das abóbodas.	100
Figura 39: deslocamento do revestimento.	100
Figura 40: Acúmulo de poeira na superfície das pastilhas e rejuntamento indicando falta de manutenções periódicas.	101
Figura 41: Mofo em revestimento de gesso.....	103
Figura 42: Umidade no revestimento de gesso.....	104
Figura 43: descolamento de pintura e mofo.	106
Figura 44: Mofo, descolamento da tinta e esfarelamento de revestimento.	107
Figura 45: Rufos.....	109
Figura 46: Peça cerâmica trincada.....	110
Figura 47: Deslocamento de peça cerâmica.	111
Figura 48: Base com limpeza mal executada.	112
Figura 49: Retirada de todo revestimento cerâmico.....	114

Figura 50: Preenchimento de irregularidades da base.	115
Figura 51: Muro com esfarelamento e surgimento de vegetação.	116
Figura 52: Degradação do revestimento em edificação residencial multifamiliar.	117
Figura 53: Concentração de patologias nas áreas próximas a janelas.	118
Figura 54: Estufamento da tinta próximo ao rodapé.	119
Figura 55: Presença de mofo próximo ao rodapé.	120
Figura 56: Foto área administrativa da edificação.	122
Figura 57: Foto de trincas e fendas no revestimento da área administrativa.	122
Figura 58: Trincas, fendas e descolamento do revestimento.	123
Figura 59: Foto córrego próximo a área administrativa.	124
Figura 60: Deslocamento de revestimento cerâmico.	126
Figura 61: Indícios de descolamento das peças cerâmicas.	126
Figura 62: Remoção das peças cerâmicas.	127
Figura 63: Descolamento de pintura, esfarelamento de reboco e armadura exposta em revestimento.	128
Figura 64: Platibanda com patologias.	128
Figura 65: Revestimento de gesso com fissuras.	130
Figura 66: Trincas em revestimento de gesso com descolamento.	130
Figura 67: Execução de furos.	132
Figura 68: Preparo dos furos com tubo para receber a mangueira.	132
Figura 69: Mangueira utilizada para injeção de calda de cimento.	133
Figura 70: Máquina de mistura de cimento e água e gerador de pressão.	134
Figura 71: Medidor de pressão de injeção da calda.	134
Figura 72: Marcação para realização das correções.	135
Figura 73: Tratamento de trincas. Fonte: CARVALHO JR., 2012.	136

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ocorrências patológicas em edificações.....	14
Tabela 2: Exigências mecânicas e reológicas das argamassas.	19
Tabela 3: Tipos de aditivos.....	23
Tabela 4: Exigências físicas e mecânicas do gesso para construção civil.....	30
Tabela 5: Requisitos de argamassa colante.	36
Tabela 6: Parte I -Identificação das causas, extensão do dano e solução.....	57
Tabela 7: Parte II - Identificação das causas, extensão do dano e solução.	58
Tabela 8: Degradação patológica, descrição e causas prováveis.....	59
Tabela 9: Características térmicas dos materiais.	61
Tabela 10: Estimativa da temperatura Superficial de lajes e paredes.(valores de t em °F)	63
Tabela 11: Valores sugeridos por Latta para coeficiente de absorção solar a:.....	63
Tabela 12: – Sugestões de traços de argamassas (CARVALHO JR., 2012).....	68
Tabela 13: Variação das propriedades com origem na variação do aglomerante cal (argamassa de cimento, cal e areia) (SABBATINI, 1981)	70

ABREVIATURAS

- . ABCP: Associação Brasileira de Cimento Portland
- . ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
- . CP I: cimento Portland comum
- . CP I – S: cimento Portland com adição
- . CP II: cimento Portland composto
- . CP II – E: cimento Portland com escória
- . CP II-E-32: cimento Portland com escória e classe de resistência de 32 MPa
- . CP II – Z: cimento Portland com pozolana
- . CP II – F: cimento Portland com filler
- . CP III: cimento Portland de Alto-Forno
- . CP IV: cimento Portland Pozolânico
- . CP V: cimento Portland de Alta Resistência Inicial
- . CP V ARI–RS: cimento Portland de alta resistência inicial e resistente a sulfatos
- . EE.UFMG: Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais
- . MEV: microscópio eletrônico de varredura (ou microscopia eletrônica de varredura)

UNIDADES

- . m: metro
- . mm: milímetro
- . N: newton
- . MPa: megapascal

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação trata sobre patologias dos revestimentos no setor da construção civil.

Mesmo com o grande desenvolvimento da engenharia civil ainda é muito comum o surgimento de patologias nos revestimentos decorrentes de variados erros desde o projeto, execução até erros no uso das edificações e ausência de manutenções.

Segundo Silva *et al* as patologias dos revestimentos comprometem a imagem da Engenharia e Arquitetura do país, pois agride às vistas da população, à integridade das edificações e fere o conceito de habitabilidade, direito básico dos proprietários das unidades imobiliárias.

Segundo estes autores também deve-se considerar a desvalorização natural do imóvel devido aos aspectos visuais, a base dos revestimentos (alvenaria ou concreto), sem o adequado acabamento final, torna-se vulnerável às infiltrações de água e gases, o que conseqüentemente conduz a sérias deteriorações no interior dos edifícios, podendo ser as mesmas de ordem estética ou até mesmo estrutural.

O dicionário Aurélio define Patologia como a “Ciência das causas e dos sintomas das doenças” e, portanto pode-se concluir que a patologia dos revestimentos trata do estudo das causas e sintomas dos erros ou deficiências destes.

De acordo com o quadro a seguir (SILVA, 2012), percebe-se que cerca de 18% das patologias nas edificações ocorrem nos revestimentos.

Tabela 1: Ocorrências patológicas em edificações.

HIDRÁULICA (tubulação de água quente e fria e pluvial, esgoto, válvulas metais e louças)	38%
PAREDES (alvenaria, revestimentos e pintura)	18%
INSTALAÇÃO ELÉTRICA (erro na bitola dos fios e na definição das cargas)	10%
IMPERMEABILIZAÇÃO (todas as infiltrações, exceto de hidráulica)	7%
ESQUADRIAS DE MADEIRA (batentes, portas, ferragens e guarnições)	7%
ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO (contramarcos, caixilhos, arremates, acessórios e vidros)	4%
AZULEJOS (rejuntamento, recorte e quebra)	4%
PISO CERÂMICO (desnívelamento e desalinhamento)	5%

Fonte: apostila da disciplina PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES (Silva, 2012).

Considerando-se que um projeto de revestimento envolve a escolha correta do tipo de revestimento, dos materiais a serem utilizados, proporções de cada componente, indicação dos tempos de maturação e cura, espessura das camadas de revestimento e melhor técnica executiva, após a obediência às diretrizes corretas de projeto e com a realização de manutenções periódicas, obtêm-se como resultado revestimentos duráveis, desde que não haja interferências externas como surgimento de umidade, problemas estruturais dentre outros.

Portanto, a partir de análises detalhadas das patologias, deve-se observar se as mesmas estão sendo motivadas por problemas com o próprio revestimento ou se estão sendo causadas por problemas construtivos que não necessariamente tem ligação direta com o tipo de revestimento utilizado e sim com patologias decorrentes de erros estruturais, infiltrações entre outros.

Este trabalho levará em conta tanto as patologias causadas pela qualidade do material quanto por problemas executivos diversos.

Após o diagnóstico destas patologias serão realizadas análises “in loco” com estudos de caso em obras onde ocorreram manifestações patológicas no revestimento levando-se em conta a patologia e o tratamento da mesma.

Um dos estudos de caso trata das patologias de revestimento da igreja São Francisco de Assis, Localizada na Pampulha em Belo Horizonte, Minas Gerais, conhecida por ser um dos mais importantes pontos turísticos de Belo Horizonte e que apresentou grandes problemas relacionados ao sistema de revestimento.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como principal objetivo avaliar o comportamento dos revestimentos em argamassas e revestimentos com acabamento em gesso liso corrido, chamando a atenção dos interessados do setor da construção a estarem atentos a detalhes que venham a interferir na qualidade dos revestimentos e em caso de patologias já existentes o melhor método para tratamento das mesmas a partir da elaboração de um conjunto de recomendações de projeto e procedimentos para evitar o surgimento de patologias nos revestimentos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Antes da análise das manifestações patológicas mais comuns nos revestimentos será realizada breve revisão de conceitos relacionados ao sistema de revestimento, a fim de facilitar o entendimento sobre o tema.

Inicialmente, por meio da figura 1, propõe-se algumas das possíveis composições dos sistemas de revestimento.



Figura 1: Fluxograma: Algumas das Possibilidades de composição dos sistemas de revestimento.

Fonte: Autora

O sistema de revestimento geralmente é composto pelo substrato ou base onde o revestimento será aplicado, a ponte de aderência que irá favorecer a capacidade aderente do revestimento, porém nem sempre é utilizada por alguns construtores. Após têm-se o revestimento que neste estudo pode ser de argamassa simples, composta ou de gesso liso. Por fim o acabamento final para proporcionar proteção e a beleza do revestimento.

4 SISTEMAS DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSA

Pela NBR13529/2013 sistema de revestimento é definido como: “o conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, condições de exposição, acabamento final e desempenho, previstos em projeto.”

As argamassas são compostas por aglomerantes, agregados minerais, água e eventualmente aditivos. Já as pastas são compostas por aglomerantes e água.

O conhecimento das características individuais dos materiais é muito importante para o entendimento das características finais das argamassas e pastas, que irão possuir desempenhos diferentes de acordo com seus materiais constituintes e conforme a dosagem utilizada.

Portanto, serão avaliadas as características dos materiais separadamente para assim serem determinadas as características das argamassas e pastas utilizadas nos revestimentos.

As normas de referência relacionadas às argamassas e à pasta de gesso também devem ser analisadas a fim de garantir a boa prática construtiva e escolha correta dos materiais a partir de um projeto que leve em conta as condições da obra, métodos executivos e condições ambientais.

A tabela 2 a seguir determina algumas características exigidas por norma para as argamassas.

Tabela 2: Exigências mecânicas e reológicas das argamassas.

Características	Identificação ¹⁾	Limites	Método
Resistência à compressão aos 28 dias (Mpa)	I II III	≥ 0,1 e < 4,0 ≥ 4,0 e ≤ 8,0 > 8,0	NBR 13279
Capacidade de retenção de água (%)	Normal Alta	≥ 80 e ≤ 90 > 90	NBR 13277
Teor de ar incorporado (%)	a b c	< 8 ≥ 8 e ≤ 18 > 18	NBR 13278
¹⁾ Exemplo de identificação de argamassa: I-Normal-a.			

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 13529/2013

4.1 AGLOMERANTES

Os aglomerantes são materiais ligantes e normalmente pulverulentos que promovem a união dos grãos de material inerte, neste caso o agregado miúdo. Funcionam como elementos ativos nas argamassas, sofrendo transformação química e em contato com a água ou ar interferem na resistência do material resultante. Exemplos de aglomerantes são:

- Cimento (utilizado em argamassa de revestimento e assentamento),
- Cal (utilizada em revestimento)
- Gesso (utilizadas em revestimento de gesso liso).

4.1.1 Cimento

O cimento é um aglomerante hidráulico muito utilizado na construção civil e pode ser fabricado em diferentes composições. Conforme a Associação Brasileira de Cimento Portland, são disponíveis no Brasil 8 tipos de cimentos, sendo eles:

- Cimento Portland Comum CP I e CP I-S (NBR 5732/1991)
- Cimento Portland CP II (NBR 11578/1997)
- Cimento Portland de Alto Forno CP III (com escória – NBR 5735/1991)

- Cimento Portland CP IV (com pozolana – NBR 5736/1999)
- Cimento Portland CP V ARI – (Alta Resistência Inicial – NBR 5733/1991)
- Cimento Portland CP (RS) – (Resistente a sulfatos – NBR 5737/1992)
- Cimento Portland de Baixo Calor de Hidratação (BC) – (NBR 13116/1994)
- Cimento Portland Branco (CPB) – (NBR 12989/1993)

Segundo a ABCP estes cimentos se diferenciam de acordo com a proporção de clínquer e sulfatos de cálcio, material carbonático e de adições, tais como escórias, pozolanas e calcário, acrescentadas no processo de moagem. Além de também poder diferir em função de propriedades intrínsecas, como alta resistência inicial, a cor branca e outros. De acordo com o site da ABCP “O próprio Cimento Portland Comum (CP I) pode conter adição (CP I-S), neste caso, de 1% a 5% de material pozolânico, escória ou fíler calcário e o restante de clínquer. O Cimento Portland Composto (CP II- E, CP II-Z e CP II-F) tem adições de escória, pozolana e filler, respectivamente, mas em proporções um pouco maiores que no CP I-S. Já o Cimento Portland de Alto-Forno (CP III) e o Cimento Portland Pozolânico (CP IV) contam com proporções maiores de adições: escória, de 35% a 70% (CP III), e pozolana de 15% a 50% (CP IV).”

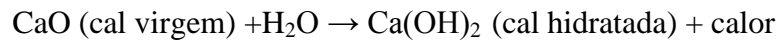
Muitos estudiosos e fabricantes de cimento defendem a utilização de todos os tipos de cimento para as argamassas, porém acredita-se que para a escolha do cimento a ser utilizado na argamassa, deve-se evitar aqueles que liberam alto calor de hidratação devido a possibilidade de retração e fissuração, que diminuirão significativamente a durabilidade dos revestimentos.

4.1.2 Cal

A cal viva ou cal virgem não se constitui como um ligante, pois precisa ser hidratada ou extinta, que é a mistura da cal viva com água. Esta reação é muito exotérmica e expansiva, podendo atingir temperaturas superiores a 100 °C.

A partir desta reação, o óxido de cálcio transforma-se em hidróxido de cálcio que é a cal hidratada.

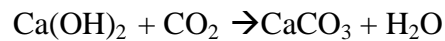
Esta operação ocorre antes da utilização da cal na construção civil.



Segundo a NBR7175/2003 cal hidratada é o pó obtido pela hidratação da cal virgem, constituído essencialmente de uma mistura de hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, ou ainda, de uma mistura de hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio e óxido de magnésio.

A cal é uma grande aliada das argamassas de revestimento, por garantir maior plasticidade no estado fresco e garantir menor retração durante a secagem dos revestimentos de argamassa. Por ser uma aglomerante aéreo, que em contato com o CO_2 libera água, a cal auxilia na cura do revestimento e conseqüentemente na redução dos efeitos da retração.

A reação é a seguinte:



Devido a esta contribuição positiva, a cal é muito utilizada como adição nas argamassas de cimento para revestimentos, tornando-as argamassas mistas.

4.2 AGREGADOS:

Agregados são materiais pétreos fragmentados que atuam nas argamassas como elemento inerte, ou seja, que não sofre transformação química, apesar de alguns estudos demonstrarem que nem sempre este material apresenta esta característica. Um exemplo deste material utilizado nas argamassas é a areia. Este material é incorporado às argamassas para diminuir a contração e tornar o material mais econômico.

De acordo com a NBR 7211/2009 a areia pode ser de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT 4.8mm e ficam retidos na peneira ABNT 0.075 mm.

Esta norma também afirma que “Os agregados devem ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, duráveis e limpos e não devem conter substâncias de natureza e em quantidade que possa afetar a hidratação e o endurecimento do cimento”,

A NBR 7211/2009 também afirma que “os agregados para uso em concreto e/ou argamassas que estão sujeitos a umedecimento, incluindo a exposição à atmosfera úmida ou contato com solo úmido, não devem conter qualquer material deletериamente reativo com os álcalis do cimento em uma intensidade suficiente para causar uma expansão da argamassa e/ou concreto, exceto nos casos em que o cimento empregado contiver menos que 0,6% de equivalente alcalino expresso em Na_2O e for adicionado de substâncias que comprovadamente previnam a expansão prejudicial devido à reação álcali-agregado.”

Outro fator importante relacionado aos agregados é o conhecimento da granulometria e forma dos grãos, visto que influenciam de maneira significativa na dosagem, propriedades no estado fresco e propriedades no estado endurecido das argamassas.

Sabe-se que quanto mais finos, ou quanto menores os grãos dos agregados miúdos, maior será a área superficial, portanto maior deverá ser a “molhabilidade”, ou maior será a área a ser molhada a fim de se obter uma argamassa trabalhável, o que tornará a argamassa mais susceptível a fissuração.

4.3 ÁGUA

A água também é um importante componente nas argamassas, pois ela ativa as reações químicas dos aglomerantes hidráulicos, não podendo esta apresentar nenhum contaminante para que não haja interferências negativas nas argamassas.

De acordo com a NBR15900-1/2009, o teor de cloretos e sulfatos e álcalis na água, não devem exceder os limites estabelecidos nesta norma, esta ainda cita:

“Contaminações na água de amassamento do concreto por substâncias como açúcares, fosfatos, nitratos, chumbo e zinco podem alterar os tempos de pega e resistências do concreto.”

Estas mesmas considerações podem ser levadas em conta para o uso em argamassas.

4.4 ADITIVOS

Os aditivos, cujos componentes melhoram características específicas das argamassas, também podem ser usados conforme a necessidade. Os aditivos podem melhorar as características das argamassas tanto no estado fresco, como no estado endurecido devendo ser escolhidos conforme a necessidade e estudos preliminares a fim de garantir um melhor desempenho das argamassas.

Tabela 3: Tipos de aditivos

Redutores de água (plastificantes)	São utilizados para melhorar a trabalhabilidade sem alterar a quantidade de água
Retentores de água	Reduzem a evaporação e exsudação de água da argamassa fresca e garantem retenção de água em bases absorventes
Incorporadores de ar	Formam micro bolhas de ar estáveis, aumentam a trabalhabilidade e a permeabilidade
Retardadores de pega	Retardam a hidratação do cimento, aumentando o tempo de utilização
Polímeros	Proporcionam aderência química ao substrato

Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/138/anexo/materiaisd.pdf>

4.5 COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE ARGAMASSA:

4.5.1 Substrato

O substrato é a base em que o revestimento será aplicado.

Segundo a NBR 7200/1998 as bases de revestimentos devem ser planas, aprumadas e niveladas, segundo exigências fixadas nas normas de alvenaria e estrutura de concreto.

Os tipos de substrato a serem analisados neste trabalho são:

- Alvenaria de blocos cerâmicos
- Alvenaria de blocos de concreto
- Estruturas de concreto

O substrato deve estar devidamente preparado para receber as demais camadas constituintes do sistema de revestimento, isto é, sem poeira, graxas ou demais materiais que impeçam a aderência.

4.5.2 Chapisco

O chapisco é uma camada normalmente constituída de cimento, areia e água que serve de ligação entre o revestimento de argamassa e o substrato, com a função de cobrir pequenas imperfeições e regularizar a superfície da base quanto à absorção de água, para assim aumentar, ou melhorar a aderência do revestimento à base. Pode-se dizer que o chapisco tem a função de ancoragem mecânica, esta ancoragem ocorre devido a superfície áspera e irregular que garante maior contato ao revestimento.

Carasek (2007) define chapisco como a camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.

O traço de chapisco mais utilizado é o 1:3 em volume de cimento e areia lavada grossa, com alta fluidez, a fim de permitir a penetração da pasta nos poros da base.

Os autores Maciel, Barros e Sabbatini (1998) relacionam as seguintes características dos chapiscos:

- chapisco tradicional – argamassa de cimento, areia e água que adequadamente dosada resulta em uma película rugosa, aderente e resistente;
- chapisco industrializado – argamassa semelhante à argamassa colante, sendo necessário acrescentar água no momento da mistura. A aplicação é realizada com desempenadeira denteada indicada para aplicação sobre superfície de concreto;

- chapisco rolado – argamassa bastante fluida obtida através da mistura de cimento, areia, água e adição de resina acrílica, A aplicação é realizada com rolo para textura acrílica sobre superfícies de alvenaria ou concreto.

A NBR 7200/1998 define que deve ser feita a aplicação prévia de argamassa de chapisco, quando a superfície a revestir for parcial ou totalmente não absorvente (de pouca aderência) ou quando a base não apresentar rugosidade superficial.

4.5.3 Emboço

Emboço é considerado a camada de preparo para receber revestimentos cerâmicos, não sendo necessário o acabamento fino, devido a necessidade de aderência do revestimento cerâmico à base.

4.5.4 Reboco

O Reboco é a camada final dos revestimentos argamassados, que deve possuir acabamento mais refinado para receber o acabamento final.

4.5.5 Acabamento Final

Para execução do acabamento final há inúmeras possibilidades como uso de revestimentos cerâmicos, porcelanatos, pinturas de diversas naturezas e texturas.

Neste trabalho não serão avaliadas questões relacionadas ao acabamento final, exceto alguns casos relacionados a patologias de revestimentos cerâmicos e descolamento de pintura.

4.6 SISTEMA DE GESSO LISO:

4.6.1 Aglomerante: Gesso

O Gesso é utilizado em forma de pasta para uso em revestimentos, decoração e modelagem. As pastas de gesso são formadas por gesso e água.

O gesso é um aglomerante aéreo obtido da moagem e desidratação da gipsita e é fornecido sob a forma de pó branco, muito fino, tendo densidade aparente entre 0,7 g/cm³ e 1,0 g/cm³.

Quanto a sua composição química, o gesso é caracterizado como sulfato de cálcio hemi-hidratado (CaSO₄ . 1/2 H₂O) e é obtido pela calcinação da Gipsita, segundo a reação representada pela equação a seguir, que também é conhecida como desidratação da Gipsita:



De acordo com Kanno 2009, as características físicas como formato, tamanho e estrutura do cristal hemi-hidratado dependem do processo de calcinação da Gipsita, como pode ser visto a seguir:

➤ **Grau de cristalização:**

Dependendo do processo de calcinação do gesso, duas cristalizações podem acontecer,

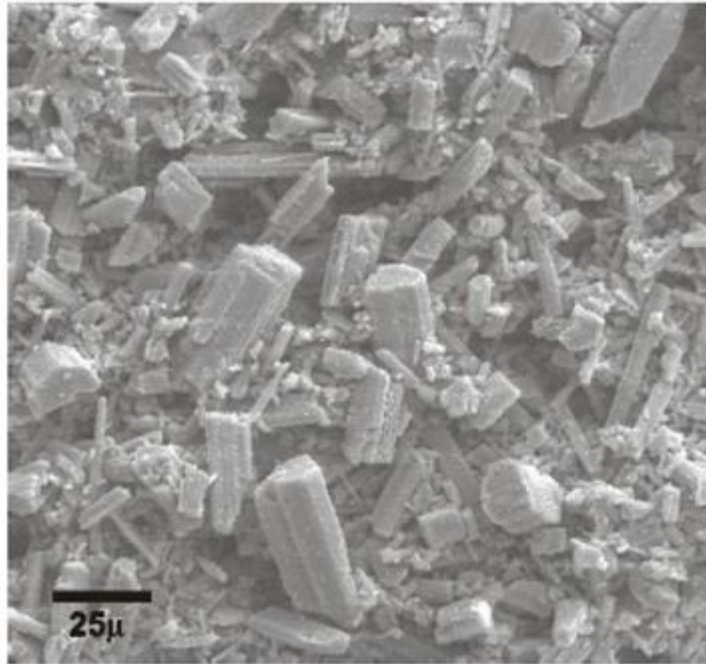
- **Alfa:** onde os cristais são bem formados e homogêneos, e a
- **Beta:** onde são mal formados e heterogêneos.

Processo de calcinação:

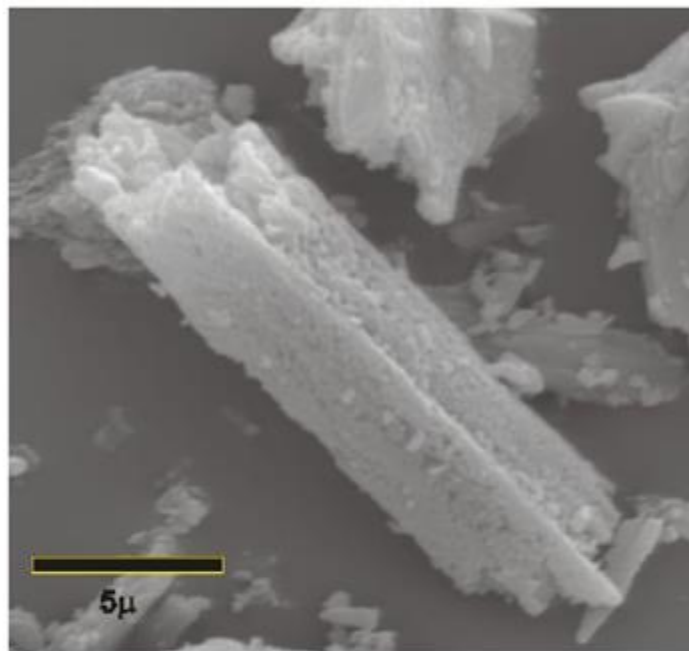
- **Alfa:** Calcinação sob pressão dentro de autoclaves
- **Beta:** Calcinação à pressão atmosférica com temperatura entre 125° e 160°

Alfa	Beta
Menor área superficial específica – Cristais Maiores.	Elevada área superficial específica – Cristais Menores.
É necessário menor quantidade de H ₂ O	É necessário maior quantidade de H ₂ O
Sem poros	Porosidade elevada
> Maior resistência mecânica;	< Menor resistência mecânica;

Figura 2: Comparação dos cristais de gesso.



