

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG)
ESCOLA DE BELAS ARTES (EBA)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – MESTRADO EM ARTES

FÁBIO DAS NEVES DONADIO

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO SUPERFICIAL DE TINTAS ARQUITETÔNICAS
DE MERCADO: ESTUDO DE CASO

Belo Horizonte

2011

FÁBIO DAS NEVES DONADIO

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO SUPERFICIAL DE TINTAS ARQUITETONICAS
DE MERCADO: ESTUDO DE CASO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu, Mestrado em Artes da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Artes.

Área de Concentração: Conservação Preventiva/ Tecnologia da Obra de Arte.
Linha de Pesquisa: Criação, Crítica e Preservação da Imagem.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Cruz Souza

Belo Horizonte
2011

Donadio, Fábio das Neves, 1974-
Avaliação de desempenho superficial de tintas
arquitetônicas de
mercado : estudo de caso / Fábio das Neves Donadio. –
2011.

124 f. : il. color.

Orientador: Luiz Antônio Cruz Souza

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

1. Arquitetura – Conservação e restauração – Teses.
2. Edifícios

FABIO DAS NEVES DONADIO

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO SUPERFICIAL DE TINTAS ARQUITETONICAS
DE MERCADO: ESTUDO DE CASO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado em Artes da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Artes.

Área de Concentração: Conservação Preventiva/
Tecnologia da Obra de Arte.

Linha de Pesquisa: Criação, Crítica e Preservação da Imagem.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Cabaleiro (EA/UFMG)

Prof^a. Dr^a. Yacy-Ara Froner Gonçalves (EBA/UFMG)

Prof. Dr. Luiz Antônio Cruz Souza (Orientador – EBA/UFMG)

Belo Horizonte, 06 de maio de 2011.

Dedico esta pesquisa ao Prof. Sérgio Ulisses Lage da Fonseca que com carinho, boa vontade e constante disponibilidade apoiou sua execução.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof Dr. Luiz Antônio Cruz Souza (orientador), que com competência, bom humor e companheirismo tornou-me melhor pessoa e pesquisador;

À Profª Drª Yacy-Ara Froner da Escola de Belas Artes de UFMG pelo companheirismo e disponibilidade;

À Profª Drª Maria Regina Emeri Quites da Escola de Belas Artes da UFMG, por toda compreensão e humanidade;

Aos Profs. Willi de Barros e Eduardo Cabaleiro por tantos esclarecimentos;

À Profª Drª Lidya Muzzi amiga e incentivadora dos primeiros passos dessa jornada;

À Engenheira Sandra d'Almeida da Bema Tintas pela inspiração, direção, apoio técnico e constante disponibilidade;

Ao Alexandre Rocha (mestre pintor) pelo esforço de fazer seu melhor;

Ao Wandeir Malaquias (mestre pedreiro) pelo empenho e comprometimento;

Ao colega André Guedes Martins por tantos esclarecimentos;

À Arquiteta e amiga Deise Lustosa por todo apoio e esclarecimentos;

Ao André Aravechia pelo apoio, gentileza e disponibilidade

À Selma e Cláudio pelo apoio junto aos ensaios e imagens realizados no LACICOR;

Ao Engenheiro Luiz Antônio Vicentin por tantos esclarecimentos;

À Monica Araújo pelo apoio e credibilidade;

À Profª Vivian pelo interesse, apoio e amizade;

Ao meu tio Darcílio Donadio (in memorian) por ser o primeiro incentivador da busca pela titulação de mestre;

Aos meus pais Diogo e Luiza e aos meus irmãos Rafael e Elen, cada qual, pelo diferente apoio prestado.

Aos queridos colegas de turma Ana, Gabriel, Gisa e André que tornaram-se bons amigos.

RESUMO

Ao analisarmos a história da cultura de uma comunidade, notamos que ela é marcada por permanências e mudanças ambientais e sócio-econômicas que se relacionam diretamente ao aparecimento de novos costumes - individuais e coletivos. Esses novos costumes, freqüentemente marcados nos elementos intangíveis e tangíveis da nossa cultura, revelam-se na arquitetura de forma silenciosa e constante, e tantas vezes, se responsabilizam por seu aspecto final. Inseridos em um processo dinâmico, novos materiais, recursos financeiros, técnicas e gostos alteram e constroem lentamente os edifícios que compõem a paisagem urbana. A inserção desses novos materiais na conservação dos edifícios não é prática vedada, porém sua indicação deve ser feita sobre critérios formais e experimentações capazes de comprovar sua eficácia, evitando assim, prejuízos aos bens culturais e a paisagem urbana.