- Cristais de HH α : cristais grandes (em torno de 20 μ m), bem formados e sem poros.



- Cristais de HH β : cristais pequenos (menores que 10 μ m), mal formados e porosos.

Figura 3: Características do gesso - Cristais Alfa e Beta. Fonte: Kanno, 2009.

4.6.2 ÁGUA

A água a ser utilizada deve seguir todos os padrões exigidos pela NBR 15900-1/2009, a fim de garantir que não haverá contaminação da pasta e não haja prejuízos à qualidade final do revestimento.

As águas utilizadas na preparação da pasta não devem estar contaminadas com impurezas que atuem a curto ou longo prazo. Recomenda-se o uso de água potável

4.6.3 ADITIVOS

Os aditivos também podem ser utilizados em pequenas proporções no preparo da pasta para modificar algumas das propriedades desta, desde que não exerça influência nociva à base, ao revestimento ou ao acabamento final.

4.7 COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE GESSO LISO

4.7.1 Substrato

Este sistema é indicado para superfícies ásperas e absorventes, em casos de superfícies muito lisas e com baixa absorção a norma recomenda escarificação, aplicação de argamassa de chapisco de alta aderência ou até a utilização de emulsões adesivas.

A superfície não deve conter material que se oxide na presença de sulfato de cálcio, como o ferro, portanto nestes casos deve-se fazer aplicação de argamassa de chapisco para encobrir totalmente este tipo de material.

Sabe-se também da intolerância do gesso liso acabado à umidade, por isso o revestimento em gesso não deve ser aplicado em superfícies onde há umidade ou percolação de água, devendo-se executar previamente a impermeabilização.

4.7.2 Pasta de Gesso

Segundo a NBR 13867/1997 a pasta de gesso é uma mistura pastosa de gesso e água, possuindo capacidade de aderência e endurecimento.

O gesso a ser utilizado deve seguir especificações e deve estar dentro do prazo de validade e armazenado conforme a NBR 13207/1994.

A aderência do Gesso nos diferentes substratos é alta, chegando a uma tensão de arrancamento de 1,5 MPa, superiores aos exigidos pela ABNT para pastas convencionais que deve ser superior a 0,3 MPa.

A tabela a seguir mostra algumas características exigidas por norma para o gesso utilizado na construção civil, segundo a NBR13207/1994.

Tabela 4: Exigências físicas e mecânicas do gesso para construção civil.

Determinações físicas e mecânicas	Unidade	Limites
Resistência à compressão (NBR 12129)	MPa	>8,40
Dureza (NBR 12129)	N/mm ²	>30,00
Massa unitária (NBR 12127)	Kg/m ³	>700,00

Fonte: ABNT NBR13207/1994.

A pasta de gesso é uma Camada Única que pode ser aplicada diretamente sobre o substrato, em superfícies de concreto que são muito lisas, indica-se a utilização de chapisco rolado para melhorar a aderência.

4.7.3 Acabamento Final

O acabamento final só poderá ser executado após a secagem total do revestimento. O tipo de acabamento pode ser papeis colantes, pintura, desde que a tinta seja à base de cimento, ou outros acabamentos.

4.8 IMPORTÂNCIA DA ADERÊNCIA NO SISTEMA DE REVESTIMENTO

Entende-se que aderência é a capacidade que a argamassa apresenta para ancorar na superfície do substrato através da penetração da pasta nos poros, reentrâncias e saliências seguidos do endurecimento gradativo da pasta.

Carasek (2007) dá o nome de adesão inicial, a capacidade de união inicial da argamassa no estado fresco a uma base e explica que esta capacidade de adesão está diretamente relacionada com as características reológicas da pasta aglomerante, especificamente a sua tensão superficial.

Como pode ser observado na figura a seguir há grande interferência entre o ângulo de contato da pasta e o substrato:

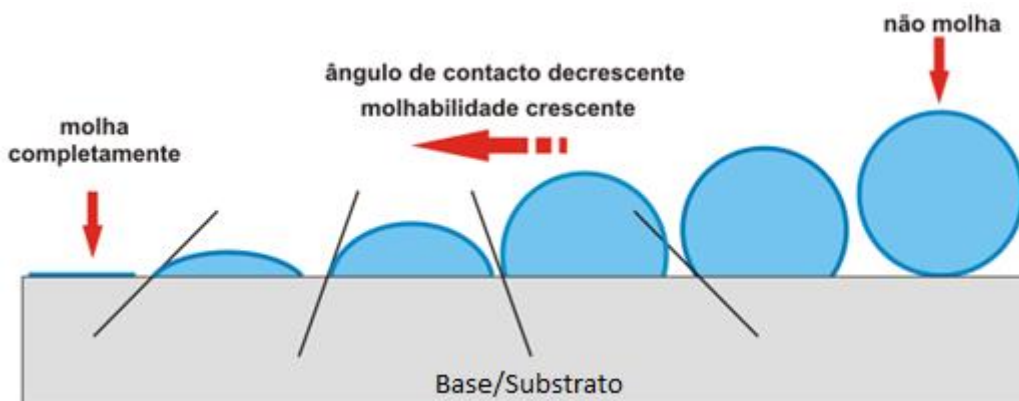


Figura 4: Interferência da Tensão Superficial e Molhabilidade da Base.
Fonte: http://alfaconnection.net/pag_avsf/fqm0101.htm, adaptada pela autora

De acordo com a figura 4 percebe-se que quanto menor a tensão superficial da pasta maior será a molhabilidade da base, ou seja, quanto menor o ângulo de contato maior será a aderência.

Nos sistemas de revestimento existem duas possibilidades de aderência da pasta ao substrato, sendo a aderência mecânica e a química.

TAHA & SHRIVE (2001) descrevem ser largamente aceito que a aderência às alvenarias se desenvolve segundo esses dois mecanismos, o de aderência química e mecânica.

a) Aderência Mecânica:

CARASEK *et al.* (2001) considera que a aderência da argamassa endurecida ao substrato é um fenômeno essencialmente mecânico, devido principalmente, à penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros ou entre as rugosidades da base de aplicação.

Quando a argamassa no estado fresco entra em contato com a superfície absorvente do substrato, parte da água de amassamento penetra no interior dos poros do substrato, e ao iniciar a hidratação do cimento há formação da etringita ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot3\text{CaSO}_4\cdot32\text{H}_2\text{O}$ – trissulfoaluminato de cálcio hidratado), que promove o intertravamento e conseqüentemente ancoragem da argamassa à base.

CARASEK (1996), percebeu isto através de estudos realizados com o aparelho MEV (Microscópio Eletrônico de Varredura), e chegou a conclusão que a aderência é decorrente deste intertravamento principalmente de etringita no interior dos poros do substrato.

b) Aderência Química:

A aderência química nas argamassas convencionais, não ocorre tão intensamente quanto a aderência Mecânica, já citada no item a.

TAHA & SHRIVE (2001) descrevem que a resistência de aderência advém de forças covalentes ou forças de Van Der Waals desenvolvidas entre a unidade de alvenaria e os produtos da hidratação do cimento.

KAMPF (2001) testou a aderência da argamassa utilizando como substrato placas de vidro e componentes de alvenaria. Com as placas de vidro atingiu-se apenas 1/10 da resistência de aderência, desta mesma argamassa aplicada sobre alvenaria de tijolos. Com isso este autor concluiu que a contribuição do sistema mecânico para a resistência de aderência é muito superior que a contribuição do sistema químico.

O sistema químico pode ser melhorado através do uso de aditivos adesivos, sendo estes bastante utilizados nos casos em que o substrato não apresente condições de porosidade, rugosidade e absorção de água suficientes e compatíveis com o desenvolvimento do sistema de aderência mecânica.

De acordo com a NBR7200/1998 a aderência do revestimento está relacionada com o grau de absorção da base, que propicia a micro-ancoragem, e com a rugosidade superficial, que contribui para a macro-ancoragem.

4.9 TIPOS DE SISTEMAS DE REVESTIMENTOS

4.9.1 REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA CONVENCIONAL

Argamassas convencionais são aquelas fabricadas na própria obra, constituídas por agregado miúdo, aglomerante, água e podendo possuir ou não aditivos ou adições. As argamassas confeccionadas em obra merecem atenção especial quanto a:

- Qualidade dos materiais utilizados, que não devem possuir materiais deletérios às argamassas como gorduras, materiais pulverulentos, dentre outros contaminantes.
- Cuidados quanto a dosagem das argamassas, que deve ser estudada de acordo com as características individuais dos materiais, (A quantidade de água também deve ser estudada de modo a garantir características desejáveis no estado fresco e no estado endurecido)
- Procedimentos corretos tanto para a confecção das argamassas, quanto aos tempos de maturação e utilização das mesmas.

Para assentamento de peças cerâmicas não se indica a utilização de argamassas convencionais, no entanto caso estas venham ser utilizadas alguns cuidados devem ser tomados como o umedecimento das peças cerâmicas antes da aplicação de modo que as peças não roubem a água da argamassa. A NBR 8214/1983 prevê que a placa cerâmica fique imersa de 15 minutos a 2 horas em recipiente com água limpa e antes do assentamento o excesso da água presente na peça deve ser escorrido.

As argamassas convencionais ainda são muito utilizadas pela maior parte dos construtores devido ao custo dos materiais e facilidade de acesso aos materiais em determinadas regiões.

4.9.1.1 Argamassas Simples

Argamassas simples são aquelas compostas por apenas um aglomerante, normalmente as argamassas simples possuem como aglomerante o cimento, que garante a resistência

mecânica das argamassas, porém as torna muito rígidas favorecendo a fissuração devido a baixa capacidade de absorção das deformações.

4.9.1.2 Argamassas Mistas

As argamassas mistas são compostas por mais de um aglomerante, como é o caso das argamassas de cimento e cal.

As argamassas mistas são muito utilizadas pelo fato de um aglomerante complementar ou contribuir com a ação do outro. Como já citado a cal melhora características no estado fresco tornando as argamassas mais plásticas e por ser um aglomerante aéreo irá posteriormente reagir com o CO₂ liberando água e auxiliando na hidratação do cimento.

A sua forma também contribui para a diminuição da porosidade das argamassas. Apesar de não apresentar resistência mecânica elevada, a cal contribui com a diminuição da rigidez das argamassas de cimento, sendo um material que possui características de absorção de tensões.

Assim obtêm-se as características da cal aliadas as características de resistência mecânica proporcionadas pelo cimento.

4.9.2 REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA

De acordo com a NBR 13529/2013 as argamassas industrializadas são aquelas provenientes da dosagem controlada, em instalação própria, de aglomerante(s) de origem mineral, agregado(s) miúdo(s) e eventualmente, aditivo(s) e adição(ões) em estado seco e homogêneo, ao qual o usuário somente necessita adicionar a quantidade de água requerida.

Devido ao maior controle tecnológico e ao uso de materiais devidamente selecionados e previamente estudados têm-se como resultado uma argamassa com melhores resultados se comparados às argamassas convencionais executadas sem controle.

O inconveniente, segundo alguns construtores, da utilização deste tipo de argamassa seria o custo, que inicialmente se comparado ao da argamassa convencional apresenta maior valor investido. Alguns pesquisadores garantem que o custo benefício da utilização das argamassas industrializadas é muito superior, visto que há facilidade no preparo, redução de mão de obra e durabilidade superior destas argamassas.

Para assentamento de revestimentos cerâmicos a argamassa convencional não é usual, sendo utilizadas as argamassas colantes indicadas segundo o tipo de peça a ser utilizada e segundo ambiente de aplicação. A seguir observa-se os tipos de argamassas colantes e requisitos de acordo com a NBR 14081/2012

Tabela 5: Requisitos de argamassa colante.

Tipo da argamassa colante	Aplicações	Tempo em aberto (minutos)
AC I	Ambientes internos exceto saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais	≥ 15
AC II	Pisos e paredes externos	≥ 20
AC III	Onde se necessita de alta resistência à tensões de cisalhamento, apresentando aderência superior a dos tipos AC-I e AC-II	≥ 20
AC I-E AC II-E AC III-E	Similar as do tipo I, II e III, porém com tempo em aberto estendido	Com acréscimo de no mínimo 10 minutos nos especificados acima
AC I-D AC II-D AC III-D	Similar as do tipo I, II e III, porém com deslizamento reduzido	Com deslizamento menor ou igual a 2 mm

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 14081/2012

4.10 ESCOLHA DO SISTEMA DE REVESTIMENTO

São diversos os fatores a serem levados em conta, e muitas as possibilidades de escolha de sistemas de revestimento.

Deve-se levar em conta:

- características físicas e químicas dos materiais,
- condições da base,
- comportamento dos revestimentos em contato com o substrato,
- se a área de aplicação é interna ou externa,
- o tipo de acabamento final,
- a resistência mínima requerida,
- o tipo de mão de obra disponível,
- as condições do ambiente de aplicação,
- prazo executivo,
- durabilidade e
- custo benefício.

Portanto antes de se proceder a escolha dos revestimentos a serem utilizados deve-se realizar estudos detalhados a fim de proporcionar aos usuários um revestimento com qualidade e melhor custo benefício.

4.10.1 TIPOS DE SUBSTRATO

Os substratos a serem tratados neste trabalho e os mais comumente utilizados são os blocos cerâmicos furados, blocos de concreto e superfícies de concreto.

4.10.1.1 BLOCOS CERÂMICOS

Os blocos cerâmicos têm como matéria prima a argila, que é proveniente da decomposição de rochas constituídas de argilo-minerais e outros minerais. Com água as argilas são moldáveis, conservam a forma moldada e endurecem com a perda de água, solidificando-se definitivamente com o calor.

Devido aos diferentes tipos de argila, há diversidade na composição mineralógica destas. Sabe-se que a partir desta diferença na composição haverá também diferenças relacionadas ao produto final, que estão diretamente relacionadas a retração do material e porosidade final das peças cerâmicas.

A principal norma relacionada aos blocos cerâmicos furados é a ABNT NBR 15270-1:2005 – Componentes cerâmicos – Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos.

Na figura 37 observa-se o ciclo para obtenção de blocos cerâmicos.



Figura 5: Fabricação de blocos cerâmicos. Fonte: Notas de aula de materiais cerâmicos <professor.ucg.br/.../Materiais%20Ceramicos%20-%20impressão.ppt>

É importante salientar que antes da exploração da matéria prima é necessária a realização de estudos de possíveis impactos ambientais e obtenção de autorizações ambientais de modo a não causar dano algum ao meio ambiente.

Conhecendo-se o tipo de material, prossegue-se a exploração da matéria prima da jazida, então é realizado o tratamento e a classificação do tipo de material. Logo em seguida realiza-se os tratamentos e regularização da matéria prima a fim de torná-la homogênea e sem impurezas. A seguir é feita a moldagem, com a barbotina, que nada mais é que uma mistura de argila e água, que pode ser feita por meio de prensagem ou extrusão.

Após a moldagem é realizada a secagem ao ar, que é de extrema importância antes da queima, pois faz com que os blocos cerâmicos percam a água impregnada nos poros aos poucos evitando o efeito da retração. Após serem secas ao ar, as peças são levadas ao forno a altas temperaturas para que haja queima do material e devido ao efeito de altas temperaturas a vitrificação dos cristais internos dos blocos cerâmicos, garantindo após o resfriamento que os mesmos possuam características desejáveis de resistência e durabilidade para o fim a que se destinam.

4.10.1.2 BLOCOS DE CONCRETO

Os blocos de concreto também são muito utilizados na construção civil. Destaca-se neste trabalho os blocos de concreto sem função estrutural e que são utilizados como vedação.

A norma de referência é:

NBR 6136:2014 - Blocos Vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos
ABNT - Alvenaria de Vedação com Blocos de Concreto

Muitos construtores não utilizam o chapisco ao utilizar o bloco de concreto, isto se dá pelo fato de o mesmo apresentar maior rugosidade e aparentar uma superfície que permita maior aderência mesmo sem a utilização do chapisco. Porém é um assunto ainda muito questionável, já que alguns estudos comprovam que revestimentos de argamassa executados em blocos de concreto sem o chapisco, não garantem a resistência mínima exigida por norma. Apesar disso muitos procedem com a não execução de chapisco, o que não seria uma boa prática por não possuir requisitos mínimos exigíveis por normas técnicas.

4.10.1.3 ESTUDO COMPARATIVO BLOCOS COM E SEM CHAPISCO

Um estudo comparativo de substratos com blocos cerâmicos, blocos maciços e blocos de concreto foi realizado, com o estudo da resistência a tração de revestimentos de argamassa com e sem chapisco. Analisando-se a figura a seguir observa-se os resultados obtidos, destacando-se em especial os blocos de concreto comparados aos blocos cerâmicos.

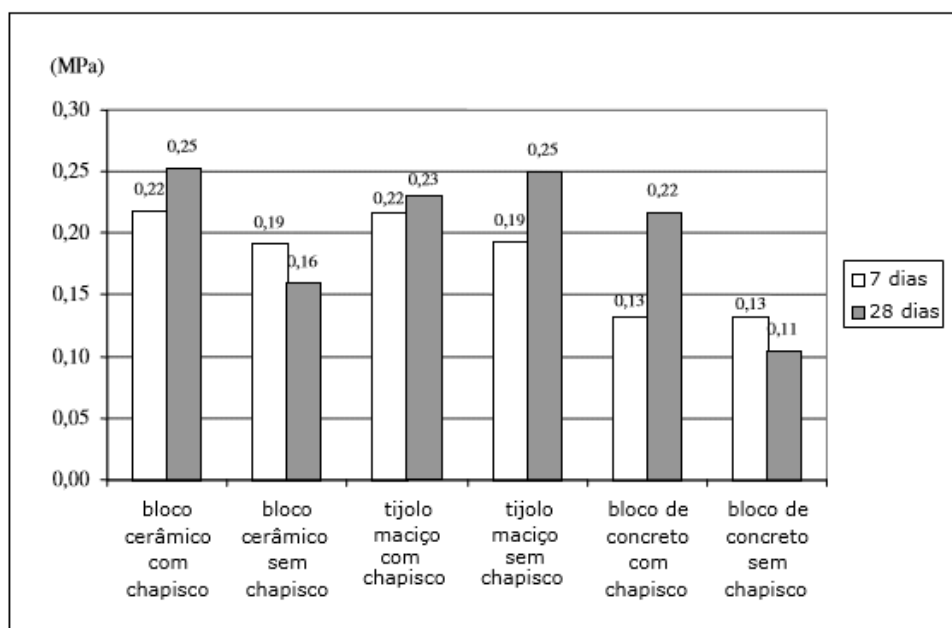


Figura 6: Resistência de aderência a tração - blocos com e sem chapisco.

Fonte: <http://www.estudostecnologicos.unisinos.br/pdfs/64.pdf>.

Percebe-se que nenhum dos resultados foi satisfatório ao valor de resistência à tração para ambientes externos que é de 0,3MPa. Porém fica claro a diferença dos resultados de resistência a tração aos 28 dias dos blocos de concreto sem chapisco e com chapisco.

Comparando-se os valores obtidos aos 28 dias percebe-se que os blocos de concreto sem chapisco apresentam apenas 50% da resistência obtida por revestimento de blocos de concreto com chapisco.

O resultado dos blocos de concreto com chapisco aos 28 dias apresentou um melhor resultado, apresentando o dobro da resistência de aderência à tração, o que comprova que mesmo que aparentemente os blocos de concreto não necessitem de chapisco para garantir melhor aderência, não deve ser baseado apenas em análises superficiais, mas

estudos devem ser realizados para comprovação da situação real dos blocos a serem utilizados de forma a obedecer as normas de referência.

4.10.1.4 CONCRETO ARMADO

As estruturas de concreto armado, quando não executadas como concreto aparente, também deverão receber revestimento para regularização da superfície e garantia de um acabamento final satisfatório.

No entanto a absorção de água superficial das estruturas de concreto são muito inferiores se comparadas aos blocos de vedação, tornando a aderência do revestimento a este tipo de substrato comprometida.

Com isso para garantia da aderência em superfícies de concreto sugere-se a execução de ponte de aderência por meio da utilização de chapisco colante, que é um chapisco industrializado com alto poder adesivo que irá garantir a perfeita aderência ao revestimento seja este de argamassa ou em gesso liso.

4.10.2 ENCONTRO DE BASES DIFERENTES

Quando houver encontro de bases de diferentes materiais, o revestimento estará submetido a esforços que poderão gerar deformações diferenciais consideráveis. Normalmente isto ocorre em encontros de alvenaria e vigas ou pilares, balanços, platibandas e últimos pavimentos. Segundo a NBR7200/1998 nestes casos deve-se utilizar tela metálica, plástica ou de outro material semelhante na junção destes materiais, criando uma zona capaz de suportar as movimentações diferenciais a que estará sujeita.

Esta norma também sugere como alternativa execução de uma junta que separe o revestimento aplicado sobre os dois materiais, permitindo que cada parte movimente-se independentemente. Ainda propõe, no caso de revestimento de paredes internas com fechamento de argamassa sob viga, o emprego argamassa com aditivo que aumente sua capacidade de deformação.

4.11 PROJETO

O projeto é um plano com instruções e determinações necessárias para obtenção de um revestimento de qualidade e durável. O projeto deve compor detalhadamente a especificação e a proporção de todos os materiais a serem utilizados, além dos métodos executivos. Estes materiais também devem ser ensaiados previamente para verificação da qualidade e características individuais dos mesmos.

A quantidade de água a ser utilizada também deve fazer parte do projeto, já que é um dos componentes das argamassas. Para a definição de materiais e da proporção destes é necessária a realização de diversos ensaios com dosagens diferenciadas de argamassas para verificar se estas são compatíveis com as condições do substrato e as condições ambientais do local de aplicação.

Estes ensaios devem acontecer de preferência no próprio substrato por meio de testes para verificação *in loco* das características dos revestimentos.

Os tipos de argamassa de teste devem ser baseados na experiência do projetista, que deve propor traços diferenciados e aplicados em diferentes locais da base. Após a aplicação dos revestimentos a serem ensaiados são realizados testes de arrancamento a fim de verificar o desempenho dos mesmos. Somente após a identificação do traço que demonstra melhor desempenho escolhe-se o traço final.

O projeto também deve conter detalhes sobre o método executivo indicando as camadas a serem realizadas, espessura destas camadas, tempo de cura, tempo de maturação, a necessidade ou não de telas de reforço, localização de juntas, procedimentos de preparo da base e limpeza.

Segundo a NBR 7200/1998 o projeto deve conter pelo menos:

- a) tipos de argamassa e respectivos parâmetros para definição dos traços;
- b) número de camadas;
- c) espessura de cada camada;
- d) acabamento superficial;

e) tipo de revestimento decorativo.

4.11.1 NORMAS DE REFERÊNCIA

Para execução do projeto e execução dos revestimentos deve-se observar as normas relacionadas. Algumas normas relacionadas a argamassa e ao gesso liso são descritas a seguir:

4.11.1.1 Argamassa

Norma ABNT NBR 13276/2002 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência

Norma ABNT NBR 13281/2001 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos

Norma ABNT NBR 13755/1996 - Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento

Norma ABNT NBR 14084/2004 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas -Determinação da resistência de aderência à tração

Norma ABNT NBR 13529/1995 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia

Norma ABNT NBR 13749/1996 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação

Norma ABNT NBR 6453/1988 - Cal virgem para construção - Especificação

Norma ABNT NBR 7175/2003 - Cal hidratada para argamassas - Especificação

4.11.1.2 Gesso

Norma ABNT NBR13867/1997 - Revestimento interno de paredes e tetos com pasta de gesso - Materiais, preparo, aplicação e acabamento.

Norma ABNT NBR 13207/1994 - Gesso para construção civil - Especificação. Esta norma diz respeito à caracterização do gesso.

Alguns ensaios de laboratório:

Norma ABNT NBR 13276:1995 - Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação do teor de água para obtenção do índice de consistência-padrão - Método de ensaio

Norma ABNT NBR 13277:1995 - Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água - Método de ensaio

Norma ABNT NBR 13278:1995 - Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado - Método de ensaio

Norma ABNT NBR 13279:1995 - Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à compressão - Método de ensaio

4.12 MÉTODOS EXECUTIVOS PARA REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA

4.12.1 PREPARO DA BASE

A NBR 7200/1998 exige que para execução do revestimento, a base deve estar executada a pelo menos 14 dias.

Segundo Yazigi (2006) deve ser realizado o preparo da base com remoção das sujeiras ou incrustações como óleos, graxas, desmoldantes e eflorescências empregando-se vassouras de piaçava, escova de aço ou equipamento de água pressurizada.

Além disso, também se faz necessária a remoção de pregos, arames, pedaços de madeira e qualquer outro “material estranho”, preenchendo-se com argamassas de mesmo traço da que será utilizada no revestimento, todos os vazios provenientes destes defeitos, rasgos, quebra parcial de blocos, depressões localizadas e outros defeitos. Já nos rasgos para embutir instalações é necessário a colocação de telas de aço.

CARVALHO, JR (2005), em sua tese de doutorado, afirma que pode-se adotar os seguintes procedimentos para limpeza da base:

- Remoção da base de materiais pulverulentos (pó, barro e fuligem), escovando a parede com vassoura de piaçava seguida, se necessário, de lavagem.
- Fungos (bolor) e microorganismos podem ser removidos com a utilização de solução de hipoclorito de sódio (4 % a 6 % de cloro), seguida de lavagem da região com bastante água.
- Substâncias gordurosas e eflorescências podem ser eliminadas com uma solução de 5 % a 10 % de ácido muriático diluído em água, seguida de lavagem da área com água em abundância.
- Em se tratando da base de concreto, deve-se remover completamente a película de desmoldante, caso este tenha sido utilizado, com escova de aço, detergente e água seguindo-se a uma operação de apicoamento. Além disso, todos os pregos e arames que porventura tenham sido deixados pelas fôrmas devem ser retirados ou cortados e tratados com zarcão de boa qualidade.

- Antes de qualquer procedimento de limpeza com produtos químicos, a base deverá ser completamente saturada com água, e deverá ser lavada com água em abundância, após aplicação, para a sua completa remoção.

Segundo a NBR 7200/1998 sendo a base do revestimento com elevada absorção, exceto parede de bloco de concreto, esta deve ser previamente molhada antes da aplicação da argamassa a fim de que a mesma não “roube” a água da mistura.

Antes do início de qualquer procedimento de lavagem, a base deve ser saturada com água limpa, para evitar a penetração, em profundidade, da solução de lavagem empregada.

Ainda segundo Yazigi (2006), o substrato precisa ser abundantemente molhado antes de receber o chapisco, para que não ocorra absorção da água necessária à cura da argamassa do chapisco. Entretanto, este mesmo autor observa que o excesso de água (saturamento), pode ser prejudicial, uma vez que os poros saturados irão inibir o microagultamento da pasta de aglomerante dentro dos mesmos (mecanismo que configura a aderência sobre substratos porosos).

Para bases de concreto a argamassa de chapisco deve ser preferencialmente industrializada, pois apresenta melhor aderência do que a preparada na obra. Neste caso a mesma é aplicada com desempenadeira metálica denteada sobre a estrutura de concreto. O revestimento em chapisco se fará tanto nas superfícies verticais ou horizontais de concreto como também nas superfícies verticais da alvenaria para posterior revestimento de emboço ou massa única. Em locais com baixa temperatura, deve-se ter o cuidado na umidificação do substrato para aplicação do chapisco, pois pode ocasionar excesso de umidade e inviabilizar a aderência.

4.12.2 TÉCNICAS EXECUTIVAS DAS ARGAMASSAS

As argamassas de chapisco devem ser preparadas preferencialmente com areia grossa e possuir fluidez suficiente para permitir a penetração da pasta nos poros da base. O traço mais utilizado para argamassas de chapisco é o 1:3 (uma medida de cimento para três medidas de areia lavada grossa)

De acordo com CARVALHO, JR. (2012), as técnicas executivas para execução dos revestimentos argamassados (emboço e reboco), podem seguir as seguintes recomendações:

- a) Colocação de taliscas p/ execução das mestras (mesmo prumo afastadas de +/- 1,50m) definindo a espessura do emboço (revestimento argamassado onde serão assentados outros revestimentos, tais como cerâmica ou granitos, como acabamento final).
- b) Execução das mestras: cantos e internas espaçadas de 2,00 a 2,50m (linhas).
- c) Após a secagem das mestras, faz-se o enchimento e sarrafeamento dos espaços entre as mestras (do teto para o piso).
- d) Após sua projeção, a argamassa deve ser apertada contra a parede (aumenta a aderência e diminui o volume de vazios do revestimento fresco, o que contribui para evitar fissuras de retração de secagem).
- e) O sarrafeamento só deve ser realizado após certo período (na obra diz-se que o pedreiro espera a argamassa “puxar”). O sarrafeamento realizado com a espera de tempo inferior ao adequado após a aplicação da argamassa resulta em fissuras provocadas pela perturbação precoce desta argamassa (esta operação conclui a operação de execução do emboço, que deve ser somente sarrafeado, ou no máximo levemente desempenado, mas nunca feltrado).
- f) Para execução do reboco (ou massa única – revestimentos onde será aplicada pintura como revestimento final) cumprem-se as etapas anteriores, e, após o sarrafeamento alisa-se o revestimento com a desempenadeira de madeira, e na seqüência aplica-se o feltramento (descrição nos itens seguintes).
- g) A aplicação da desempenadeira de madeira deve ser realizada após um intervalo de tempo mínimo (verificado pelo pedreiro na obra no momento em que pressiona com o polegar a superfície do revestimento e este não afunda). A operação de desempenho promove fluxo de pasta para a superfície para que os grãos do agregado fiquem envoltos pela mesma (aumenta a resistência mecânica da superfície).
- h) Após o desempenho, procede-se à operação de feltramento ou camurçamento, que consiste na operação de fricção da superfície do revestimento, com espuma de poliuretano (esponja) ou desempenadeira de espuma, através de movimentos

circulares de modo a retirar o excesso de pasta surgido na operação de desempenho e a deslocar os grãos de agregado, preenchendo-se e/ou alisando-se pequenas irregularidades, até a obtenção de uma textura final homogênea com o mínimo de vazios (“camurçada”). Durante o camurçamento pode-se umedecer a superfície ou a espuma com nata de argamassa para o preenchimento dos vazios e melhor homogeneização da textura camurçada. Esta operação contribui para um menor consumo de massa corrida (no caso da utilização desta para preparação da base para recebimento da pintura decorativa).

- i) Para espessuras maiores que 30mm e menores que 50mm: chapar a argamassa de duas vezes, só sarrafeando e desempenando a 2ª-camada. Para espessuras acima de 50mm deve-se proceder ao encasque (enchimento de depressões com material idêntico ao da alvenaria, assentado com argamassa forte de cimento e areia traço 1:5). No caso de fachadas deve-se realizar projeto do revestimento utilizando-se telas eletro-soldada fixadas mecanicamente à pólvora.
- j) O reboco (ou massa única) é que confere a textura superficial final aos revestimentos, sendo a pintura, em geral, aplicada diretamente sobre o mesmo. Portanto, não deve apresentar fissuras, principalmente em aplicações externas. Para isto, a argamassa deverá apresentar elevada capacidade de deformação plástica.
- k) Mesmo o aparecimento de pequenas fissuras (que em situação de solicitação menos intensa podem não representar prejuízo), no revestimento externo representam um ponto crítico. Havendo um ciclo contínuo de expansão e retração termo-higroscópica da vedação, poderá ocorrer a abertura daquelas fissuras, rompendo a película da pintura e comprometendo a durabilidade do sistema.
- l) Em se tratando das trincas e fissuras pode-se tomar como referência para a avaliação da quantidade de fissuras em um revestimento o seu Índice de Fissuração. Este parâmetro foi definido pelo Projeto Argamassa (FERREIRA *et al.*, 1996) e é obtido da seguinte maneira: a cada 50m² de emboço deve-se escolher aleatoriamente um quadrado de 1m² e contar o número de fissuras que existe dentro dele. Especifica-se em 3 fissuras a quantidade delas aceitável dentro deste 1m², em se tratando de um emboço externo que será base para o assentamento de placas de revestimento. Para fins de identificação das fissuras,

elas terão de ser contínuas, com seu desenvolvimento em uma direção preferencial e com comprimento não inferior a 2cm.

No preparo de argamassas de cal ou mistas deve ser feita a maturação da cal. Segundo a NBR 7175/2003 deve seguir os seguintes procedimentos:

- Para as obras que empreguem pasta de cal hidratada, deve-se colocar a cal em um recipiente com água até que forme uma pasta bem viscosa, não devendo ser usada água em excesso. A pasta produzida deve maturar durante 16 h no mínimo.
- Observação: Quando utilizada cal com garantia de 0% de óxidos não hidratados acrescida de aditivo incorporador de ar, as operações de maturação da cal, descritas anteriormente, são desnecessárias.
- Para obras que empreguem mistura prévia de cal e areia, deve-se misturar primeiramente a areia e a cal, e após, acrescentar água, atingindo-se consistência seca. A mistura produzida deve ser deixada em maturação durante 16 h no mínimo.
- O canteiro de produção deve possuir silos ou recipientes de armazenamento estanques, protegidos de chuva e de insolação.
- A mistura de cal e areia, e a pasta de cal, quando armazenadas, devem ser mantidas permanentemente úmidas para evitar o enrijecimento e formação de grumos de difícil homogeneização. Grumos ou torrões eventualmente formados devem ser desfeitos antes da adição dos demais constituintes da argamassa.
- No preparo de argamassas mistas, o cimento deve ser adicionado no momento da sua aplicação, atendido o prazo de maturação da pasta ou da mistura cal e areia. No preparo das argamassas industrializadas, seguir as instruções de documento técnico que acompanham o produto.

4.12.3 CURA

A cura das argamassas de cimento também é muito importante, pois garante o ganho de resistência decorrente da hidratação do cimento. Antes do tempo de cura não deve-se realizar os demais procedimentos a fim de serem evitadas patologias futuras.

De acordo com a NBR 7200/1998, quando se fizer uso de argamassas preparadas em obra, as bases de revestimento devem ter as seguintes idades mínimas:

- a) 28 dias de idade para as estruturas de concreto e alvenarias armadas estruturais;
- b) 14 dias de idade para alvenarias não armadas estruturais e alvenarias sem função estrutural de tijolos, blocos cerâmicos, blocos de concreto e concreto celular, admitindo-se que os blocos de concreto tenham sido curados durante pelo menos 28 dias antes da sua utilização;
- c) 3 dias de idade do chapisco para aplicação do emboço ou camada única; para climas quentes e secos, com temperatura acima de 30°C, este prazo pode ser reduzido para dois dias;
- d) 21 dias de idade para o emboço de argamassa de cal, para início dos serviços de reboco;
- e) 7 dias de idade do emboço de argamassas mistas ou hidráulicas, para início dos serviços de reboco;
- f) 21 dias de idade do revestimento de reboco ou camada única, para execução de acabamento decorativo.
- g) Quando a argamassa de emboço for aplicada em mais de uma demão, deve-se respeitar o prazo de 24 h entre aplicações.

Já para revestimentos de argamassas industrializadas ou dosadas em central, estes prazos podem ser alterados, se houver instrução específica do fornecedor, com comprovação através de ensaios de laboratório credenciado pelo INMETRO.

4.12.4 TECNOLOGIA PARA APLICAÇÃO DA ARGAMASSA

A argamassa projetada vem ganhando seu espaço na construção civil, devido ao significativo aumento de produtividade com menor disponibilização de mão de obra.

Antes da contratação deste serviço devem ser verificadas as exigências das empresas especializadas quanto a disponibilização de materiais, energia elétrica, andaimes e demais ferramentas necessárias para o andamento dos serviços, tudo deve estar bem claro por meio de contrato.

A fim de se evitarem problemas futuros os serviços devem ser bem planejados para que a frente de serviço esteja liberada e os serviços sejam executados como planejado, obedecendo da mesma forma os tempos de cura e procedimentos para obtenção de um revestimento de qualidade.



Figura 7: Argamassa Projetada Fonte: site ABCP - <http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/polo-de-sorocaba-trabalha-revestimento-de-argamassa#.U5DsXyO5fIU>

4.13 MÉTODOS EXECUTIVOS DO GESSO LISO

4.13.1 PREPARO DA BASE

Segundo a Norma NBR 13867/1997, a base deve ser regular para se garantir a aplicação de uma camada uniforme do revestimento em pasta de gesso. Sugere-se que havendo necessidade, a superfície deve ser regularizada com argamassa. A superfície também

deve estar limpa, livre de pó, graxa, óleos ou outros materiais que diminuam a aderência, como eflorescências visíveis, que devem ser eliminadas ou neutralizadas.

A base deve ser umedecida antes da aplicação da pasta de gesso e se houver necessidade, em caso de superfícies pouco absorventes, deve-se fazer aplicação de argamassa de chapisco ou emulsões adesivas.

Superfícies com tintas devem ser escarificadas ou limpas rigorosamente antes da aplicação da pasta de gesso.

4.13.2 PREPARO E UTILIZAÇÃO DA PASTA DE GESSO

Sabe-se que a pega do gesso ocorre muito rapidamente, com isso a pasta de gesso para revestimento deve ser preparada em quantidade suficiente para ser aplicada antes do início da pega. Depois de endurecida a pasta não poderá se tornar novamente trabalhável com adição de água.

A quantidade de água a ser utilizada na preparação da pasta de gesso, será conforme recomendação do fabricante. A água deve ser colocada na proporção recomendada e sobre ela o gesso deve ser adicionado até que haja absorção completa sem a intervenção manual ou mecânica, evitando-se a aceleração da pega. Com as mestras já nos devidos lugares, a fim de proporcionar uma superfície regular nivelada e apumada, deve-se, com uma colher de pedreiro ou ferramenta similar, executar a aplicação. As camadas podem ser aplicadas quantas vezes forem necessárias para obtenção dos resultados esperados.

4.13.3 TECNOLOGIA PARA APLICAÇÃO DA PASTA DE GESSO

Gesso liso projetado:

Assim como a tecnologia para argamassa, há também a tecnologia que proporciona o lançamento da pasta de gesso em superfícies por meio de uma máquina de projeção. Esta tecnologia garante menor tempo gasto para aplicação, maior limpeza do ambiente, visto que há menos resíduo gerado, garantindo maior eficiência e garantia da qualidade.



Figura 8: Projeção de pasta de gesso.Fonte: <http://www.calgesso.com.br/servicos/revestimento-de-gesso-liso>

4.14 PATOLOGIAS EM SISTEMAS DE REVESTIMENTO

A NBR 13749 (ABNT, 1996) prescreve que o revestimento de argamassa deve apresentar textura uniforme, sem imperfeições, tais como: cavidades, fissuras, manchas e eflorescência, devendo ser prevista na especificação de projeto a aceitação ou rejeição, conforme níveis de tolerâncias admitidas.

4.14.1 PATOLOGIA DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA: DEFINIÇÃO

Patologia dos revestimentos de argamassa é de acordo com Carasek (2010), a deterioração prematura dos revestimentos de argamassa decorrente de diferentes formas de ataque, as quais podem ser classificadas em físicas, mecânicas, químicas e biológicas. “No entanto, essa distinção entre os processos é meramente didática, pois, na prática, os fenômenos freqüentemente se sobrepõem, sendo, portanto, necessário considerar também as suas interações. Além disso, geralmente, os problemas nos revestimentos se manifestam através de efeitos físicos nocivos, tais como, desagregação, descolamento, vesículas, fissuração e aumento da porosidade e permeabilidade”. Para exemplificar Carasek apresenta uma classificação dos processos

de deterioração dos revestimentos de argamassa, apresentando exemplos de causas típicas associadas a eles conforme figura a seguir.

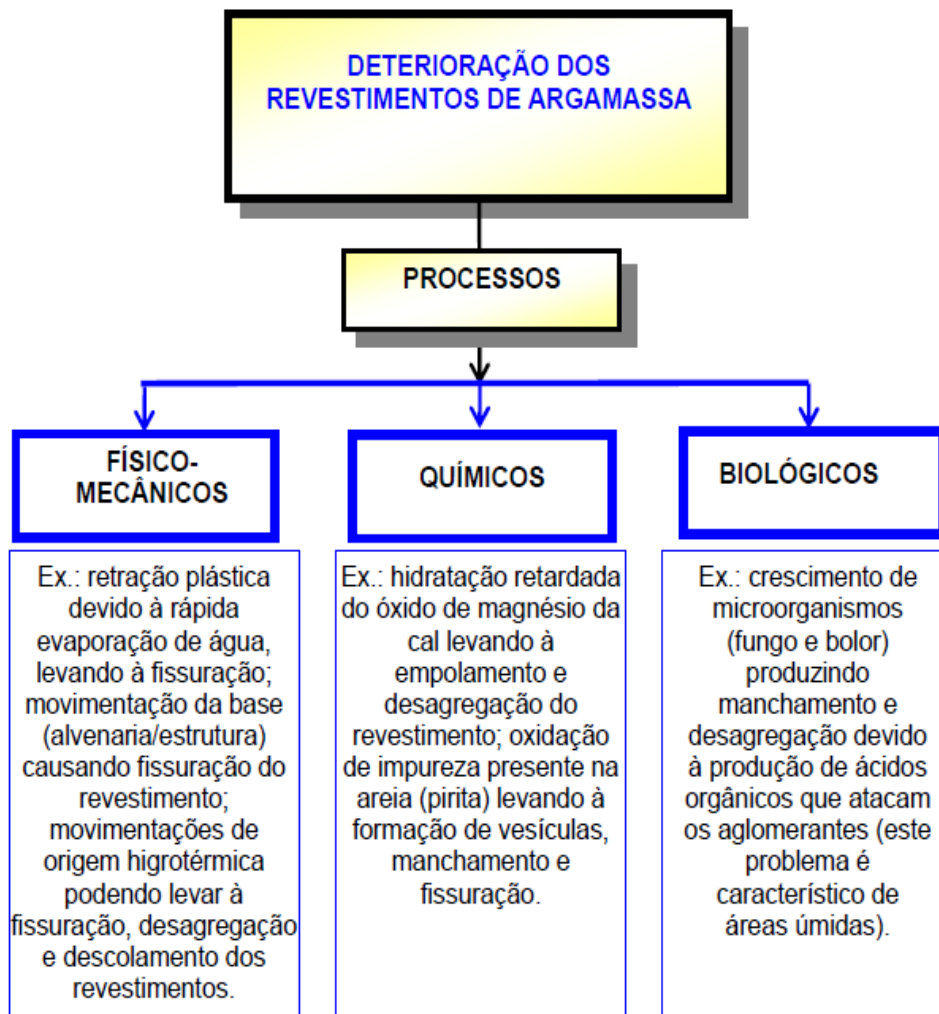


Figura 9: Processos de deterioração dos revestimentos de argamassa. Fonte: <<http://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/03/patologias-em-argamassa.pdf>>

Carasek (2010) também afirma que existe outra maneira de se classificar a patologia analisando-se a origem da fonte causadora da mesma, podendo a deterioração das argamassas ser causada tanto por fatores externos ao revestimento como por causas internas à própria argamassa, sendo assim os fatores correspondentes:

- a qualidade dos materiais constituintes da argamassa;
- a composição (ou traço) da argamassa;
- os processos de execução;

- os fatores externos (p.ex. exposição às intempéries, poluição atmosférica, umidade de infiltração, etc.).

A mesma também afirma que todos os fatores acima são muito importantes, mas muitas vezes, se não quase sempre, as causas de deterioração são provenientes da associação de mais de um fator.

Segundo Bauer (2010) por diversas vezes o Centro Tecnológico Falcão Bauer tem sido solicitado para analisar casos de anomalias em revestimentos, o mesmo afirma que as falhas podem ser causadas por deficiências de projeto, por desconhecimento das características dos materiais empregados e/ou emprego de materiais inadequados, por erros de execução, seja por deficiência de mão de obra, desconhecimento ou não observância de Normas Técnicas e por problemas de manutenção.

A figura a seguir demonstra as possibilidades de origens dos problemas patológicos das construções.

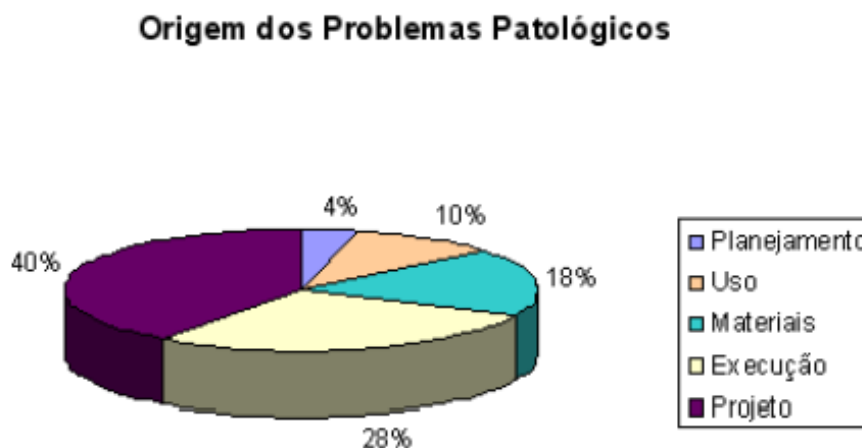


Figura 10: Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civis. Fonte: Adaptado de HELENE & FIGUEIREDO, (2003).

Observando-se a figura 10 conclui-se que a maior causa das manifestações patológicas ocorrem devido a erros durante a fase de projeto (40%) e execução (28%). Também é comum o surgimento de patologias devido a falhas na qualidade dos materiais utilizados, falhas durante o uso e planejamento inadequado.

Segundo Pedro *et al* (2002), as Patologias podem ser:

a) Congênitas

“Quando originárias da fase de projeto, em função da não observância das normas técnicas, ou de erros e omissões dos profissionais, que resultam em falhas no detalhamento e concepção inadequada dos revestimentos. Causam em torno de 40% das avarias registradas em edificações. Quando o projetista deixa de observar requisitos básicos relativos ao funcionamento e qualidade global da obra, interações entre as partes da construção e de construtibilidade, é freqüente o aparecimento das patologias congênitas.”

b) Construtivas

“Sua origem está relacionada à fase de execução da obra, resultante do emprego de mão de obra despreparada, produtos não certificados e ausência de metodologia para assentamento das peças, o que, segundo pesquisas mundiais, são responsáveis por 25% das anomalias em edificações.”

“O treinamento das equipes de mão de obra, a padronização de procedimentos e a verificação de conformidade podem minimizar as patologias.”

c) Adquiridas

“Ocorrem durante a vida útil dos revestimentos, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem, podendo ser naturais, decorrentes de agressividade do meio, ou decorrentes da ação humana, em função de manutenção inadequada ou realização de interferência incorreta nos revestimentos, danificando as camadas e desencadeando um processo patológico. Como exemplo, citamos a maresia, em regiões marítimas e os ataques químicos em regiões industriais.”

d) Acidentais

“São caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum, como a ação da chuva com ventos de intensidade anormal, recalques estruturais e incêndios, dentre outros. Sua ação provoca esforços de natureza imprevisível, especialmente na camada de base e sobre os rejuntas. Podem também atingir as placas cerâmicas, provocando movimentações que irão desencadear processos patológicos em cadeia.”

Tabela 6: Parte I -Identificação das causas, extensão do dano e solução.

Manifestações	Aspecto observado	Causas prováveis atuando com ou sem simultaneidade	Reparos
Bolor	Manchas de umidade	Umidade constante	Eliminação da infiltração da umidade
	Pó branco acumulado sobre a superfície	Sais solúveis presentes no elemento da alvenaria Sais solúveis presentes na água de amassamento ou unidade infiltrada Cal não carbonada	Secagem do revestimento Escovamento da superfície Reparo do revestimento quando pulverulento
Vesículas	Manchas esverdeadas ou escuras.	Umidade constante	Eliminação da infiltração da umidade
	Revestimento em desagregação.	Área não exposta ao sol	Lavagem com solução de hipoclorito Reparo do revestimento quando pulverulento
Deslocamento com Empolamentos	Empolamento da pintura, apresentando-se as partes internas das empolas na cor: - branca	- Hidratação retardada de óxido de cálcio da cal.	Renovação da camada de reboco
	- preta - vermelho acastanhado - bolhas contendo umidade interior☐	- Presença de piritas ou de matéria orgânica na areia - Presença de concreções ferruginosas na areia - Aplicação prematura de tinta impermeável	Eliminação da infiltração da umidade
Deslocamento com Empolamentos	A superfície do reboco formando bolhas cujos diâmetros aumentam progressivamente	Infiltração de umidade	Renovação da pintura
	O reboco apresenta som cavo sob percussão☐	Hidratação retardada do óxido de magnésio da cal	Renovação da camada de reboco

Fonte: DEMILITO, J. A. *Apostila Patologias mais comuns em Revestimentos*, 2009.

Tabela 7: Parte II - Identificação das causas, extensão do dano e solução.

Fissuras Mapeadas	As fissuras têm forma variada e distribuem-se por toda a superfície	Retração da argamassa de base □	Renovação do revestimento Renovação da pintura
Deslocamento em Placa	A placa apresenta-se endurecida, quebrando com dificuldade. Sob percussão o revestimento apresenta som cavo	- A superfície de contato com a camada inferior apresenta placas freqüentes de mica - Argamassa muito rica - Argamassa aplicada em camada muito espessa - A superfície da base é muito lisa - A superfície da base está impregnada com substância hidrófuga - Ausência da camada de chapisco	Renovação do revestimento: - apicoamento da base - eliminação da base hidrófuga - aplicação de chapisco ou outro artifício para melhoria da aderência
	A placa apresenta-se endurecida, mas quebradiça, desagregando-se com facilidade Sob percussão o revestimento apresenta som cavo	Argamassa magra Ausência da camada de chapisco	Renovação do revestimento
Fissuras Horizontais	Apresenta-se ao longo de toda a parede	Expansão da argamassa de assentamento por hidratação retardada, do óxido de magnésio da cal.	Renovação do revestimento após hidratação completa da cal da argamassa de assentamento
	Deslocamento do revestimento em placas, com som cavo sob percussão	Expansão da argamassa de assentamento por reação cimento-sulfatos ou devido à presença de argilo-minerais expansivos no agregado	A solução a adotar é função da intensidade da reação expansiva
Deslocamento com Pulverulência	- A película de tinta desloca arrastando o reboco que se desagrega com facilidade - O reboco apresenta som cavo sob percussão	- Excesso de finos no agregado - Traço em aglomerantes - Traço excessivamente rico em cal - Ausência de carbonatação da cal - O reboco foi aplicado em camada muito espessa	Renovação da camada de reboco

Fonte: DEMILITO, J. A. *Apostila Patologias mais comuns em Revestimentos*, 2009.

Tabela 8: Degradação patológica, descrição e causas prováveis.

Tipo de degradação patológica	Descrição	Causas Prováveis
Alteração da cor das superfícies do revestimento	Acumulação de material estranho na superfície do revestimento final de origem diversa (poeiras e outros poluentes atmosféricos), de fraca aderência, de coloração uniforme nas zonas protegidas da chuva ou com coloração diferenciada nas zonas de escorrências.	Acumulo de poeiras, partículas poluentes de cor escura-castanha, cinzenta ou preta
Aparecimento de micro-organismos biológicos (Fungos/bolores de cor escura)	Desenvolvimento de micro-organismos biológicos nas superfícies de fachadas que permanecem úmidas por longos períodos, com menor exposição solar e com rugosidades que facilitam a fixação de nutrientes (material orgânico).	ausência de luminosidade, ou luminosidade baixa, presença de umidade constante, presença de matéria orgânica.
Presença de vegetação parasitária (organismos biológicos: algas, líquenes, musgos, de cor verde, amarela, laranja e/ou azul)	Desenvolvimento na superfície úmida das fachadas com acumulação de sujidade, de organismos biológicos - algas, líquenes, musgos e outras plantas superiores de pequeno arbóreo (trepadeiras), na presença de luz e de nutrientes (sais minerais).	ausência de luminosidade, ou luminosidade baixa, presença de umidade constante, presença de matéria orgânica.
Umidade	Alterações de cor devido a zonas mais umedecidas que outras, com diferentes origens.	umidade de obra, terreno, precipitação, fenômenos higroscópicos, falhas de impermeabilização ou outras causas fortuitas.
Fissuração do revestimento	Aberturas de diferentes dimensões nos revestimentos podendo ser classificadas como microfissuras, fissuras, rachaduras ou fendas.	A fissuração resulta geralmente de erros associados à execução das várias fases de aplicação do sistema, ou devido a fatores externos (ex: problemas estruturais).
Destacamento e/ou empolamento do reboco ou do revestimento final	O reboco se solta da base, ou forma superfície rugosa.	Estas anomalias resultam das condições de aplicação do reboco ou do revestimento final, ou qualidade dos materiais utilizados.
Desplacamento generalizado e queda do sistema	O revestimento se desprende do substrato, devido a falta de aderência do sistema, podendo ser tanto do reboco ou emboço e a base, ou entre o emboço e o revestimento cerâmico.	A descolagem generalizada do sistema resulta geralmente de exigências negligenciadas no projeto de execução, consequência do deficiente diagnóstico ou preparação do suporte e pelo desrespeito das regras de aplicação de fixação do sistema.
Eflorescência	Eflorescência são manchas esbranquiçadas que se sobressaem ao revestimento cerâmico e a ele aderem.	O hidróxido de cálcio livre do cimento reage com o anidrido carbônico do ar e resulta em carbonato de cálcio, sal insolúvel de coloração branca.

Fonte: Adaptado pela Autora de Oliveira, 2011.

4.14.2 PATOLOGIAS OCASIONADAS POR MOVIMENTAÇÕES TÉRMICAS

Thomas (2007) fala sobre os mecanismos de formação de fissuras e explica que as movimentações térmicas de um material estão relacionadas com as propriedades físicas do mesmo e com a intensidade da variação da temperatura. Segundo este autor a magnitude das tensões desenvolvidas é função da intensidade da movimentação e do grau de restrição imposto pelos vínculos a esta movimentação e das propriedades elásticas do material.

Ainda Segundo Thomas (2007), as fissuras de revestimentos, causadas por movimentações térmicas das paredes, irão depender, sobretudo do módulo de deformação da argamassa, sendo desejável, portanto, que a capacidade de deformação do revestimento supere com folga a capacidade de deformação da parede. Sendo que as principais movimentações diferenciadas ocorrem em função de:

- junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, sujeitos a mesma variação de temperatura
- exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais
- gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente.

Além da amplitude da movimentação, também deve-se levar em conta a velocidade com que esta ocorre, pois se for lenta pode ser absorvida pelo material, o que pode não ocorrer com uma movimentação brusca.

As variações de temperatura podem gerar tensões de cisalhamento na interface base/argamassa que podem comprometer a durabilidade dos revestimentos em decorrência dos possíveis descolamentos do revestimento.

Conforme visto no quadro de (SILVA, 2012), a seguir os materiais possuem coeficientes de dilatação diferentes.

Tabela 9: Características térmicas dos materiais.

Material	Coef. de dilatação térmica linear (°C.10⁻⁶)
Rochas naturais -Granito -Calcário -Arenito	8-10 3-4 7-12
Compósitos a base de gesso -Gesso de estuque -Placas de gesso	16-18 18-21
Compósitos a base de cimento 1-Argamassa 2-Concreto (Seixo rolado) 3- Concreto (brita) 4-Concreto celular 5-Cimento com fibra de vidro 6- Cimento amianto	1) 10-13 2) 12-14 3)10-13 4) 8 5) 7-12 6) 8-12
Tijolos ou blocos vazados -Concreto -Concreto celular -Sílico Calcário -Barro cozido	6 - 12 8 8-14 5-8

Fonte: adaptada de SILVA, 2012 (notas de aula do curso Patologias das Construções).

Materiais diferentes deformam-se de maneira diferente de acordo com a variação de temperatura a que estão expostos. Com o acréscimo de temperatura os materiais de revestimento tendem a dilatar-se.

Segundo Reis (2013) “Para um estudo mais pormenorizado, pode-se classificar essa dilatação em três tipos: dilatação linear (que ocorre apenas numa dimensão), dilatação superficial (ocorre em duas dimensões) e dilatação volumétrica (ocorre

em três dimensões). Todos os materiais são caracterizados por um coeficiente de dilatação térmica linear, α . Este parâmetro permite prever as deformações sofridas pelos materiais devido à ação da temperatura.”

No caso dos revestimentos a ocorrência predominante é o aumento de área superficial. Considerando-se:

A_0 = Área inicial da superfície,

A_f = Área final, após acréscimo da temperatura Δt ,

t_0 = temperatura inicial,

t = temperatura final

Conforme figura a seguir, observa-se a variação de área de acordo com a variação de temperatura:

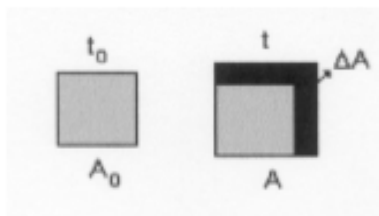


Figura 11: Influência do acréscimo de temperatura na superfície dos materiais.

De acordo com Reis (2013), a variação da área da seção, ΔA , devido ao acréscimo de temperatura Δt do material é calculada pela expressão:

$$\Delta A = \beta \times \Delta t \times A_0; (1)$$

Onde:

$$\beta = 2 \times \alpha \quad (2)$$

Δt - Variação de temperatura, $t - t_0$ ($^{\circ}\text{C}$);

A_0 - Área da seção inicial (mm^2);

ΔA - Acréscimo de Área, decorrente da variação térmica;

α - Coeficiente de dilatação Linear ($^{\circ}\text{C}^{-1}$);

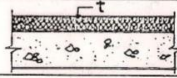
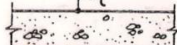
β - Coeficiente de dilatação superficial ($^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Com a aplicação da equação 1 acima, pode-se perceber que para superfícies materiais diferentes, expostos a uma mesma variação de temperatura Δt , e com mesma Área inicial A_0 , terão a variação de área ΔA diretamente proporcional ao coeficiente de dilatação linear. Portanto quanto maior o coeficiente de dilatação linear, maior será a variação de área superficial do revestimento.

Outro fator importante a ser considerado é a cor da superfície dos revestimentos, principalmente no que diz respeito aos revestimentos externos, que estão constantemente expostos à radiação solar.

Segundo Latta (2012), a temperatura superficial externa das paredes pode ser estimada em função do coeficiente de absorção solar a e em função da temperatura do ar T_a , conforme tabela a seguir:

Tabela 10: Estimativa da temperatura Superficial de lajes e paredes.(valores de t em $^{\circ}\text{F}$)

Presença ou não de isolação térmica	Cor da superfície exposta à radiação	
	cores claras	cores escuras
	$t_{\text{max}} = t_A + 100$ $t_{\text{min}} = t_A - 20^{\circ}\text{F}$	$t_{\text{max}} = 1,3 t_A + 130$
	$t_{\text{max}} = t_A + 75$ $t_{\text{min}} = t_A - 10^{\circ}\text{F}$	$t_{\text{max}} = t_A + 100$

Fonte: LATTA, 2012.

Tabela 11: Valores sugeridos por Latta para coeficiente de absorção solar a :

TIPO DE MATERIAL	COR DA SUPERFÍCIE	COEFICIENTE a
NÃO-METÁLICOS	Preta	0,95
	Escura	0,80
	Cinza-clara	0,65
	Branca	0,45
METÁLICOS	Cobre oxidado	0,80
	Cobre polido	0,65
	Alumínio	0,60
	Ferro Galvanizado	0,90

Fonte: LATTA, 2012.

Analisando-se as tabelas acima, pode-se fazer o comparativo de variação térmica superficial entre um revestimento com acabamento final de cor clara e um revestimento com acabamento final de cor preta.

Considerando-se uma superfície com revestimento de argamassa com área A_0 igual a 20m^2 , não metálica, exposta à radiação solar, com temperatura ambiente T_A de 35°C , que corresponde a 95°F , e possui coeficiente de dilatação térmica linear $\alpha=10 \times 10^{-6}$.

A temperatura inicial t_0 considerada para cálculo de Δt será a temperatura ambiente.

Para cálculo de Δt , deve-se inicialmente transformar os valores de $T_{\text{máx}}$ para graus Celsius, para que o valor de Δt seja obtido em graus Celsius (a graduação da escala em graus Celsius difere da graduação da escala em graus Fahrenheit), portanto tem-se:

$$T_{\text{C}}=(5 \div 9) \times (T_{\text{F}} - 32)$$

Para revestimento de cor Branca tem-se:

$$a: 0,45$$

$$T_{\text{máx}}= T_A + 75a$$

$$T_{\text{máx}}: 53,75^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 53,75^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C} = 18,75^\circ\text{C} \text{ (considerando-se a temperatura inicial a temperatura ambiente)}$$

$$\Delta A = 0,0075\text{m}^2$$

Para um revestimento de cor Preta tem-se:

$$a: 0,95$$

$$T_{\text{máx}}= T_A + 100a$$

$$T_{\text{máx}}= 87,78^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 87,78^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C} = 52,78^\circ\text{C}$$

$$\Delta A = 0,021\text{m}^2$$

Avaliando-se as duas situações acima, percebe-se que para uma superfície de 20m^2 com revestimento de cor branca o acréscimo de área devido a variação térmica, de acordo com as características citadas, seria de 75cm^2 , já para a superfície de cor preta a variação de área seria de 210cm^2 , que corresponde a um acréscimo de área de quase três vezes superior se comparado ao acréscimo de área do revestimento de cor branca.

O revestimento de cor preta apresenta de acordo com os cálculos, temperatura máxima aproximadamente 34°C maior que a temperatura máxima do revestimento de cor branca, demonstrando a influência significativa da escolha das cores nos revestimentos. Considerando-se o fato de que as cores irão influenciar diretamente nas deformações dos revestimentos e conseqüentemente na atenção aos espaçamentos das juntas de movimentação, e também das juntas de dilatação em caso de revestimentos cerâmicos.

4.14.3 PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA ESCOLHA INCORRETA DOS MATERIAIS

A escolha dos materiais para utilização em sistemas de revestimento deve ser feita cuidadosamente, levando-se em conta que esta seleção influenciará diretamente na qualidade final das argamassas. Além disso, devem ser observadas as características individuais dos componentes verificando-se o módulo de finura do cimento e da areia, sua granulometria, formato dos grãos, presença de impurezas, matéria orgânica ou qualquer componente deletério às argamassas.

CIMENTO:

Existem no mercado vários tipos de cimento, que são mais utilizados em determinadas regiões conforme disponibilidade de matéria prima. É interessante porém, destacar um tipo de cimento que pode ser perigoso para utilização em revestimentos. O cimento CPV-ARI, que é um cimento que apresenta alta resistência inicial nos primeiros dias, isto ocorre devido à porção diferenciada de clínquer em relação aos demais tipos de cimento e a uma maior moagem, que resulta em um cimento com grãos menores e conseqüentemente com maior superfície específica, o que proporciona a alta liberação de calor de hidratação quando em contato com água.

Para as argamassas, este grande calor liberado devido a maior reatividade dos grãos de cimento é altamente prejudicial, pois faz com que haja perda rápida da água de amassamento para o ambiente, já que a espessura do revestimento é pequena, facilitando a evaporação da água, gerando retração e conseqüentemente gerando alto índice de fissuração no revestimento final.

CAL:

A cal deve seguir todos os padrões exigidos por norma e a sua composição deve ser verificada, observando-se a confiabilidade do fabricante e maneira de armazenamento do material.

Segundo Demilito (2009) se a cal for utilizada logo após a fabricação, o aumento de volume causará danos ao revestimento, mais propriamente na camada de reboco, com efeitos diferentes, quer se trate do óxido de cálcio ou do óxido de magnésio presentes na cal. Existindo óxido de cálcio livre, na forma de grãos grossos, a expansão não poderá ser absorvida pelos vazios de argamassa e o efeito será o de formação de vesículas, observáveis nos primeiros meses de aplicação do reboco.

Observa-se, no entanto, que se utilizada cal com garantia de 0% de óxidos não hidratados acrescida de aditivo incorporador de ar, as operações de maturação da cal, descritas anteriormente, são desnecessárias.

GESSO:

O gesso quando utilizado de maneira correta proporciona ambientes confortáveis e com um belo acabamento final, porém muitos o utilizam de forma inadequada.

Sabe-se que o gesso faz com que haja a aceleração da pega das argamassas de cimento, o que faz com que este seja adicionado às mesmas, a fim de se agilizar o serviço, proporcionando um aumento de produtividade, porém também são conhecidos os efeitos do gesso adicionado a argamassas de cimento. Pelo fato da reação cimento sulfatos ser expansiva, após a secagem da argamassa a mesma apresenta descolamentos o que gera retrabalho e a perda do tempo inicialmente ganho.

AREIA

A presença de material pulverulento nas areias é altamente prejudicial para as argamassas, visto que este tipo de material é extremamente fino e tende a roubar água de amassamento das argamassas, o que resultará em retração e fissuras, ou microfissuras nos revestimentos. As areias a serem utilizadas devem possuir curva granulométrica dentro da zona ótima a fim de proporcionar o perfeito “entrosamento” entre estes grãos e os grãos dos aglomerantes.

ÁGUA

A água como ativadora do cimento não pode de maneira alguma conter contaminantes, pois a mesma contendo gorduras e demais contaminantes impedirão que haja perfeita reação de hidratação do cimento ou reações de ativação do gesso, influenciando o poder aglomerante e favorecendo o surgimento de patologias.

ADITIVOS

Os aditivos são utilizados nas argamassas em pequenas quantidades e em casos em que em que estes não são utilizados com frequência deve-se atentar à data de validade, pois caso estes sejam utilizados sem a observância deste fator e o produto esteja vencido, poderão modificar as propriedades desejáveis das argamassas tanto no estado fresco como no estado endurecido. Deve-se, portanto ser dada atenção especial às datas de validade não só dos aditivos, mas de todos os materiais que estão sujeitos a perder suas características em função do tempo de fabricação.

4.14.4 PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA PROPORÇÃO DE MATERIAIS

A proporção dos materiais é outro fator de extrema importância, visto que, havendo materiais de boa qualidade porém utilizados em proporções inadequadas, o resultado não será satisfatório.

A dosagem das argamassas vem sendo muito estudada durante anos, porém ainda não se chegou ao consenso de um método mais eficaz para determinação da proporção dos

materiais, assim como se faz com o concreto. Com isso as argamassas são dosadas de maneira experimental de acordo com a experiência do projetista, que deve conhecer o local de aplicação, o tipo de base e condições do ambiente, como por exemplo a incidência de sol e vento no local onde a argamassa será aplicada.

Deve haver toda atenção durante a dosagem tomando-se os devidos cuidados de modo a garantir o equilíbrio perfeito entre os materiais sabendo-se que tanto o excesso quanto a escassez de material são prejudiciais. O equilíbrio é fundamental para que os materiais se complementem e cumpram com sua função.

A tabela a seguir apresenta algumas sugestões de traços para alguns tipos de argamassas.

Tabela 12: – Sugestões de traços de argamassas (CARVALHO JR., 2012)

Emboço	<ul style="list-style-type: none"> • Industrializadas ensacadas, • 1:1:6(cimento/cal aditivada*/areia lavada média) • 1 Saco (20kg) de pré-misturado cimento/cal aditivada*/3(externo)/4 (interno) latas 18 litros de areia lavada média • 1 lata 18 litros de cimento: 1 saco (20kg) de filler calcário aditivado: 8 latas(18 litros) de areia lavada média.
Reboco ou massa única	<ul style="list-style-type: none"> • Industrializadas ensacadas, • 1:2:8 externo e 1:2:10 interno (cimento/cal aditivada*/areia lavada fina) • 1 Saco (20kg) de pré misturado cimento/cal aditivada*/4(externo)/5 (interno) latas 18 litros de areia lavada fina • 1 lata 18 litros de cimento: 1 saco (20kg) de filler calcário aditivado: 10 latas(18 litros) de areia lavada fina.

* cal aditivada: cal com garantia de 0% de óxidos não hidratados + aditivo incorporador de ar.

Excesso x falta de cimento

O excesso de cimento pode causar retração das argamassas. A presença de material fino como o cimento irá exigir maior quantidade de água de amassamento para que haja o cobrimento de toda a área superficial dos grãos. Com isso haverá maior possibilidade de fissuração. Este excesso também tornará a argamassa muito rígida, impedindo a movimentação natural do revestimento devido ao excesso de rigidez, o que também acarretará em fissuras no revestimento.

A falta do cimento também é prejudicial, pois este possui a função aglomerante, ou seja, de unir os componentes da mistura, caso este seja insuficiente, não haverá aglutinação dos agregados e como resultado haverá esfarelamento e descolamentos do revestimento, devido a argamassa não alcançar a resistência mínima exigida por norma, além da não aderência ao substrato.

Excesso x falta de água

A água é necessária à mistura, sendo o componente ativador do cimento, que é um aglomerante hidráulico. Sem água o cimento não reage e não cumpre sua função de aglomerar as partículas, além disso, a água também é importante para garantir a trabalhabilidade e a aderência das argamassas. Já o excesso de água prejudica a resistência final das argamassas além de proporcionar fissuração no estado endurecido devido a presença de água nos poros, que depois de evaporada, resulta em poros que facilitam a entrada de água de intempéries e gases que irão reduzir a durabilidade das argamassas.

Excesso x falta de areia

A areia dentre outras funções, é responsável por diminuir o custo das argamassas, porém utilizá-la em excesso trará prejuízos aos revestimentos e custos futuros maiores, pois a mesma sem a quantidade correta de aglomerante causará danos aos revestimentos, diminuindo a resistência das argamassas e causando esfarelamento do revestimento. A areia também auxilia no controle da retração e auxilia na resistência final em conjunto com o aglomerante.

Excesso x falta de cal

A cal é um componente que auxilia nas características finais das argamassas tanto no estado fresco como endurecido, melhorando a retenção de água e auxiliando na hidratação do cimento, apresentando boa capacidade de absorver deformações e melhorando a trabalhabilidade. As argamassas que possuem excesso de cal estarão susceptíveis a eflorescências e expansões indesejáveis.

A tabela a seguir apresenta a variação das propriedades das argamassas em função da variação da proporção de utilização de cal na argamassa (SABBATINI, 1981).

Tabela 13: Variação das propriedades com origem na variação do aglomerante cal (argamassa de cimento, cal e areia) (SABBATINI, 1981)

PROPRIEDADE	AUMENTO DE CAL NO AGLOMERANTE
Resistência à compressão (E)	Decresce
Resistência à tração (E)	Decresce
Capacidade de aderência (E)	Decresce
Durabilidade (E)	Decresce
Impermeabilidade (E)	Decresce
Resistência a altas temperaturas (E)	Decresce
Resistências iniciais (F)	Decresce
Retração na secagem inicial (F)	Cresce
Retenção de água (F)	Cresce
Plasticidade (F)	Cresce
Trabalhabilidade (F)	Cresce
Resiliência (E)	Cresce
Módulo de elasticidade (E)	Decresce
Retração na secagem reversível (E)	Decresce
Custo	Decresce

Obs.: E = estado endurecido, F = estado fresco, (manteve-se constante a proporção volume de aglomerante, agregado e a consistência)

Excesso x falta de água no gesso

O gesso quando misturado em água inicia sua pega muito rapidamente, com isso deve-se prever quantidades corretas de gesso e água para que as reações não ocorram antes da aplicação deste no substrato.

O excesso de água tornará o revestimento mais poroso e menos durável, enquanto a sua falta não irá proporcionar uma mistura homogênea.

Excesso de Aditivo

Um erro freqüente na utilização dos aditivos é a super dosagem, já que uma pequena quantidade destes trazem grandes modificações nas argamassas, deve-se portanto dosá-los corretamente a fim de não causar efeitos prejudiciais às argamassas.

4.14.5 PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA FALTA DE PLANEJAMENTO, NÃO OBEDEÊNCIA AO PROJETO E MÉTODOS EXECUTIVOS INADEQUADOS

Como já citado, o projeto de revestimento é realizado para dar diretrizes para escolha dos materiais e execução de acordo com as particularidades de cada obra. A partir do projeto deve-se realizar o planejamento executivo, definindo-se prazos a serem respeitados conforme informações de projeto e verificação das condições e ferramentas necessárias para conclusão dos serviços, respeito aos tempos de cura, prazos de entrega de materiais, equipamentos, mão de obra, disponibilidade de energia elétrica para os casos de projeção de argamassa, equipamentos para trabalho em altura, equipamentos de segurança e demais itens que se fizerem necessários para realização dos serviços.

A questão relacionada aos prazos de conclusão de obra têm sido um dos principais contribuintes a não obediência ao projeto. Alguns construtores ou responsáveis técnicos das obras apesar de conhecerem a técnica correta para realização de revestimentos

duráveis, não o executam devido aos prazos de obra incompatíveis com o necessário para realização de um revestimento de qualidade. Com isso mudam as especificações de projeto sem a devida autorização do projetista, sem a avaliação das modificações a serem executadas e sem os novos detalhamentos.

Justifica-se a falta do planejamento e execução incorreta pela indisponibilidade de mão de obra, ou mão de obra desqualificada para o serviço, problemas com orçamento da obra, problemas com prazos e etc.

Com isso as atividades que são consideradas em projeto como fundamentais são muitas vezes ignoradas, como é o exemplo, o preparo da base, limpeza da superfície, curado revestimento dentre outras. Porém o resultado deste serviço ficará comprometido, fazendo com que em pouco tempo as patologias surjam demonstrando todas as falhas construtivas ocultas.

Dentre os problemas executivos destaca-se a não execução das juntas o que não permite o alívio de tensões decorrentes da movimentação da base e também do revestimento, o que gera o surgimento de juntas naturais criadas em forma de trincas e fissuras.

Outro problema muito comum encontrado em grande parte das construções é a execução inadequada da base, o que prejudica significativamente a qualidade final dos revestimentos. A base normalmente é de alvenaria, com a utilização de blocos de concreto ou blocos cerâmicos, porém quando estas são executadas de forma irregular, desniveladas e sem prumo, aumenta-se a espessura do revestimento, que irá torná-lo mais denso e como consequência pode haver deslocamento ou desprendimento deste em relação à base devido ao crescimento dos esforços causados pelo maior peso do revestimento sem as devidas alterações de projeto, que deverá prever reforço com telas de aço conforme as espessuras identificadas. Para esta avaliação o projetista deverá ser consultado.

4.14.6 PATOLOGIAS OCASIONADAS POR FATORES EXTERNOS

Chama-se fatores externos aqueles não ocasionados pelo próprio revestimento, mas por outros fatores como problemas estruturais, sobrecargas, umidade e demais situações que

irão interferir na integridade dos revestimento, causando fissuras, trincas, fendas, descolamentos, deslocamentos dentre outras patologias.

O surgimento de interferências externas normalmente vem de uma série de erros construtivos, conseqüentes também de falhas de projeto, falta de manutenções periódicas, não execução de investigação em fundações, não realização de impermeabilização em baldrame, problemas de vazamentos em tubulações hidro-sanitárias, ou até mesmo fatores acidentais não diretamente ligados a própria construção, mas à obras vizinhas e alterações na infra-estrutura próxima a edificação.

4.14.7 PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA JUNÇÃO DE FALHAS

Conforme já dito, Carasek (2010) afirma que a distinção entre os processos patológicos é didática, sabendo-se que os fenômenos freqüentemente se sobrepõem, sendo, portanto, necessário considerar também as suas interações.

Por exemplo, pode-se ter um revestimento com problemas relacionados à qualidade da argamassa atuando juntamente com um fator externo de umidade, devendo-se proceder a correção dos fatores externos para em seguida solucionar o problema relacionado à qualidade da argamassa.

Deve ser realizado um estudo detalhado durante as inspeções e identificação das patologias, para que todos os fatores que contribuem para o surgimento das patologias sejam totalmente sanados e as patologias não voltem a ocorrer.

Conforme visto neste trabalho a fase de projeto e execução devem ser rigorosamente acompanhados, excluindo-se todas as possibilidades que possam resultar em problemas patológicos. Os fatores externos, quando acidentais, nem sempre podem ser evitados, porém a boa técnica construtiva reduzirá significativamente a probabilidade de surgimento de manifestações patológicas.

4.15 CONCLUSÃO

Analisando-se todas as informações descritas na revisão bibliográfica, percebe-se a quantidade de fatores a serem avaliados para escolha de materiais e sistemas construtivos de acordo com as condições da superfície de aplicação, ambiente de aplicação, tipo de material e qualidade dos mesmos.

O comportamento químico e físico dos materiais também deve ser analisado, levando-se em conta a reação destes em contato com o local de aplicação e o ambiente externo, além do comportamento destes quando não obedecidos os critérios normativos de utilização, a fim de garantir a escolha correta dos materiais e os cuidados necessários às boas práticas construtivas.

5 METODOLOGIA

A seguir serão apresentados estudos de caso em que foram avaliadas diversas manifestações patológicas em revestimentos. Os estudos serão descritos em duas etapas: A primeira etapa relata a série de problemas patológicos que surgiram nos revestimentos da igreja São Francisco de Assis, em Belo Horizonte, sendo este estudo feito a parte por representar uma obra atípica e cuja avaliação não foi executada pela autora. Já na segunda etapa dos estudos de caso serão descritas manifestações patológicas em revestimentos de edificações residenciais, comerciais e de uso público, avaliadas pela autora.

Para as avaliações foram realizados relatórios fotográficos, estudos do histórico da edificação, observação visual e análise da interferência de fatores externos.

Após as análises definiu-se a identificação das manifestações patológicas, as causas prováveis do surgimento das mesmas, os métodos preventivos que poderiam ter sido adotados para evitá-las, finalizando com uma proposta para recuperação definitiva destas manifestações patológicas.

6 ESTUDO DE CASO: IGREJA DA PAMPULHA

Como introdução aos estudos de caso será descrito a seguir um breve histórico e análise das manifestações patológicas no revestimento externo da igreja São Francisco de Assis na Pampulha em Belo Horizonte, a recuperação proposta e a situação atual.



Figura 12: Igreja São Francisco de Assis. Fonte: Autora

6.1 HISTÓRICO

A igreja São Francisco de Assis, na região da Pampulha, em Belo Horizonte, é considerada um marco na história da arquitetura brasileira. Inaugurada no ano de 1943 teve o projeto arquitetônico de Oscar Niemeyer, que veio a se tornar mundialmente conhecido devido às obras modernas em Brasília e aos seus projetos singulares. Apesar de oficialmente inaugurada em 1943 a igreja só foi concluída em 1945.

Idealizada por Juscelino Kubitschek, prefeito de Belo Horizonte na época, a igreja São Francisco de Assis seria um grande destaque construtivo, e é até a atualidade.

Oscar Niemeyer projetou o Conjunto Arquitetônico da Pampulha juntamente com a Casa do Baile, o Museu de Arte da Pampulha e o Iate Clube, com projeto estrutural de Joaquim Cardozo.

De acordo com o site da prefeitura Municipal de Belo Horizonte a igreja da Pampulha, como é conhecida pela população local, é uma das principais atrações do conjunto arquitetônico e urbanístico da Pampulha, localizada na orla da lagoa, reuniu as genialidades do arquiteto Oscar Niemeyer, do paisagista Burle Marx e do pintor Cândido Portinari. A junção destes reconhecidos profissionais gerou a construção em tons azuis e branco, com linhas e curvas totalmente revestidas por azulejos e pelos painéis que retratam a Via Sacra e a imagem de São Francisco.

Os traços arquitetônicos marcados pela sucessão de tetos arredondados sugerem uma lembrança às montanhas de Minas Gerais. Niemeyer tinha como intenção criar novas formas, já que o que predominava na época eram as formas retilíneas. Assim o arquiteto aproveitou as qualidades plásticas do concreto armado e revelou seu gosto pelas linhas sinuosas.

Cândido Portinari foi o artista plástico autor do painel externo em azulejo azul e branco, na fachada posterior da igreja, que retrata cenas da vida de São Francisco.

Paulo Werneck foi o pintor, desenhista e ilustrador, responsável por mosaicos em azul e branco nas laterais da abóbada da nave, que foram feitos com pastilhas e demonstram o desenho modernista típico da época.

Em 1º de dezembro de 1947 a Igreja da Pampulha é tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), e em 1979 pelo Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais -Iepha/MG e pela Gerência do Patrimônio Municipal

Segundo CASTRO (2006), devido a má execução da obra e falta de uso, decorrente de problemas com os líderes da igreja que não reconheceram o local para realização de culto, em 1947 já foram detectados problemas de conservação. Os problemas de aceitação por parte dos líderes da igreja foram decorrentes das “provocações” feitas à instituição por meio de elementos existentes em parte dos acabamentos da igreja.

Em vista disto, Lucio Costa irá solicitar em 8 de outubro de 1947, o tombamento “preventivo” da Igreja de São Francisco de Assis da Pampulha em Belo Horizonte – MG, “considerando o estado de ruína precoce em que se encontra” (...) “devido a certos

defeitos de construção e ao abandono a que foi relegado esse edifício pelas autoridades municipais e eclesiásticas”.

Segundo *AGUIAR et. al*,(2003) a nave central da igreja apresentou patologias desde a sua inauguração. O problema inicial foi devido a obra original não apresentar as 3 juntas de dilatação solicitadas em projeto, o que resultou no surgimento de fissuras nas regiões onde as juntas deveriam estar localizadas. Em 1959 era perceptível o local onde deveriam estar localizadas as juntas de dilatação.

Em 1970 foram executadas apenas 2 juntas das solicitadas no projeto estrutural, deixando de ser realizada a junta na região de maior extensão.

Devido ao surgimento de patologias internas relacionadas à presença de infiltrações houve deterioração interna da nave além da deterioração externa como pode ser visto nas figuras 13 e 14 a seguir.



Figura 13: Situação da igreja São Francisco de Assis antes da reforma de 1990. Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”



Figura 14: Deterioração interna devido à infiltrações. Fonte: Igreja da Pampulha Projeto e obra.

Em 1990 ocorreu a primeira reforma de impacto, retirando-se todo o revestimento superior externo da nave e mantendo-se apenas o mosaico da parte inferior. Utilizou-se nesta intervenção manta asfáltica para sanar os problemas de infiltração e outros materiais para recomposição do revestimento como argamassa polimérica e telas galvanizadas além de argamassa para assentamento das pastilhas e as pastilhas cerâmicas.

Ainda segundo o estudo de avaliação estrutural da igreja da Pampulha, pouco tempo após esta intervenção em 1990, foram constatadas novas patologias no revestimento externo da nave com ocorrência de fissuração, conforme figura abaixo, no entanto as fissuras não se propagaram até o concreto, ficando apenas superficiais. Apesar destas patologias, os problemas relacionados a infiltrações foram sanados. Estudos mostraram que o motivo do surgimento precoce de manifestações patológicas foi devido às movimentações diferenciais decorrentes de variações térmicas e devido ao diferente comportamento dos materiais constituintes do sistema, além da inexistência de ligação forte entre as camadas do sistema, o que gerou fissuras em diferentes direções e intensidades, não possuindo simetria alguma, e outras orientadas, acompanhando a região de juntas existentes e por fazer como pode ser visto na figura 15.



Figura 15: Situação da igreja São Francisco de Assis no ano 2.000, mostrando a deterioração precoce do revestimento.
Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”

Em maio de 2002 a empresa Recuperação Serviços Especiais de Engenharia Ltda, foi contratada para realizar o restauro da igreja, realizando juntamente com especialistas da Universidade Federal de Minas Gerais, estudos aprofundados com duração de 9 meses onde foram avaliados:

- Pesquisa histórica;
- Levantamentos topográficos;
- Cadastramento geométrico da construção;
- Cadastramento das patologias externas;
- Levantamento geotécnico das fundações;

- Caracterização dos materiais através de ensaios especiais;
- Controle das variações térmicas internas e externas;
- Modelamentos matemáticos utilizando elementos finitos;
- Monitoramento por extensometria eletrônica;
- Avaliação das tensões e deformações;
- Diagnóstico estrutural;
- Projeto de Recuperação e Restauro.

Após os estudos verificou-se que os problemas existentes não foram causados por falhas na fundação, já que esta encontrava-se em perfeito estado de conservação.

A estrutura também foi verificada por meio de extração de testemunhos e ensaios de ultrassonografia do concreto, ensaios de permeabilidade, Microscopia eletrônica de varredura (MEV), dentre outros.

Também foi realizada avaliação das deformações da estrutura através do monitoramento por extensometria eletrônica, verificando-se que a mesma encontrava-se estável, apresentando deformações mínimas dentro do aceitável.

A variação de temperatura, considerada um fator determinante para as avaliações também foi estudada, e verificou-se por meio de termômetros digitais a laser e termopares o comportamento da área interna do concreto e também da superfície da casca da igreja, constatando-se que o revestimento da igreja estaria exposto a gradientes térmicos acima de 50°C, não sendo este calor transferido para o interior da igreja.

Em 30/11/2002 foram registradas as variações na área interna (concreto) e na área externa (revestimento), como pode ser observado no gráfico da figura 16 a seguir:

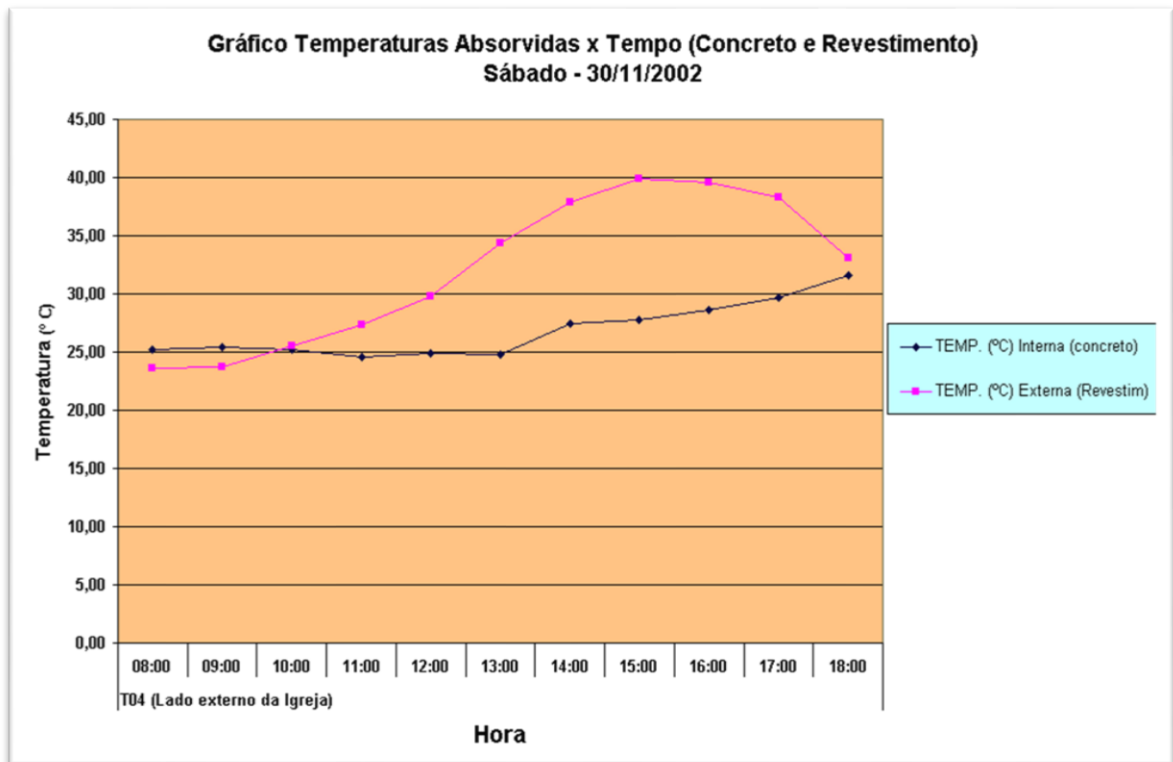


Figura 16: Gráfico Temperaturas Absorvidas x Tempo (Concreto e Revestimento)Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”

As avaliações levaram em conta o eixo de insolação da cidade de Belo Horizonte e a incidência solar na igrejainha da Pampulha, conforme figura 17.

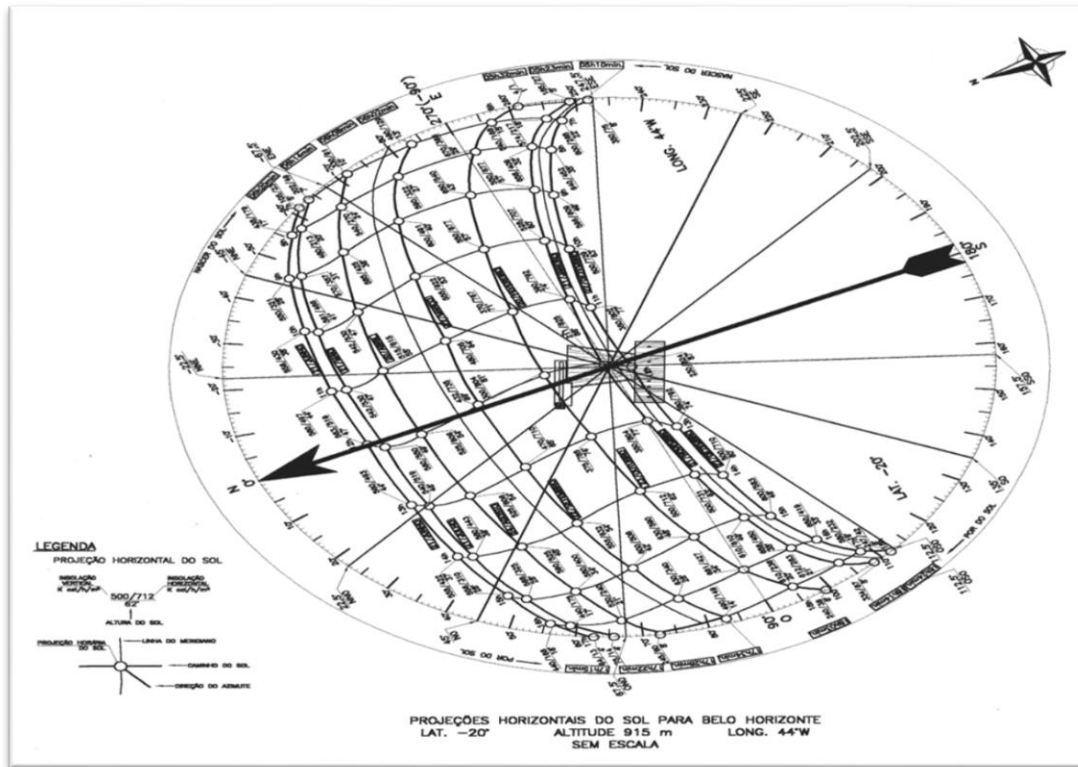


Figura 17: Eixo de Insolação da Cidade de Belo Horizonte

Por meio de modelos matemáticos utilizando elementos finitos, notou-se a concentração de tensões no local onde deveria estar localizada a junta de dilatação prevista em projeto mas não executada, conforme pode ser observado na figura 18 a seguir. Ressalta-se que a análise de elementos finitos é restrita a estruturas de concreto, não incluindo, portanto o revestimento cerâmico.

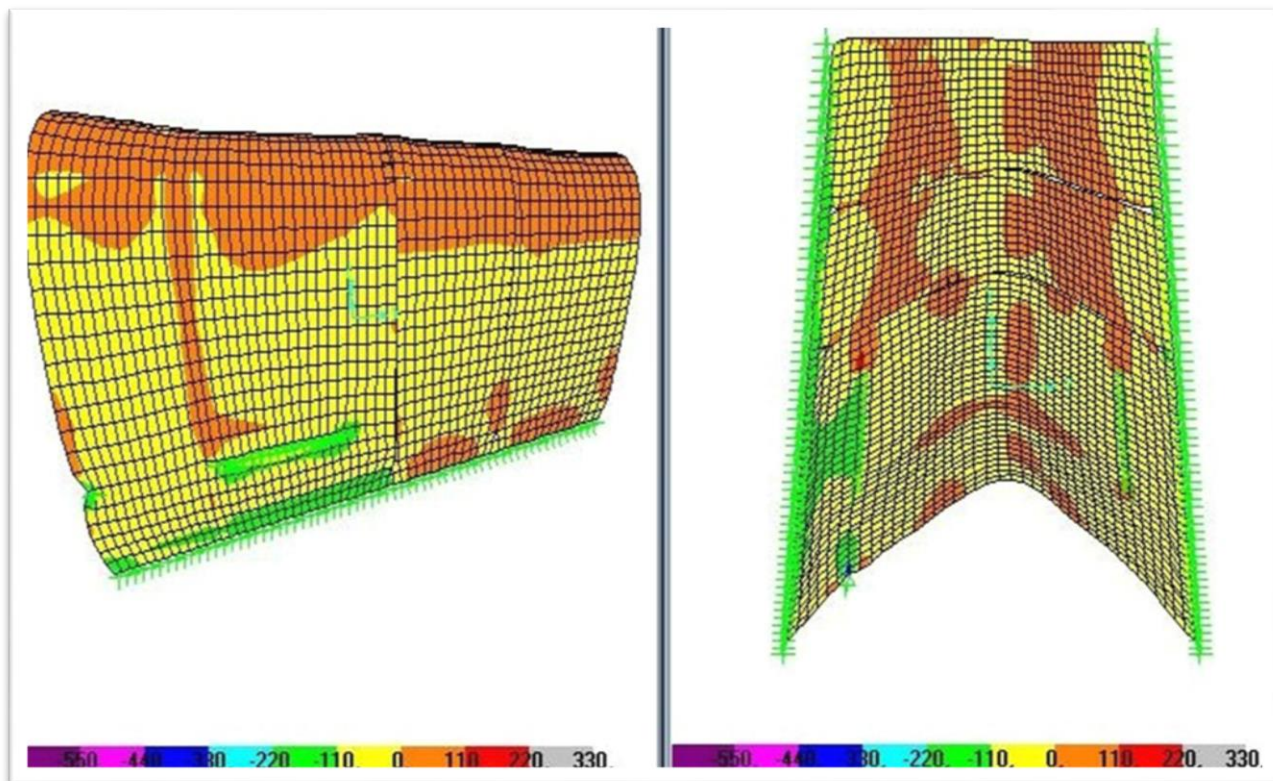


Figura 18: Modelo Matemático utilizando elementos finitos. Arco total da igreja com indicação das duas juntas radiais existentes (vista lateral superior)
 Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”

Após todos estes estudos concluiu-se a fase de pesquisa que durou cerca de 9 meses e deu-se início ao projeto de recuperação e restauro da igrejazinha levando-se em conta as premissas a seguir:

- a) O novo sistema deveria garantir a impermeabilidade do sistema
- b) As altas variações térmicas atuando em diferentes materiais revestimento estariam sujeitos a diferentes deformações tendendo a gerar maior fissuração no revestimento.
- c) Por se tratar de patrimônio histórico tombado, todas as características do monumento deveriam ser preservadas.
- d) A junta de dilatação inexistente, em desconformidade ao projeto inicial deveria ser instalada, sem possuir restrições a fim de que garantisse a livre movimentação da estrutura.

- e) O revestimento e as juntas de dilatação deveriam ser executados com materiais semelhantes e com forte ligação, a fim de que a impermeabilidade do sistema e a proteção térmica do concreto fossem garantidas. O rejunte deve proporcionar a vedação e deveriam ser constituídos de aditivos hidrofóbicos.
- f) As pastilhas seriam removidas, preservando-se ao máximo. As pastilhas a serem substituídas deveriam ser o mais semelhante possível às existentes, sendo necessários ensaios prévios para garantia da preservação das cores. Estes ensaios deveriam ser finalizados antes do início dos serviços.
- g) Seria realizada impermeabilização de modo a garantir fissuras dinâmicas de pouca movimentação.

A partir dos estudos e premissas avaliadas finalizou-se a fase de projeto, iniciando-se a remoção de todo o revestimento localizado acima do mosaico original conforme a figura 19 a seguir.

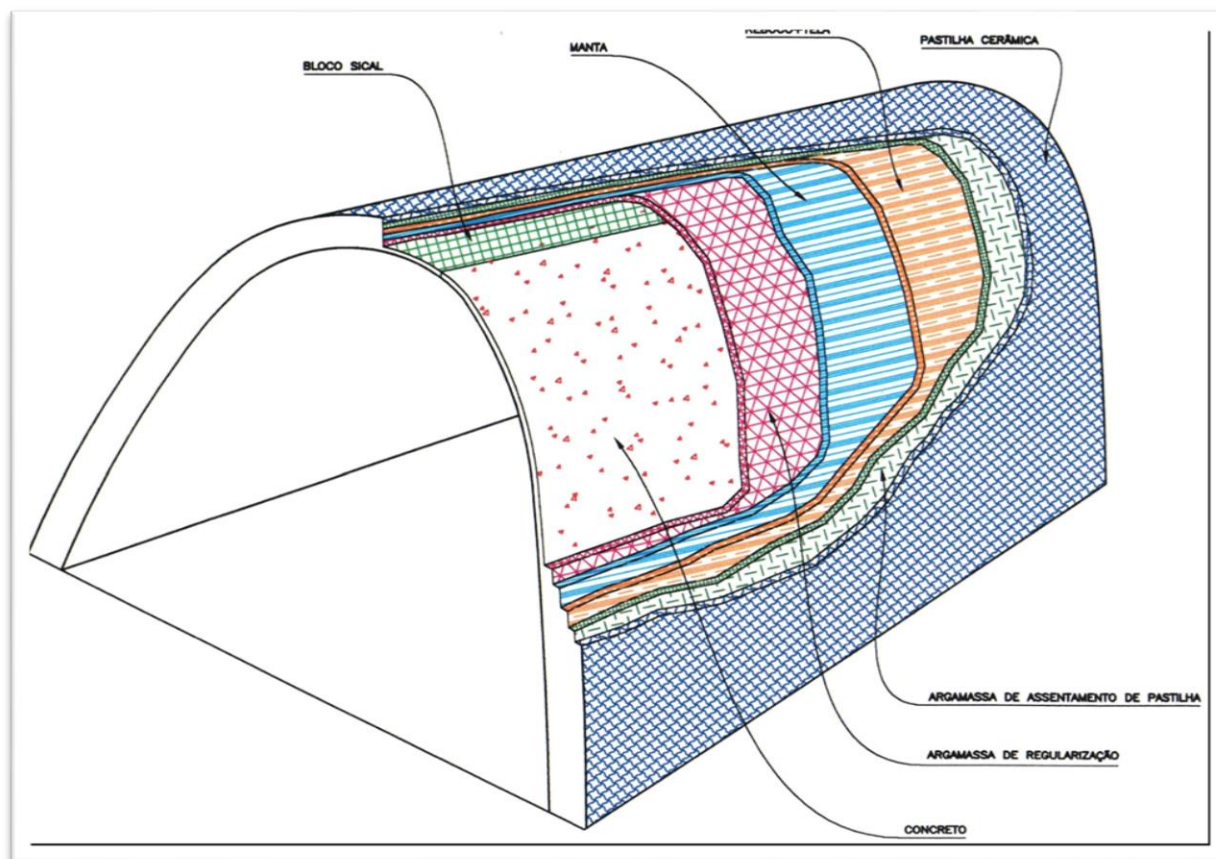


Figura 19: Remoção das camadas do revestimento existente. Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”

A realização do novo revestimento de acordo com o novo projeto previa que o sistema de revestimento deveria ser composto das camadas de revestimento conforme figura 20 adiante:

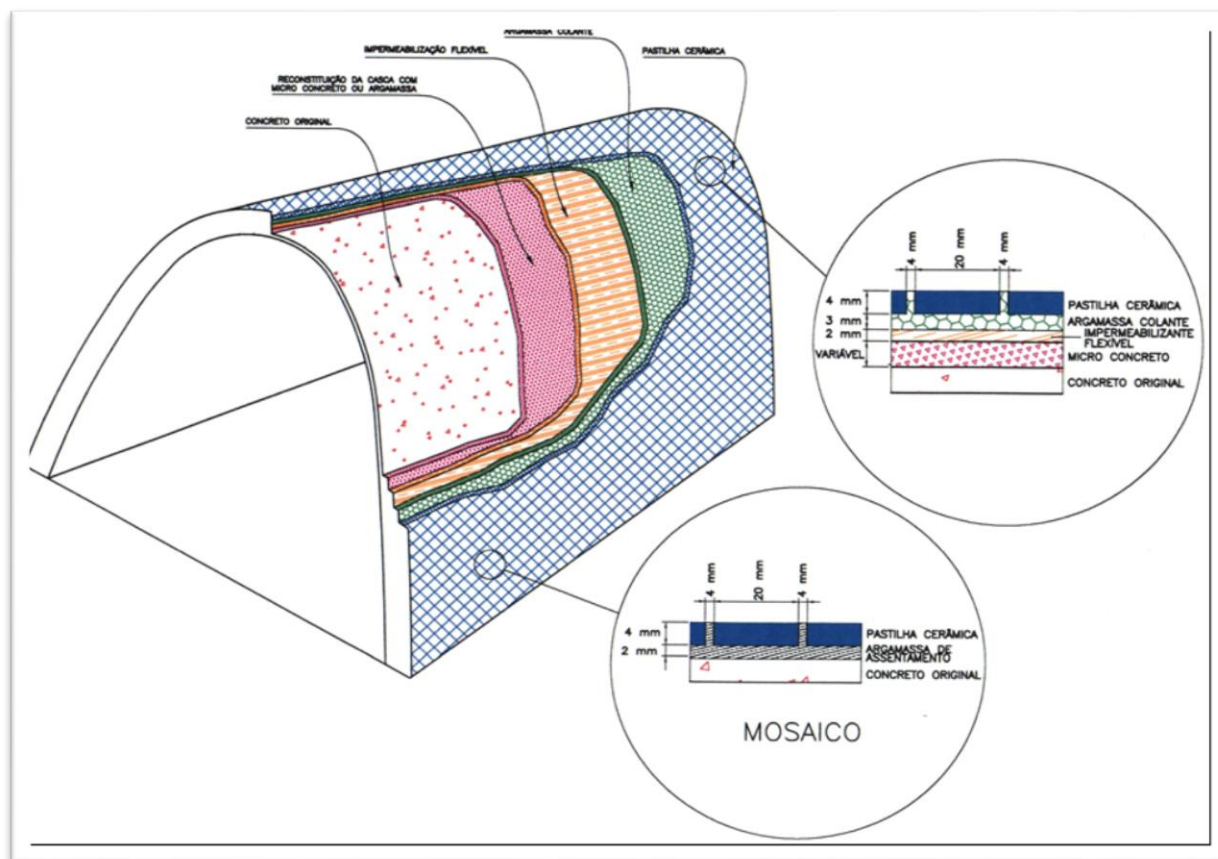


Figura 20: Camadas de revestimento conforme projeto de restauração. Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”

As juntas de dilatação previstas no novo projeto seriam compostas de perfis de alumínio com vedação em neoprene, fixadas diretamente no concreto acompanhando o entorno da casca por meio de parafusos galvanizados e incisões de metal posteriormente soldadas para completa vedação, impedindo assim possibilidade de haver infiltrações. A figura 21 ilustra o modelo de junta de dilatação que seria adotado.

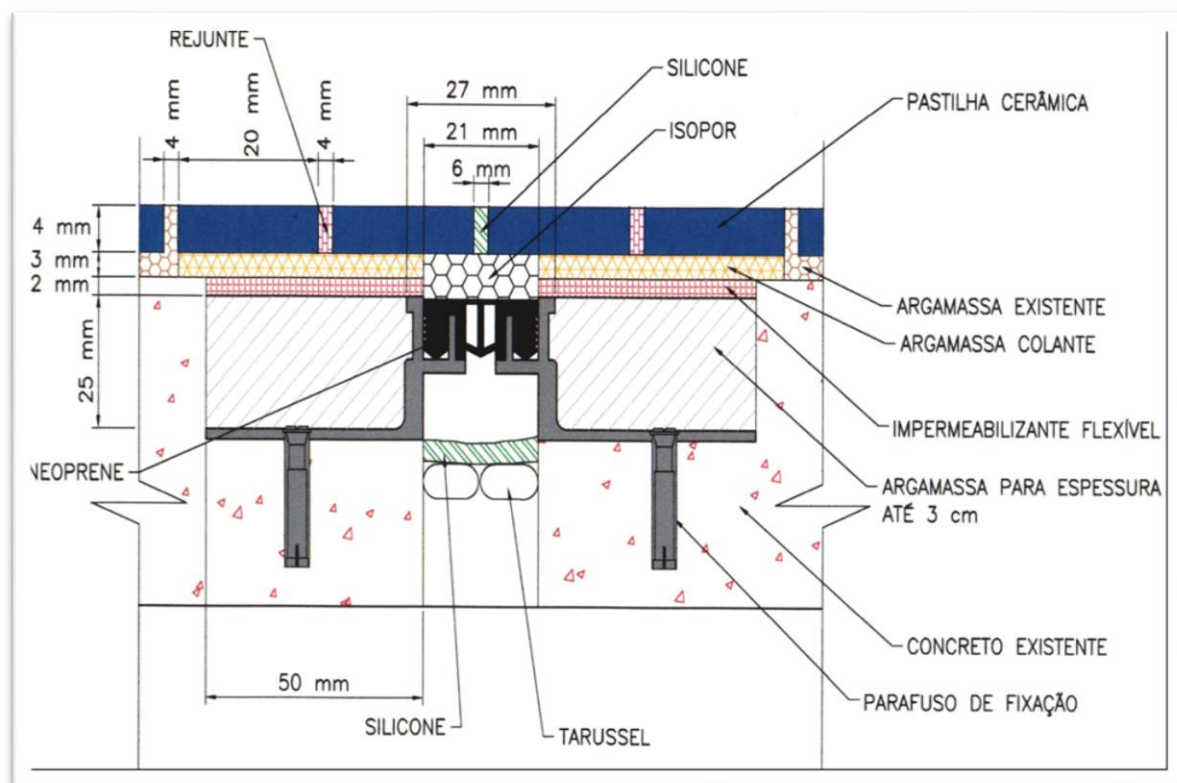


Figura 21: Junta de dilatação. Fonte: artigo: “Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos”

Na data da publicação do artigo citado acima a obra não havia sido concluída.

Somente em 2005 a igreja passou pelas obras de recuperação e restauração, contando também com um novo projeto de iluminação das fachadas, que valorizou as formas arredondadas da construção.

As figuras a seguir demonstram as etapas da recuperação realizada em 2005. A figura 22 demonstra o protótipo da junta de dilatação a ser executada. Em seguida na figura 23 observa-se a remoção do revestimento existente.



Figura 22: Protótipo da junta de dilatação



Figura 23:Imagens da Remoção do revestimento existente.

A figura 24 mostra o preparo para realização da junta de dilatação, e as etapas de inserção de perfil metálico e preenchimento com material que permite a movimentação da mesma.



Figura 24: Abertura da junta de dilatação, preenchimento com denvergrout com 30% de pedrisco, perfil metálico, e preenchimento com neoprene.

Na figura 25 percebe-se a fixação de tela soldada seguida da limpeza do substrato. Após é executado o caldeamento da superfície para melhorar a aderência e a seguir aplica-se o micro-concreto.

A Figura 26 mostra o acabamento superficial desempenado, e para garantir a perfeita hidratação do cimento foi realizada cura úmida. Após o período de completa cura procedeu-se a fase de impermeabilização com revestimento polimérico flexível de base cimetícia, para só assim serem aplicadas as pastilhas.



Figura 25: Fixação de tela soldada, limpeza do substrato, caldeamento do substrato, aplicação do micro-concreto.





Figura 26: Acabamento superficial desempenado, cura úmida, impermeabilização com revestimento polimérico flexível de base cimentícia, aplicação de pastilhas.

Após a aplicação das pastilhas foi retirado o papel de proteção das pastilhas, executado o rejuntamento e executadas aberturas na direção das juntas de dilatação de modo a garantir a movimentação do revestimento sem danificar as pastilhas, conforme pode ser visto na figura 27.

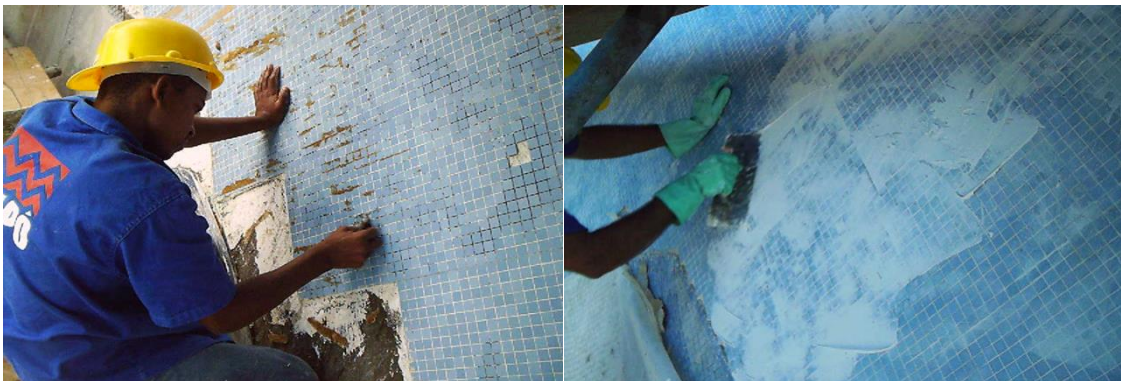


Figura 27: Retirada de papel Kraft, rejuntamento das pastilhas, corte das juntas sobre o revestimento.

A figura 28 mostra como ficou o aspecto final da reforma realizada.



Figura 28: Aspecto final da obra de recuperação da Igreja.

Quase uma década após a restauração, analisando-se a situação atual do revestimento externo da igreja da Pampulha percebe-se que o resultado desta intervenção foi satisfatório como pode ser observado na figura 29.



Figura 29: Foto demonstrando a situação atual da igreja, tirada em 24/02/2014 pela autora.

Porém constatou-se a necessidade de novas intervenções em outros setores deste patrimônio histórico. Há relatos de que existem infiltrações em alguns pontos da área interna e que devem ser analisados para conclusões precisas. Na área externa revestimentos de gesso liso e de argamassa com pintura estão demonstrando sinais de degradação conforme figuras abaixo.

A figura 30 mostra degradação do revestimento de gesso liso, com descolamento da tinta e do próprio revestimento.



Figura 30:Revestimento em gesso liso com descolamento.

Conforme pode ser visto na figura 31 também há indícios de oxidação na região de contato entre o revestimento e a estrutura metálica.



Figura 31: Encontro entre revestimento de gesso e estrutura metálica (oxidação).



Figura 32: imagens de revestimento com deslocamento com esfarelamento.

A figura 32 acima mostra pontos de descolamento do revestimento externo e esfarelamento do revestimento em argamassa.

A figura 33 mostra a presença de mofo em um local com pouca incidência solar.



Figura 33: Revestimento com presença de mofo.

A figura 34 mostra detalhes do mosaico, que não sofreu degradação.

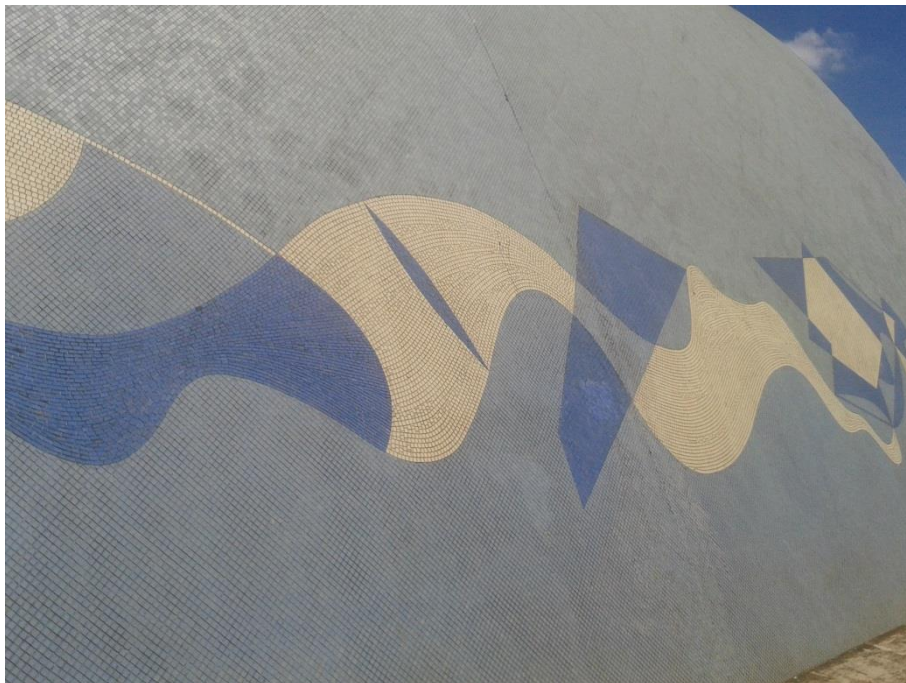


Figura 34: Mosaico

A figura 35 a seguir demonstra que em alguns locais há falhas no rejuntamento e em outros pontos próximos às juntas houve deslocamentos das pastilhas.

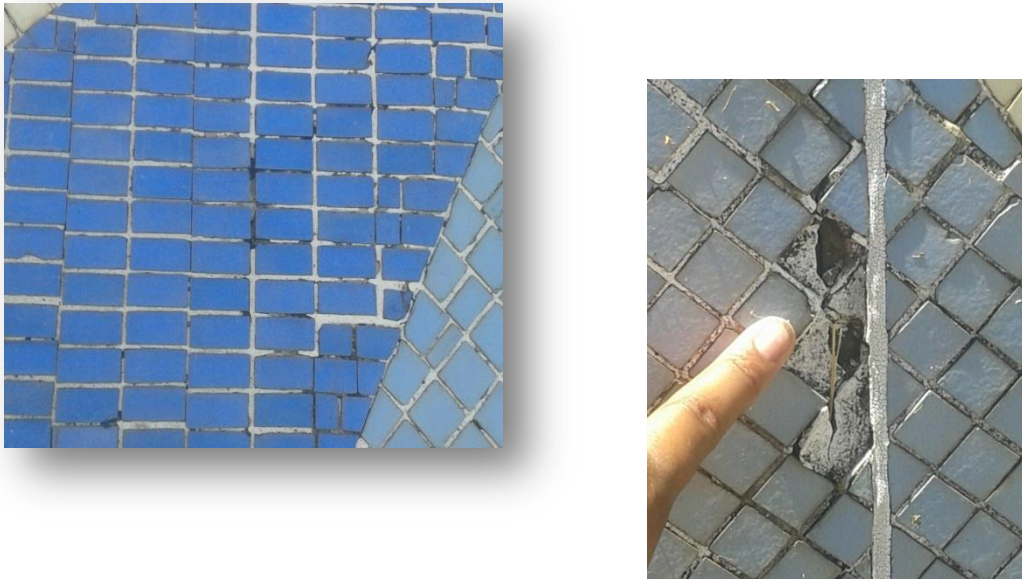


Figura 35: Ausência de rejunte em alguns pontos e Pastilhas próximas às juntas deslocando-se.



Figura 36: Abobadas com revestimento apresentando patologias.

As abóbadas, ou seja, as curvas da igreja possuem áreas com presença de mofo, deslocamentos e fissuras conforme pode ser visto na figura 36, 37, 38 e 39 a seguir.



Figura 37: Abóbodas com revestimento com bolor, deslocamento e esfarelamento do revestimento.



Figura 38: Vista frontal das abóbadas.

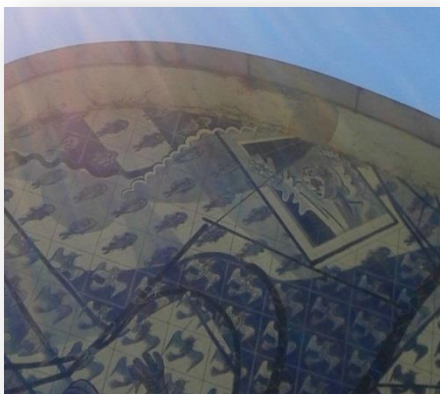


Figura 39: deslocamento do revestimento.



Figura 40: Acúmulo de poeira na superfície das pastilhas e rejuntamento indicando falta de manutenções periódicas.

Como pode ser visto na figura 40, é perceptível o acúmulo de poeira no revestimento da igreja, o que demonstra a necessidade de realização de limpezas periódicas.

Na data de conclusão deste trabalho, em meados de maio de 2014, já estavam sendo realizadas as mobilizações necessárias para realização de uma nova intervenção na igreja São Francisco de Assis, a fim de serem sanadas as patologias descritas neste trabalho, além de outras intervenções na parte interna e melhorias neste reconhecido cartão postal da cidade de Belo Horizonte.

No dia 06 de maio de 2014 foi publicado no Diário Oficial do Município de Belo Horizonte a chamada de empresas para participação no processo de licitação para reparos. A reforma prevê a recuperação das juntas de dilatação, das pastilhas externas, impermeabilização, substituição dos painéis de madeira, pintura, polimento do piso de mármore e limpeza das fachadas. É previsto o período de 1 ano para conclusão dos serviços de recuperação.

7 ESTUDOS DE CASO

Os estudos de caso deste trabalho têm como objetivo a análise de manifestações patológicas com maior ocorrência em revestimentos de acordo com vistorias técnicas realizadas pela autora.

Este estudo tem como objetivo a identificação das principais patologias dos revestimentos, tanto causadas pela qualidade dos materiais constituintes, como pelos métodos executivos ou por fatores externos.

As avaliações técnicas apresentadas neste trabalho foram obtidas por meio de vistorias de engenharia, algumas com fins judiciais e outras por desejo dos proprietários ou responsáveis, de identificar o motivo do surgimento da patologia para tratá-las definitivamente. Há também algumas fotos que foram feitas aleatoriamente, em locais onde havia manifestações patológicas em revestimentos, como é o exemplo da patologia observada em uma instituição de ensino.

As patologias em questão são edificações residenciais unifamiliares, multifamiliares, edificações comerciais e de saúde. Foram realizadas algumas vistorias em que se destacaram as patologias nos revestimentos, e que serão discutidas a seguir.

Algumas patologias foram acompanhadas desde a etapa da vistoria até a sua recuperação, nas demais apenas cita-se as possíveis diretrizes para que as patologias sejam sanadas.

Os estudos de caso foram divididos em grupos, sendo eles:

Grupo A: manifestações patológicas em edificações residenciais unifamiliares,

Grupo B: manifestações patológicas residenciais multifamiliares,

Grupo C: manifestações patológicas em edificações comerciais ou de uso público

7.1 GRUPO A: PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES RESIDÊNCIAIS UNIFAMILIARES

7.1.1 PATOLOGIA A1: IDENTIFICAÇÃO: PRESENÇA DE MOFO NO REVESTIMENTO DE GESSO LISO

A patologia observada é no teto de um quarto situado no segundo pavimento de uma residência unifamiliar. Observa-se manchas escuras com aparência de mofo.



Figura 41: Mofo em revestimento de gesso.

7.1.1.1 CAUSAS PROVÁVEIS

Presença de umidade constante em períodos chuvosos.

Segundo os proprietários esta construção é recente, possuindo na data da identificação da patologia menos de 1 ano da execução da laje e do gesso liso.

Inicialmente a laje não apresentava nenhum tipo de proteção ou cobertura, estando exposta a intempéries. Posteriormente foi realizada impermeabilização com manta líquida, realizada pelo próprio proprietário, seguindo as orientações do fabricante, porém sem a técnica correta, devida a falta de experiência do aplicador.

Também ocorreu o acúmulo de água na laje, que possui forma de caixote, e em tempos chuvosos contribuiu com a umidade constante que permitiu a proliferação de mofo devido a falta de radiação solar na área interna da residência.

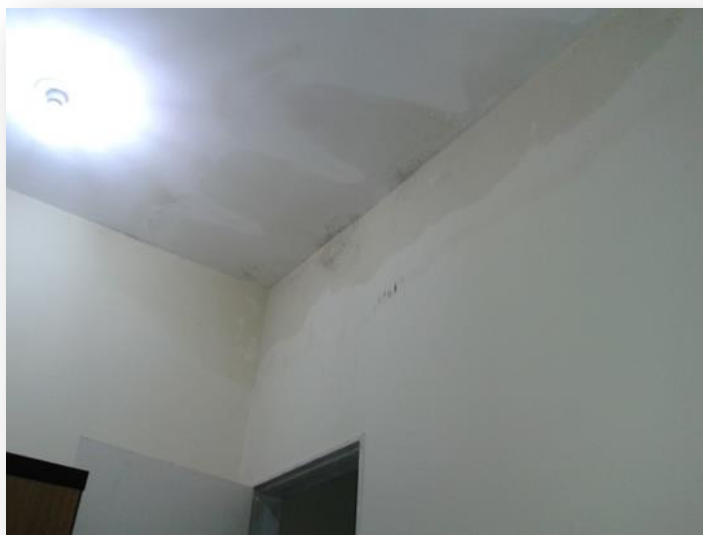


Figura 42: Umidade no revestimento de gesso.

7.1.1.2 MÉTODOS PREVENTIVOS

Os construtores devem prever algumas situações que resultarão em patologias, neste caso deve-se prever que a laje sem algum tipo de impermeabilização ou proteção por meio de cobertura de telhado estará exposta a intempéries, permitindo a entrada de água pelos poros da laje, da alvenaria e do revestimento. Esta umidade constante sem a incidência solar proporcionará a proliferação bacteriana.

O método preventivo neste caso é a execução de telhado ou impermeabilização realizada por profissionais devidamente capacitados e com produtos compatíveis com a natureza da base. A manutenção periódica também é importante para verificação da integridade do sistema, o que inclui verificação de calhas, telhas quebradas e manutenção de sistemas de impermeabilização.

7.1.1.3 RECUPERAÇÃO

Inicialmente deve-se executar a proteção da laje, como citado, a execução do telhado ou impermeabilização, executando-se os devidos caimentos e tomando cuidado na execução dos ralos impedindo o acúmulo de água.

Após a proteção da laje deve-se proceder a recuperação do revestimento.

Deve-se realizar verificação do revestimento, observando se há alguma região oca, ou apresentando degradação. Caso seja observado algum tipo de descolamento, o revestimento deve ser removido e refeito nos locais afetados.

Como a construção é recente, não apresentava grandes problemas a não ser a aparência do mofo.

O site “Tudo em Foco”, (<http://www.tudoemfoco.com.br/como-tirar-manchas-de-gesso.html>), indica para estes casos a limpeza desta superfície com utilização de água sanitária somente nos locais afetados. Se após esta limpeza as manchas persistirem deve-se proceder a pintura sobre a área afetada, devendo ser utilizada uma tinta esmalte fosco somente sobre a área em questão. Aguardando-se o prazo mínimo de 12 horas a pintura deve ser refeita. Aguardado o prazo de secagem deve-se executar o lixamento da área utilizando-se lixa 150 para retirada das manchas. Após deve-se realizar novamente a pintura com tinta esmalte e depois da secagem, verificar se as manchas sumiram por completo, caso contrário deve ser realizada nova aplicação e para finalizar deve-se utilizar uma tinta acrílica para a última pintura.

7.1.2 PATOLOGIA A2: IDENTIFICAÇÃO: DESCOLAMENTO DE PINTURA, MOFO E APARÊNCIA AMARELADA DO REVESTIMENTO DE ARGAMASSA.

A patologia a seguir ocorreu no teto do banheiro de uma residência unifamiliar. Conforme pode ser visto na imagem abaixo houve descolamento total da pintura em relação ao reboco do teto. Há manchas escuras no reboco e na pintura indicando presença de mofo. Também há marcas no azulejo da parede demonstrando que houve a lixiviação de produtos cimentícios, não sendo possível a identificação exata deste

produto, podendo ser até resultado de tinta escorrida no revestimento. A cor do reboco encontra-se bem amarelada indicando presença predominante de areia.

Esta edificação é antiga e também apresenta problemas em outros ambientes, segundo os moradores é uma obra de mais de 50 anos e sem nenhuma manutenção periódica.



Figura 43: descolamento de pintura e mofo.

A patologia a seguir segue o mesmo padrão da anterior, porém além da presença de mofo no teto também observa-se o estufamento da pintura da parede com descascamento.



Figura 44: Mofo, descolamento da tinta e esfarelamento de revestimento.

7.1.2.1 CAUSAS PROVÁVEIS

As causas prováveis desta patologia é ocorrência de infiltração no teto e paredes.

A partir de estudos realizados e verificação da cobertura, percebeu-se que as patologias observadas são resultado de falhas na cobertura, que é em telhado de amianto (atual fibrocimento). O telhado apresentava telhas quebradas, incapacidade hidráulica das calhas e entupimento das mesmas, além disso, a cobertura não possuía rufos. Portanto conclui-se que provavelmente estas patologias surgiram pela falta de manutenção da cobertura. Os cálculos de volume suportado pelas calhas podem ter sido corretamente dimensionados, porém conforme o clima da época em que foi executada.

Outro fator importante é que a parede em questão encontra-se na divisa do lote e também pode estar exposta a alguma interferência de infiltração da residência vizinha. Se realmente houver alguma interferência, esta seria proveniente da parte superior da edificação, visto que as manifestações patológicas têm início na parte superior da parede.

7.1.2.2 MÉTODOS PREVENTIVOS

Para os casos infiltrações deve-se analisar de onde as mesmas provêm, podendo como neste caso ser proveniente de um conjunto de falhas, como falta de manutenção do telhado, cobertura executada com vedação insuficiente, telhado com inclinação incorreta para o tipo de telha, calhas e tubulações de drenagem de águas pluviais insuficientes ou com entupimentos, dentre outros fatores. Para se evitar estes problemas deve-se realizar um projeto adequado de cobertura, com avaliação do cálculo da capacidade a ser suportada pelas calhas, com detalhamentos que garantam a vedação total de todos os componentes da cobertura, e para a execução do projeto a mão de obra deve ser especializada, para que execute todos os detalhes como rufos que impeçam a passagem de água pelo encontro entre as paredes e telhado conforme detalhes a seguir.





Figura 45: Rufos

Fonte: <http://calhascanaa.com.br/blog/rufos/>

7.1.2.3 RECUPERAÇÃO

Faz-se necessária a revisão de todos os componentes do telhado para a garantia de um escoamento perfeito das águas pluviais. Devem ser verificados todos os detalhamentos a fim de que garantir o impedimento de qualquer passagem indevida e indesejada da água.

Os cálculos de capacidade de água devem ser refeitos e as calhas devem ser readaptadas conforme necessidade atual e conforme o clima atual. A mão de obra a executar o serviço deve ser devidamente treinada e capacitada para que os serviços ocorram sem falhas. Somente após as devidas correções no telhado deve-se proceder às correções no revestimento.

Como esta construção possui mais de 50 anos e o revestimento aparenta indícios de degradação, todo o revestimento deve ser removido. Após a remoção do revestimento deve-se proceder com a lavagem e retirada de todo o pó presente na base que irá vedar os poros impedindo o microagulhamento e ancoragem do revestimento a ser aplicado.

Após a realização do novo revestimento deve-se aguardar o tempo de cura, para que não haja estufamento da pintura. Todos os cuidados já citados neste trabalho relacionados a boa prática devem ser levados em conta a fim de que novas patologias não ocorram.

7.1.3 PATOLOGIA A3: IDENTIFICAÇÃO: DESPLACAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO E TRINCAS NOS MESMOS

A patologia observada é na parede da cozinha de uma residência unifamiliar. Segundo os moradores a obra existe a cerca de 20anos. A imagem a seguir mostra a presença de trincas no revestimento cerâmico, além de algumas aberturas entre as peças cerâmicas. Foi realizado teste para verificação de havia som cavo das peças cerâmicas e percebeu-se que a maioria das peças apresentavam som cavo indicando deslocamento da peça em relação a base.

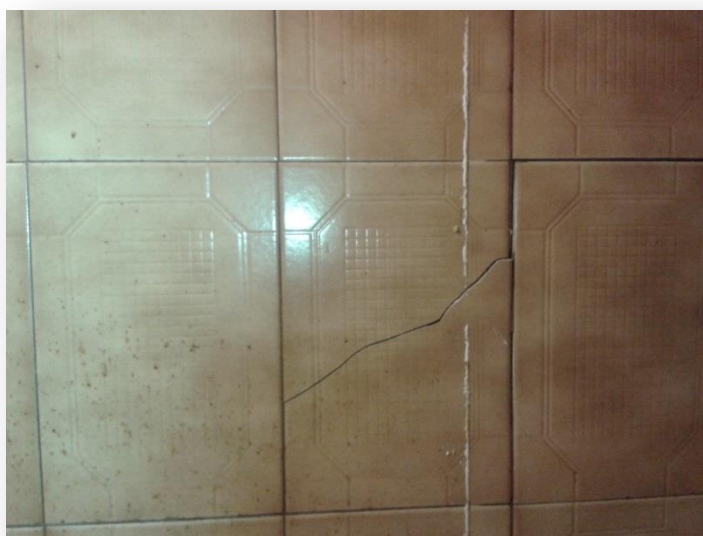


Figura 46: Peça cerâmica trincada.

Em algumas áreas ocorreu deslocamento das peças cerâmicas conforme imagem a seguir.



Figura 47: Deslocamento de peça cerâmica.

7.1.3.1 CAUSAS PROVÁVEIS:

Observou-se uma sequência de erros executivos. Inicialmente analisando as imagens anteriores percebe-se que as juntas de assentamento são muito estreitas, não permitindo a dilatação das peças cerâmicas. Havia o agravante de ser uma área de cozinha em que há variações de temperatura devido ao uso do fogão. Com isso as placas ao se dilatarem e contraírem decorrentes das variações térmicas, porém não possuindo juntas flexíveis suficientes que permitissem tais movimentações, começaram a empurrar as demais cerâmicas no entorno, o que gerou desprendimento das placas cerâmicas da base e também devido aos esforços algumas cerâmicas trincaram-se.

Há também marcas de engobe, produto utilizado na fabricação das peças cerâmicas que prejudicam a aderência, e portanto deve ser retirado antes da utilização das peças cerâmicas. Este produto é perceptível na superfície da argamassa de assentamento onde as peças caíram, indicando que além dos esforços devido a junta insuficiente, também havia problemas relacionado a aderência mecânica.

As peças foram removidas e em uma das paredes observou-se a existência de tinta não totalmente removida, o que impede o microagulhamento e conseqüentemente ancoragem da argamassa na base.



Figura 48: Base com limpeza mal executada.

Na época da construção a utilização de argamassa industrializada não era tão difundida, o que deixa claro a utilização da argamassa convencional. Não foram realizados estudos para verificação da argamassa utilizada, mas sabe-se que a qualidade da mesma também interfere significativamente na qualidade e durabilidade dos revestimentos. Se a argamassa for muito rígida, por exemplo, esta irá contribuir para ocorrência do deslocamento.

7.1.3.2 MÉTODOS PREVENTIVOS

O método preventivo para este caso é inicialmente a realização da limpeza correta do substrato, principalmente nos casos de reforma e mudança de uso de ambientes. Deve-se portanto retirar toda tinta e todo o pó gerado durante a limpeza que possa impedir a ancoragem da argamassa à base. Preferencialmente após a limpeza deveria ser utilizada a argamassa pré-fabricada, que possui além de elementos que permitirão a ancoragem mecânica, possuem aditivos que garantem a adesividade por meio da aderência química.

Mas como neste caso não se utilizava a argamassa pré-fabricada, deveria ser utilizada a argamassa convencional, com traços bem definidos que não tornassem a mesma muito rígida nem com excesso de agregado ou água. Após a realização do emboço deveria ser

respeitado o tempo de cura de no mínimo 14 dias, para que as reações ocorressem e o mesmo adquirisse resistência suficiente para receber as peças cerâmicas.

Antes do assentamento das peças cerâmicas deve-se realizar a limpeza destas peças retirando-se o engobe que prejudica a aderência. Para isso pode-se utilizar escova de aço e água em abundância.

Após todos estes procedimentos deixa-se as peças cerâmicas a serem utilizadas imersas em água para que as mesmas absorvam água e ao entrarem em contato com a argamassa de assentamento não absorvam a água desta argamassa que, por não possuir aditivos necessita de toda a água da mistura para garantir que todas as reações ocorrerão perfeitamente. Porém o tempo de absorção de água pelas peças cerâmicas deve ser de 15 minutos a 2 horas no máximo, mais do que isso impediria a ancoragem mecânica devido ao fechamento dos poros pela água.

O emboço também deve ser umedecido, porém não encharcado para que não ocorra perda de água da argamassa para a base, e ao mesmo tempo os poros não estejam preenchidos para que haja o microagulhamento e conseqüentemente aconteça a perfeita aderência.

7.1.3.3 RECUPERAÇÃO

Para a recuperação deste revestimento devem ser retiradas todas as peças cerâmicas, visto que todas apresentavam sinais de descolamento, além de não possuírem juntas necessárias para permitir as movimentações.



Figura 49: Retirada de todo revestimento cerâmico.

Após a retirada das placas cerâmicas observou-se apenas algumas falhas no emboço, indicando que a aderência base-emboço estava satisfatória. Procedeu-se ao preenchimento destas falhas e regularização da base com argamassa de reboco industrializada.

Havendo apenas uma das paredes que apresentava restos de pintura e excesso de pó, para este caso procedeu-se com a retirada da tinta e limpeza da superfície para retirada de todo material pulverulento.

Assim deve-se umedecer o emboço e proceder com o preenchimento dos locais que apresentaram falhas decorrentes da retirada das placas cerâmicas. A argamassa utilizada não pode ser fraca, nem rígida para que a mesma suporte as solicitações porém sem fissurar.



Figura 50: Preenchimento de irregularidades da base.

Após a cura do emboço, deve-se proceder com o assentamento das peças cerâmicas. A argamassa utilizada para recuperação deste sistema foi a industrializada ACII (Argamassa Colante Tipo II), apropriada para o tipo de revestimento escolhido para reposição e tipo de ambiente, neste caso uma cozinha. As normas de execução tanto da argamassa quanto do assentamento devem ser seguidas conforme normas de referência já citadas e orientações do fabricante, não devendo estas peças ser umedecidas visto que as argamassas colantes industrializadas já possuem aditivos que melhoram a aderência tanto física quanto química.

7.2 GRUPO B: PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES

7.2.1 PATOLOGIA B1: IDENTIFICAÇÃO: ESFARELAMENTO DA ARGAMASSA E SURGIMENTO DE VEGETAÇÃO NO REVESTIMENTO

A patologia observada é na parte externa de um muro residencial multifamiliar. Não há informações sobre a idade da construção, mas sabe-se que a mesma é antiga devido as características da edificação e avaliação visual do revestimento. A imagem a seguir mostra a presença de vegetação brotando no revestimento e aparência amarelada do reboco, que também apresentava-se esfarelando.



Figura 51: Muro com esfarelamento e surgimento de vegetação.

7.2.1.1 CAUSAS PROVÁVEIS

Devido ao esfarelamento, percebe-se a quantidade excessiva de areia utilizada no traço desta argamassa. Aparentemente houve também o uso de saibro ou aglofilito, que interfere na durabilidade dos revestimentos e propiciam o desenvolvimento de sementes de plantas que normalmente são espalhadas por pássaros.

Aparentemente não se percebe a presença de aglomerantes, o que faz com que o revestimento solte-se facilmente ao toque.

7.2.1.2 MÉTODOS PREVENTIVOS

As normas de referência permitem o uso controlado de adições de aglofilito ou similares, porém não é recomendável o uso de saibro ou mesmo do aglofilito, por estes apesar de apresentarem características de trabalhabilidade e plasticidade no estado fresco, não garantem revestimentos duráveis.

7.2.1.3 RECUPERAÇÃO

A recuperação para este revestimento deve seguir a remoção de todo o revestimento, com posterior lavagem de toda superfície e retirada de pó e material pulverulento. A vegetação deve ser também removida e só após a completa limpeza deve-se proceder a execução do novo revestimento, que pode ser de argamassa convencional ou industrializada, desde que obedecidas as técnicas construtivas citadas neste trabalho.

7.2.2 PATOLOGIA B2: IDENTIFICAÇÃO: DESCOLAMENTO DE PINTURA E ESFARELAMENTO E MOFO NO REVESTIMENTO.

A edificação é residencial multifamiliar, e possui cerca de 40 anos de existência. Desde a construção foram feitas poucas manutenções. Atualmente o revestimento apresenta descolamento da tinta e do revestimento, com esfarelamento e presença de mofo.



Figura 52: Degradação do revestimento em edificação residencial multifamiliar.



Figura 53: Concentração de patologias nas áreas próximas a janelas.

7.2.2.1 CAUSAS PROVÁVEIS

Revestimento exposto a intempéries, sem manutenções periódicas, está desgastado.

7.2.2.2 MÉTODOS PREVENTIVOS

Deve-se executar manutenções periódicas a fim de garantir a durabilidade dos revestimentos, principalmente quando estes revestimentos estão expostos á intempéries o que acelera a possibilidade de degradação dos revestimentos.

7.2.2.3 RECUPERAÇÃO

Para a recuperação deste revestimento deve-se avaliar com mais detalhes as características do revestimento, verificando-se os locais que apresentam descolamento da base e removendo todo o revestimento com estas características e com esfarelamento.

Após deve-se realizar lavagem com cloro, conforme já explicado no item “preparo da base” vista neste trabalho e prosseguir com a aplicação de novo reboco, esperando a cura para realização do acabamento final.

7.3 GRUPO C: PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS OU DE USO PÚBLICO

7.3.1 PATOLOGIA C1: IDENTIFICAÇÃO: ESTUFAMENTO DA TINTA E REVESTIMENTO PRÓXIMO AO RODAPÉ

A patologia observada é na parte interna de uma sala de uma instituição de ensino. A construção foi finalizada há menos de 5 anos. A imagem a seguir mostra o estufamento da pintura e do revestimento próximo ao rodapé.



Figura 54: Estufamento da tinta próximo ao rodapé.



Figura 55: Presença de mofo próximo ao rodapé.

7.3.1.1 CAUSAS PROVÁVEIS

Através da figura acima percebe-se claramente que a patologia é resultado de umidade ascendente.

Investigando-se as causas observou-se na área externa a existência de um jardim exposto à intempéries em toda extensão da área adjacente. Além das intempéries havia irrigação constante na área de jardim.

É perceptível que na área de execução de jardim não houve utilização de proteção impermeabilizante, ou pelo menos a impermeabilização não foi eficaz, resultando na presença de umidade constante na base da parede, e promovendo descolamento de pintura, estufamento do revestimento e em alguns locais a presença de mofo, que possui condições favoráveis devido a não incidência de raios solares e presença constante de umidade.

7.3.1.2 MÉTODOS PREVENTIVOS

As áreas de jardins devem ser revestidas com impermeabilizantes específicos que resistam o contato permanente com umidade, impedindo qualquer passagem de água. As argamassas de revestimentos a serem executadas nas bases onde há possibilidade de umidade ascendente também devem ter o acréscimo de aditivos impermeabilizantes a fim de garantir a integridade do sistema de revestimento, impedindo a permeabilidade da água pelos poros da argamassa.

7.3.1.3 RECUPERAÇÃO

Neste caso a impermeabilização do jardim deverá ser refeita de modo a impedir que a água existente no mesmo percole pelos poros das argamassas e dos blocos de vedação.

Após a execução de uma impermeabilização eficiente, deve-se proceder a correção do revestimento, que deve ser avaliado para verificação de locais com som cavo, locais estes que deverão ter o revestimento refeito e de preferência com argamassa impermeabilizante, já nos casos em que os revestimentos de argamassa apresentarem-se íntegros deve ser feita a retirada de toda a tinta, deve-se realizar o lixamento e remoção de todo o pó para somente assim realizar nova pintura.

7.3.2 PATOLOGIA C2: IDENTIFICAÇÃO: TRINCAS E FENDAS OCACIONADAS POR FATORES EXTERNOS

A edificação deste estudo de caso é de uso institucional/Religioso, sendo composta de um galpão com um pavimento e área administrativa com dois pavimentos, executados em estrutura de concreto armado e fundação em tubulão.

A edificação foi construída no ano de 1995, porém houve ampliação para execução da área administrativa, escritório e salas de reunião no ano de 2005.

Esta edificação está localizada a menos de 10 metros de um córrego que passa nos fundos da edificação



Figura 56: Foto área administrativa da edificação.



Figura 57: Foto de trincas e fendas no revestimento da área administrativa



Figura 58: Trincas, fendas e descolamento do revestimento.

7.3.2.1 CAUSAS PROVÁVEIS

Para descrição da patologia é interessante descrever um breve histórico:

A edificação deste estudo já apresentava no decorrer dos anos algumas fissuras no revestimento, mas nada preocupante, até que a Prefeitura local por meio de uma construtora iniciou obras de canalização e drenagem de um Córrego da região.

A partir do início desta obra começaram a surgir trincas um pouco maiores do que as já existentes, quando então foi realizada a vistoria cautelar pela empresa responsável pela obra.

Continuaram os serviços de rebaixamento do córrego e cravação de estacas metálicas na mesma semana em que foi realizada a vistoria cautelar e no dia 12 de agosto de 2011, entre 17:00hs. e 19:30hs., ocorreu o aparecimento de trincas, rachaduras e fendas assustadoras na edificação, chegando a 12cm de espessura, que poderiam comprometer a estabilidade da edificação, com possíveis riscos a integridade física dos frequentadores do templo e de pessoas das áreas adjacentes.

Mediante análise percebeu-se que as patologias encontradas foram motivadas pela movimentação do solo na parte posterior à edificação supracitada onde se encontrava um muro de arrimo e onde estavam sendo realizadas as obras de canalização do Córrego.



Figura 59: Foto córrego próximo a área administrativa.

Como houve remoção de solo junto ao arrimo de contenção, e em decorrência desta remoção houve acomodação parcial do muro arrimo e conseqüentemente da edificação e sua estrutura (recalque), com o surgimento das trincas e rachaduras listadas neste estudo.

É importante salientar que a edificação apresentava diversos problemas de fundação, não sendo esta apropriada para o local, visto que o local é próximo ao córrego.

Então descreve-se a seguir algumas das Inconformidades percebidas:

- Remoção de solo durante a execução da obra de drenagem e canalização do Córrego, junto ao muro de arrimo que funcionava como contenção e suporte da parte dos fundos da edificação sem as devidas intervenções. (Ver marcas de solo no muro de arrimo)
- Rebaixamento do nível do Córrego com utilização de maquinário com alteração das características do solo nos arredores causando instabilidade nas áreas vizinhas.
- Cravação de estacas, com abalos e trepidações significativas e para as edificações no entorno da obra.

7.3.2.2 MÉTODOS PREVENTIVOS

A patologia deste estudo de caso foi resultado da junção de erros construtivos e erros na execução da obra em área adjacente sem os devidos cuidados.

A edificação foi construída sem projetos e não foi acompanhada por profissional devidamente habilitado, o que é um erro gravíssimo e resultou na demolição da mesma. O solo era péssimo para suportar as tensões aos quais estava submetido e não houve estudo geotécnico, não foi realizada a sondagem no local e nem houve projeto de fundação.

As obras devem ser executadas com acompanhamento técnico adequado, realizadas todas as verificações de estabilidade, com projetos específicos, materiais de qualidade e executadas por mão de obra especializada.

7.3.2.3 RECUPERAÇÃO

Após análise detalhada optou-se pela demolição de parte da edificação, devido à gravidade das patologias e à inviabilidade de reparos estruturais.

Quando se iniciou a demolição percebeu-se a falta de qualidade nos métodos construtivos da edificação.

Durante a demolição notou-se que havia vigas invertidas sem função estrutural e não havia fundação adequada para a área construída posteriormente.

A solução neste caso foi a demolição da área afetada e execução de novo sistema estrutural, com verificação das características geotécnicas através de sondagem e cálculo de estabilidade do terreno, com a execução de novo sistema estrutural baseado nas cargas atuantes e resistência do solo em questão a fim de garantir a segurança e conseqüentemente atender a função para a qual a edificação se destina.

7.3.3 PATOLOGIA C3: IDENTIFICAÇÃO: DESPLACAMENTO CERÂMICO



Figura 60: Deslocamento de revestimento cerâmico.



Figura 61: Indícios de descolamento das peças cerâmicas.

7.3.3.1 CAUSAS PROVÁVEIS

Percebe-se com a retirada das peças cerâmicas que os cordões de argamassa colante realizados com desempenadeira denteada não foram rompidos, o que não permite a penetração da argamassa nos poros da peça cerâmica e prejudica a aderência mecânica e resulta em deslocamento devido a uma menor área colada do tardo da placa cerâmica.

7.3.3.2 MÉTODOS PREVENTIVOS

Para que esta patologia não ocorra deve-se utilizar argamassa colante para assentamento das peças cerâmicas, passando a argamassa na base em peças menores, e passando argamassa na base e no verso da peça em peças de tamanho maiores conforme especificado em norma.

7.3.3.3 RECUPERAÇÃO



Figura 62: Remoção das peças cerâmicas.

Para recuperação deste revestimento deve-se retirar toda a argamassa colante e realizada a limpeza da base. Após deve-se utilizar argamassa colante conforme ambiente de aplicação. Para banheiros indica-se o uso de AC II (Argamassa Colante Tipo II).

7.3.4 PATOLOGIA C4: IDENTIFICAÇÃO: DESCOLAMENTO DE PINTURA, ESFARELAMENTO DO REBOCO, ARMADURA EXPOSTA NA PLATIBANDA.

Esta edificação é uma loja comercial, cuja data da construção não é conhecida, mas pela característica apresentada é uma construção bem antiga.



Figura 63: Descolamento de pintura, esfarelamento de reboco e armadura exposta em revestimento.



Figura 64: Platibanda com patologias.

7.3.4.1 CAUSAS PROVÁVEIS

A área observada na foto anterior é da platibanda de uma loja, observa-se que nela não há detalhe construtivo para impedir o retorno da água, que denomina-se de pingadeira. Com isso parte da água que cai sobre a platibanda retorna na superfície da platibanda, o que fragiliza o revestimento e durante os anos proporcionando o que é visto nas figuras acima.

A falta de manutenções periódicas e ausência de cobrimento suficiente para estruturas de concreto armado também são contribuintes para a situação apresentada.

A aparência amarelada do revestimento mostra excesso de areia na argamassa, o que é agravado quando em contato com umidade constante.

7.3.4.2 MÉTODOS PREVENTIVOS

Para este caso o método preventivo é primeiramente a execução da estrutura conforme norma, obedecendo ao projeto estrutural que determina cobrimentos mínimos para estruturas, executando-se posteriormente um revestimento de qualidade e resistência adequada, com materiais de qualidade e dosada corretamente. A execução deve ser realizada por mão de obra qualificada e após a execução deve-se executar pingadeira de modo a impedir que a água retorne na platibanda enfraquecendo o revestimento.

7.3.4.3 RECUPERAÇÃO

Deve-se proceder a retirada completa do revestimento danificado, executando-se a limpeza adequada, retirando-se todos os grãos que impeçam a aderência. A ferragem exposta deve ser avaliada quanto à perda de seção e protegida com pintura anticorrosiva especial que não prejudica a aderência da argamassa de recuperação a ser aplicada posteriormente.

Após a execução do revestimento deve-se executar um “rasgo” no beiral, para impedir a passagem de água para o revestimento. Indica-se ainda a aplicação de hidrofugante para evitar a passagem de água para o interior do revestimento, após a pintura.

7.3.5 PATOLOGIA C5: IDENTIFICAÇÃO: TRINCAS E FISSURAS EM REVESTIMENTO DE GESSO LISO

Esta edificação é um hospital municipal, construído em 2003. As patologias são em diversos locais da edificação apresentando trincas e fissuras em variadas inclinações.



Figura 65: Revestimento de gesso com fissuras.



Figura 66: Trincas em revestimento de gesso com descolamento.

7.3.5.1 CAUSAS PROVÁVEIS

As trincas e fissuras observadas são em maioria inclinadas na diagonal, o que geralmente indica problemas de recalques diferenciais sofridos devido a problemas na fundação. De acordo com relatos de funcionários as trincas e fissuras surgiram desde os primeiros anos de construção, sendo agravada após uma ampliação ocorrida na unidade e posteriormente com uma obra no terreno ao lado, também ligada ao hospital existente, com dimensões muito superiores a edificação já existente. Esta obra iniciou removendo-se grande volume de terra para execução de subsolo o que contribuiu ainda mais com o aumento das fissuras existentes e surgimento de novas fissuras. Em uma das salas do hospital houve um abatimento no piso evidenciando modificações no solo.

7.3.5.2 MÉTODOS PREVENTIVOS

A prevenção é a avaliação correta do solo por meio de sondagem, execução de projetos compatíveis com a situação real do solo. As obras a serem executadas no entorno também deveriam ser planejadas com a execução dos devidos escoramentos para não interferir na estabilidade das edificações no entorno.

7.3.5.3 RECUPERAÇÃO

Para a recuperação neste caso é necessário executar a estabilização estrutural, para somente em seguida proceder aos reparos dos revestimentos.

A melhor solução encontrada para este caso foi a injeção com calda de cimento, técnica utilizada para permitir o reforço do solo fazendo com que a calda de cimento penetre nos vazios no solo e por ser muito fluido e com grão de cimento muito pequenos a calda consegue penetrar em todas as falhas de solo por menores e mais finas que sejam.

Para execução desta técnica inicialmente realiza-se furos bem distribuídos por toda edificação onde há incidências de recalques por meio de fissuras e trincas, com atenção especial onde houve abatimento do piso, local onde a quantidade de furos foi superior.

Os furos possuíam cerca de 50cm de profundidade e foram preparados para receber a mangueira de injeção de calda a uma pressão controlada de maneira a permitir a penetração da calda nos vazios do solo.



Figura 67: Execução de furos.

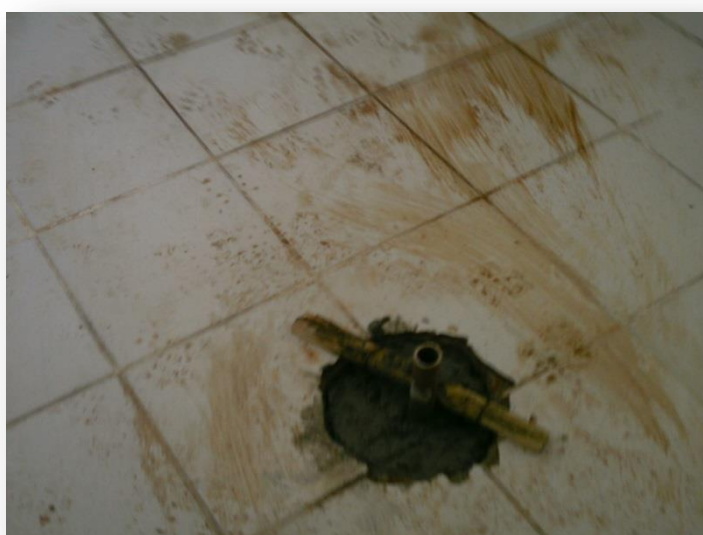


Figura 68: Preparo dos furos com tubo para receber a mangueira.

Após o preparo a calda é injetada nos furos e o consumo de calda varia de acordo com a quantidade de vazios existentes naquela região. Houve variação de utilização de sacos de cimento em alguns furos de 2 sacos até 52 sacos em alguns pontos, indicando existência de grandes falhas no solo.



Figura 69: Mangueira utilizada para injeção de calda de cimento.

Para mistura da calda formada por cimento e água a máquina de injeção abaixo foi utilizada. A mistura é feita a medida que os furos são preenchidos.



Figura 70: Maquina de mistura de cimento e água e gerador de pressão.

Deve-se garantir a pressão correta para que haja o devido preenchimento das fissuras internas do solo.



Figura 71: Medidor de pressão de injeção da calda.

Depois de aplicada a calda de cimento no solo esta enrijece e aumenta significativamente a resistência do solo e capacidade de carga do mesmo.

Após a realização das correções no solo, podem ser executadas as correções no revestimento. Para este caso o método escolhido para correção das trincas e fissuras foi o uso de telas de fibra de vidro.



Figura 72: Marcação para realização das correções.

Sabe-se que ao se formar uma trinca ou fissura internamente estas nunca deixarão de existir, isto se deve ao fato de que mesmo estas sendo preenchidas haverá a diferença de material no encontro entre o revestimento existente e o novo revestimento. Os locais onde estas correções forem executadas estarão mais sujeitas a deformações, e neste caso as telas de fibra de vidro aplicadas irão absorver estas deformações e solicitações geradas.

De acordo com Carvalho, JR (2012), “para o tratamento das trincas sugere-se intervenção em região de cerca de 10 cm (5 cm para cada lado a partir da trinca). Nesta região será realizado um rebaixamento com cerca de 6 mm de profundidade (com finalidade de acomodar o sistema de recuperação multi-camadas sem prejudicar a obtenção do revestimento final no mesmo plano do restante do revestimento). Na sequência será realizada a aplicação de uma demão de fundo preparador de parede (com o objetivo de estabilizar a superfície reduzindo o risco da presença de pulverulência). Após esta aplicação deve-se aguardar no mínimo 2 horas para secagem do fundo preparador. Será então colocada a fita crepe e em seguida será aplicada a primeira demão de tinta elástica (exemplos: Permacryl Elastoflex Semi-Brilho da Ibratin,

Tecnoveda da Tecnocril, Tecnocolor da Facecolor, ou similares). Esta demão deverá ter espessura mínima da ordem de 1mm. Com esta tinta ainda fresca será aplicada sobre a mesma (e apertada até haver extravazamento da demão de tinta e fixação da tela) uma tela de fibra de vidro de malha 1 mm x 1 mm ou 2 mm x 2 mm (exemplo de tela de fibra de vidro: tela FibaCrete do grupo Saint Gobain). Aguardar mínimo de três horas para execução da etapa seguinte que se constituirá da aplicação de mais duas camadas de tinta elástica (também com o mínimo de 1 mm de espessura de cada camada e com intervalo mínimo entre demãos de três horas)(...)Após o aguardo de no mínimo de 6 horas para a estabilização de todo o conjunto será aplicada tinta acrílica para o acabamento final da parede. Salienta-se que alguma diferença de tonalidade ou textura possa ficar perceptível se a área tratada for observada com olho clínico, sabedor da recuperação efetuada.”.

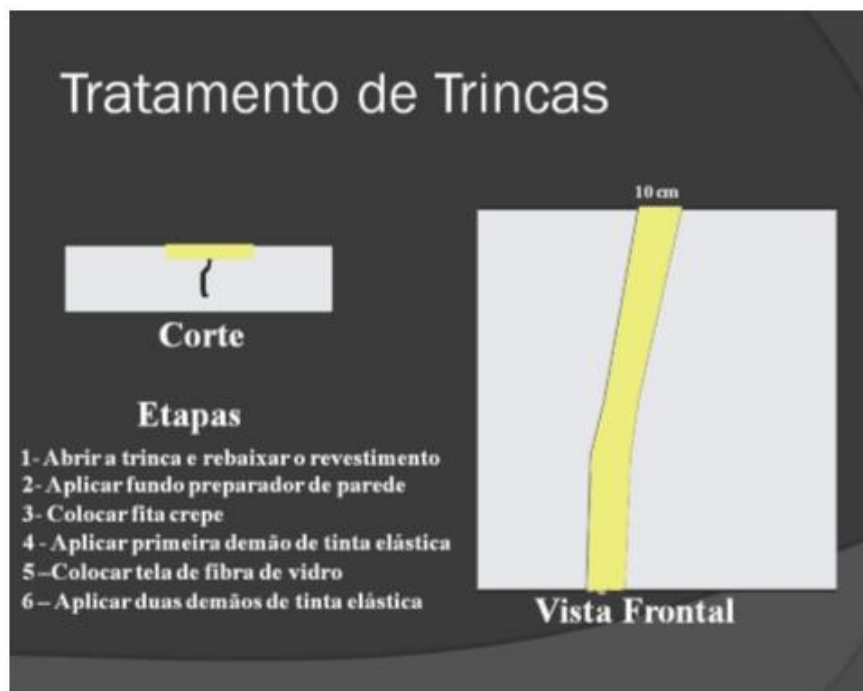


Figura 73: Tratamento de trincas. Fonte: CARVALHO JR., 2012.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se através do desenvolvimento deste trabalho, que é possível conhecer as boas técnicas para execução de revestimentos de qualidade por meio de normas técnicas e informações técnicas dos produtos, sendo a adoção de medidas preventivas a melhor maneira de se evitar o surgimento de patologias, já que o reparo sempre resultará em prejuízos tanto financeiros, quanto prejuízos relacionados a inconvenientes para realização destes.

Apesar de todas as diretrizes da boa prática construtiva encontrarem-se disponíveis, ainda existem inúmeras incidências de manifestações patológicas que afetam os revestimentos. A análise desta questão foi desenvolvida no decorrer desta dissertação, que mostra que as patologias geralmente ocorrem por um somatório de causas e não observância às normas técnicas.

O tipo de análise das manifestações patológicas, utilizada nesta dissertação e realizada geralmente pelos profissionais da área, é feita por meio de técnicas visuais e táteis, observando-se as características de cada patologia e relacionando-as com um prévio conhecimento sobre patologia dos revestimentos. Testes de laboratório também são feitos para constatação das patologias, contudo o responsável pela identificação da patologia deve estar atento principalmente em casos onde há uma junção de falhas e influências externas.

Antes de se proceder com a conclusão do resultado de uma vistoria técnica deve-se conhecer todos os fatores diretamente ligados aos revestimentos, principalmente avaliação dos fatores externos que podem estar comprometendo a qualidade final dos revestimentos. Apenas conhecendo-se todos os fatores envolvidos poderão ser realizadas as devidas correções a fim de que o problema seja realmente sanado.

A partir da análise das patologias deste trabalho pode-se concluir que a maioria das patologias encontradas em revestimentos de gesso liso é resultado de falhas no sistema de impermeabilização das edificações, já nas patologias em revestimentos com placas cerâmicas constatou-se erros executivos, não execução correta do preparo da base, escolha de materiais inadequados, não obediência aos espaçamentos para dilatação das peças e não rompimento dos filetes de argamassa colante na fixação da peça.

Em revestimentos externos o maior problema encontrado foi a não execução de manutenções periódicas, o que proporciona o desgaste natural do revestimento pela exposição a intempéries.

As patologias relacionadas ao surgimento de trincas foram ocasionadas por fatores externos, sendo estes problemas de fundação da edificação ou ocasionados por obras no entorno da edificação que alteraram as condições de estabilidade do solo e em consequência proporcionaram recalques diferenciais.

A adoção de medidas preventivas é a melhor maneira de se evitar patologias, tomando-se as devidas providências desde a fase de projeto, considerando a caracterização dos materiais, dosagem, espessura dos revestimentos e acabamento final. Prevendo-se por meio de estudos e informações normativas a localização de juntas de movimentação, e dessolidarização, e no caso dos revestimentos cerâmicos, as juntas de assentamento. Deve-se ter um bom planejamento para execução não só do revestimento, mas da obra como um todo, evitando-se falhas por prazos incompatíveis com o necessário para conclusão dos serviços.

As medidas preventivas envolvem desde a escolha correta de materiais, métodos executivos corretos e de acordo com as normas técnicas vigentes, até a execução da manutenção nos revestimentos e nos sistemas de impermeabilização.

Sendo a execução dos revestimentos e acabamentos uma das últimas fases da obra, porém é um dos primeiros detalhes a ser observado pelos usuários e transeuntes, o que traz valorização ou desvalorização às edificações, por serem o cartão de visita das construções, o que faz com que estes mereçam atenção especial dos construtores e engenheiros.

Propõe-se para solucionar estes casos, que haja um maior preparo e interesse dos profissionais da área em executar serviços de qualidade e com durabilidade, obtendo um prévio conhecimento dos materiais e das práticas construtivas corretas, não se omitindo das responsabilidades e negando-se a executar serviços de má qualidade e com materiais incorretos.

9 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Análise da resistência à tração de revestimentos executados sobre blocos de concreto sem chapisco.

Avaliação de patologias ocasionadas pelo uso incorreto de argamassas industrializadas.

Quantificação de custos de reparos e prejuízos gerados em decorrência da correção de patologias em revestimentos.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Cimento Portland Comum CP I e CP I-S - NBR 5732/1991

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Cimento Portland CP V ARI – Alta Resistência Inicial – NBR 5733/1991

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Cimento Portland de Alto Forno CP III com escória – NBR 5735/1991

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Cimento Portland CP IV com pozolana – NBR 5736/1999

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Cimento Portland CP (RS) – Resistente a sulfatos – NBR 5737/1992

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Blocos Vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos - NBR 6136:2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Cal virgem para construção – Especificação - NBR 6453/1988

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Cal hidratada para argamassas – Especificação - NBR 7175/1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS -Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento - NBR 7200/1998

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS –Agregados para concreto – Especificação - NBR 7211/2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Assentamento de Azulejos – Procedimentos – NBR 8214/1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Cimento Portland CP II -NBR 11578/1997

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Cimento Portland Branco (CPB) – NBR 12989/1993

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Cimento Portland de Baixo Calor de Hidratação (BC) – NBR 13116/1994

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Gesso para construção civil - Especificação - Norma ABNT NBR 13207.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência- NBR 13276/2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água - Método de ensaio NBR 13277:1995

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado - Método de ensaio NBR 13278:1995

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à compressão - Método de ensaio NBR 13279:1995

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos - NBR 13281/2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia -NBR 13529/2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação – NBR 13749/1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento - NBR 13755/1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios – NBR 13818/1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Revestimento interno de paredes e tetos com pasta de gesso - Materiais, preparo, aplicação e acabamento. NBR 13867/1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Determinação da resistência de aderência à tração - NBR 14084/2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Componentes cerâmicos – Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos - NBR 15270-1:2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Água para amassamento do concreto - Parte 1 - NBR15900-1/2009

<<http://www.estudostecnologicos.unisinos.br/pdfs/64.pdf>> Acesso em 15 de Janeiro de 2014.

<<http://www.calgesso.com.br/servicos/revestimento-de-gesso-liso>> Acesso em 12 de Fevereiro de 2014.

<http://www.museuvirtualbrasil.com.br/museu_pampulha/modules/news3/article.php?storyid=14> Acesso em: 25 de Fevereiro de 2014.

<<http://www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/tipos/a-versatilidade-do-cimento-brasileiro#.U-qdKiO5fIU>> Acesso em: 26 de Fevereiro de 2014.

Reis MLBC, Moreira AM. Propriedades dos Materiais. [Apostila do Curso de Engenharia Civil – Escola Superior de Tecnologia de Tomar] Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Flearning.criatividade.net%2Fpluginfile.php%2F89425%2Fmod_folder%2Fcontent%2F0%2F2932_PropriedadesMateriais.pdf%3Fforcedownload%3D1&ei=SN0LU8CwLdPOkQfmp4CACw&usg=AFQjCNGvfhTlNpePIGgLutKlaFjyKuNYPQ&sig2=2dVjYc6L6KV3MohFqOjMHw>. Acesso em: 24 de Fevereiro de 2014.

<<http://www.tudoemfoco.com.br/como-tirar-manchas-de-gesso.html>> Acesso em 24 de maio de 2014.

<<http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/polo-de-sorocaba-trabalha-revestimento-de-argamassa#.U5DsXyO5fIU>> Acesso em 24 de maio de 2014.

<<http://calhascanaa.com.br/blog/rufos/>> Acesso em 20 de maio de 2014.

<<http://www.comunidade-da-construcao.com.br/upload/ativos/138/anexo/materiaisd.pdf>> Acesso em 15 de maio de 2014.

<<http://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/03/patologias-em-argamassa.pdf>> Acesso em 10 de março de 2013.

<<http://professor.ucg.br/.../Materiais%20Ceramicos%20-%20Impressão.ppt>>> Acesso em 20 de março de 2013.

AGUIAR, J. E. *et al.* *Monitoramento e Avaliação Estrutural da igreja da Pampulha - Como Resolver um problema de 50 anos.* In: 45º Congresso Brasileiro do Concreto, Instituto Brasileiro do Concreto, 2003. (artigo). 15p.

ALBUQUERQUE, A. S. Capítulo 4 do livro *Materiais de Construção I* (Coordenador: Luiz Alfredo Falcão Bauer). 5ª. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Ed., 1987. 435p.

ARROBAS, A. A. M. N., DJANIKIAN, J. G. Argamassa dosada em central – O desempenho da plasticidade após 12 horas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, III, 1999, Vitória. *Anais...* Vitória: PPGE/ANTAC, 1999. p73-83.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. *Guia básico de utilização do cimento portland.* 7. ed. São Paulo, 2002. 28p. (BT-106)

CASTRO M. E FINGUERUT (org.). *Igreja da Pampulha: restauro e reflexões.* Rio de Janeiro: Fundação Roberto Marinho, 2006

CORVACHO, M. H. *Durabilidade da Construção . Metodologia do projeto para a durabilidade.* Planejamento da vida útil de um edifício . FEUP, Porto, 2000.

BAUER, L. A. F. *Materiais de Construção I.* 5.ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Ed., 1987. 435p.

BAUER, L. A. F. *Materiais de Construção: concreto, madeira, cerâmica, metais, plásticos, asfalto: novos materiais para construção civil : volume 1.* 5 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2010. 435p

CASTRO, M. E. F., *Igreja da Pampulha: Restauro e reflexões.* Rio de Janeiro: Fundação Roberto Marinho, 2006 apud <<http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/viewFile/12231/7866>> Acesso em 15 de fevereiro de 2014.

CARASEK, H. Aderência de argamassas à base de cimento Portland a substratos porosos; avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1996. 285p. (Tese, Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana).

CARASEK, H. Fatores que exercem influência na resistência de aderência de argamassas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p133-146.

CARASEK, H., CASCUDO, O., CINCOTTO, M. A., DJANIKIAN, J. G. Microestrutura da interface argamassa/tijolo cerâmico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p469-483.

CARASEK, H., CASCUDO, O., SCARTEZINI, L. M. Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. *Anais...* Brasília: PECC/ANTAC, 2001. p43-67.

CARASEK, H. *Aderência de argamassas à base de cimento Portland a substratos porosos; avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação*. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1996. 285p. (Tese, Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana).

CARVALHO JR., A. N. *Técnicas de Revestimento*; Apostila do Curso de Especialização em Construção Civil. 1.ed. Belo Horizonte: DEMC- EE.UFMG, 2012. 54p.

CARVALHO JR., A. N. *Avaliação da aderência dos revestimentos argamassados: uma contribuição à identificação do sistema de aderência mecânico*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2005. 305p. (Tese, Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas).

CAVANI, G. R., OLIVEIRA, M. C. B. Investigação das causas das fissuras e descolamentos de revestimento de argamassa de fachada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 44, 2002, Belo Horizonte. *Anais em disquete* ...Belo Horizonte: IBRACON, 2002.

CINCOTTO, M. A., BOLORINO, H. A influência do tipo de cimento nas argamassas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p15-25.

CINCOTTO, M. A. Patologias das argamassas de revestimentos: análise e recomendações. In: VÁRIOS. *Tecnologia das Edificações (Publicação IPT 1801)*. 2.ed. São Paulo: Editora Pini, 1989. p549-554.

CINCOTTO, M. A., SILVA, M. A. C., CARASEK, H. *Argamassas de revestimento; Características, propriedades e métodos de ensaio* (Publicação IPT 2378). 1.ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995. 118p.

DUPIN, I.; DÉTRICHÉ, C. H.; MASO, J. C. Accrochage direct d'un enduit sur un isolant par une liaison de type mécanique dans le cadre d'un procédé d'isolation par l'estérieur. *Materiaux et Constructions*, v.21, p370-378, 1988. apud CARASEK *et al.* Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. *Anais...* Brasília: PECC/ANTAC, 2001. p43-67.

DEMILITO, J. A. *Apostila Patologias mais comuns em Revestimentos*, 2009. p237,238.

HELENE, P. & FIGUEIREDO, E. P. *Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto*. Red Rehabilitar, São Paulo, 2003. Cap. Introdução, pag. 19 a 34.

FERREIRA, A. O. M., LARA, D. S., FRANÇA, E. P., SILVA, L. P., ROCHA, G. G. N., SOUZA, M. G., NASCIMENTO, O. L. VIEIRA, P. L. P., ALONSO, R. Z., REIS, R. J. P. *Projeto Argamassa; Projeto de Desenvolvimento Experimental de Argamassas*. Relatório Técnico 1.ed. Belo Horizonte, 1996. 302p.

FIORITO, A. J. S. I. *Manual de argamassas e revestimentos; estudos e procedimentos de execução*. 1.ed. São Paulo: Editora Pini, 1994. 221p.

GOMES, A. M., *Caracterização de argamassas tradicionais utilizadas nos revestimentos exteriores dos edifícios*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico (IST), 1995. 269p. (Tese, Doutorado em Engenharia Civil).

GUIMARÃES, J. E. P. *A Cal; Fundamentos e Aplicações na Construção Civil*. 1.ed. São Paulo: Editora Pini, 1997. 285p.

IOPPI, P. R., PRUDÊNCIO, L. R., IRIYAMA, W. J. Estudo da absorção inicial de substratos de concreto: metodologias de ensaio e influência na aderência das argamassas de revestimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, I, 1995, Goiânia. *Anais...* Goiânia: UFG/ANTAC, 1995. p93-102.

KAMPF, L. Factors affecting Bond of Mortar to Brick. Symposium on Masonry Testing, AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM STP 1063, p217-234. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9th, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001. apud CARVALHO JR., A. N. *Avaliação da aderência dos revestimentos argamassados: uma contribuição à identificação do sistema de aderência mecânico*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2005. 305p. (Tese,

Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas).

KANNO, W. M., Tese de doutorado: Propriedades mecânicas do gesso de alto desempenho, São Carlos, 2009, 130p.

KURODA, M., WATANABE, T., TERASHI, N. Increase of bond strength at interfacial transition zone by use of fly ash. *Cement and Concrete Research*, Elsevier Science Ltd. v. 30, p253-258, 2000.

NEVILLE, A. M. *Propriedades do concreto*. Tradução Salvador E. Giammusso, 2.ed. São Paulo: Editora Pini, 1997. apud CARASEK *et al.* Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. *Anais...* Brasília: PECC/ANTAC, 2001. p43-67.

OLIVEIRA, J. Metodologia de análise da patologia de fachada de edifícios recentes com sistema ETICS. Porto: Instituto superior de Engenharia do Porto, 2011. p.36-37. (Dissertação, Mestrado em Tecnologia e Gestão das Construções)

PEDRO, E. G.; MAIA, L. E. F. Correa; ROCHA, M. O.; CHAVES, V. M. *Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada*. Síntese de Monografia de Mestrado. Faculdade de Engenharia e Arquitetura da FUMEC. BELO HORIZONTE. 2002.

RIBEIRO, C. C. PINTO, J. D. S., STARLING, T. *Materiais de Construção Civil*. 2ed. Belo Horizonte: Editora UFMG e Escola de Engenharia da UFMG, 2002. 102p.

RIPPER, E. *Manual prático de materiais de construção*. 1.ed. São Paulo: Editora Pini, 1995. 252p.

RODRIGUES, M. P. S. F. F. *Revestimentos de impermeabilização de paredes à base de ligantes minerais*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico (IST), 1993. 278p. (Dissertação, Mestrado em Construção).

SABBATINI, F. H. *Argamassas*; notas de aula da disciplina Materiais de Construção Civil. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, 1981.

SILVA, V. S., LIBÓRIO, J. B. L. Estudo da aderência de argamassas de revestimentos e chapiscos em estruturas de concreto armado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 44, 2002, Belo Horizonte. *Anais em CD...* Belo Horizonte: IBRACON, 2002.

SILVA, A. P. *Patologias*; notas de aula do curso Patologias das Construções. Belo Horizonte: Departamento de Materiais de Construção civil da Escola de Engenharia da UFMG, 2012.

TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9th, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001. apud CARVALHO JR., A. N. *Avaliação da aderência dos revestimentos argamassados: uma contribuição à identificação do sistema de aderência mecânico*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2005. 305p. (Tese, Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas).

THOMAS, E. *Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação*. São Paulo. Ed. PINI, 2007.

YAZIGI, W. *A técnica de edificar*. 4.ed. São Paulo: Editora Pini/Sinduscon-SP, 2002. 669p.

Inventário do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), Fundação Oscar Niemeyer, Projeto Portinari, Projeto Paulo Werneck, Enciclopédia Itaú Cultural de Artes Visuais e Belotur.