Para discutir filosoficamente sua indicação, a presente pesquisa visa identificar como algumas das principais teorias da restauração e cartas patrimoniais avaliam ou comentam o emprego de novos materiais nos processos de conservação/restauração dos bens culturais imóveis, e como seus conceitos se transportam ao emprego de tintas modernas de mercado, quando aplicadas sobre um protótipo de pau-a-pique – técnica construtiva originalmente revestidas com cal ou demais materiais minerais porosos. Visa ainda apresentar aspectos gerais sobre os revestimentos adequados desses edifícios, ensaiando e caracterizando as opções “modernas” de tintas, atualmente disponíveis no mercado brasileiro.

Palavras-chave: teorias da restauração, cartas patrimoniais, edificações históricas, construção de terra crua, revestimentos, tintas.

ABSTRACT

THE RESTORATION THEORIES AND THE USE OF NEW MATERIALS ON HISTORICAL RAW LAND CONSTRUCTIONS.

When analyzing the history of a community's culture, we notice that it is marked by constancy and environment and socioeconomic changes that relate directly to the emergence of new individual and collective habits. These new habits, frequently marked in the intangible and tangible elements of our culture, manifest in the architecture in a quiet and constant form and they are responsible, many times, for its final aspect. Inserted in a dynamic process, new materials, financial resources, techniques and preferences modify and construct, in a slowly way, the buildings that compose the urban landscape. The insertion of these new materials in the conservation of buildings is not forbidden. However, its indication must be made on formal criteria and experimentations capable to prove its effectiveness, avoiding damages to the cultural goods and the urban landscape.

To discuss in a philosophical way its indication, the present article aims to identify how some of the main theories of restoration and patrimonial letters evaluate or comment the use of new materials in the conservation/restoration processes of immovable cultural goods and how its concepts carry the hypothetical use of market modern inks when used on a historical raw land prototype – a construction technique originally coated with whitewash or other porous mineral materials. It still aims to present general aspects about the appropriate coverings of these buildings, testing and characterizing the “modern” options of inks, currently available in the Brazilian market.

Key-words: Restoration theories, Patrimonial letters, Historical buildings, Historical raw land constructions, Coverings. Inks

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Parede divisória de tabique. Residência em Ouro Preto	32
FIGURA 2 - Tabique- detalhe. Residência em Ouro Preto.....	32
FIGURA 3 - Muro de pedra seca. Cachoeira do Campo, Ouro Preto.....	33
FIGURA 4 - Ponte da Caveira – Estrada Real. Obra em cantaria.....	33
FIGURA 5 - Estudo de capitel de estuque. São Paulo.	34
FIGURA 6 - Sobreverga de estuque Solar Baeta Neves – Ouro Preto	34
FIGURA 7 - Fabricação de tijolos de adobe. Coromandel – MG.....	35
FIGURA 8 - Parede de adobe – protótipo executado pela FAOP em Ouro Preto.	35
FIGURA 9 - Capela do Morumbi – São Paulo. Edificação em taipa de pilão.	36
FIGURA 10 - Taipa de pilão - detalhe. Capela do Morumbi – SP.	36
FIGURA 11 - Parede de pau-a-pique. Cachoeira do Campo.	37
FIGURA 12 - Pau-a-pique - detalhe. Casa da Rua Alvarenga – Ouro Preto.....	37
FIGURA 13 - Capilaridade: Residência Bairro Cabeças - Ouro Preto.....	39
FIGURA 14 - Infiltração: Igreja de São Francisco de Paula - Ouro Preto.....	39
FIGURA 15 - Variações climáticas: Residência Rua Alvarenga – Ouro Preto.	39
FIGURA 16 - Eflorescências: Residência Rua Alvarenga – Ouro Preto.....	39
FIGURA 17 – Gráfico de dados mensais históricos da climatologia de Ouro Preto. .	42
FIGURA 18 – Gráfico dos tipos de tintas indicados em obras pelo IEPHA.	72
FIGURA 19 – Local da implantação do protótipo. Foto sem escala.	74
FIGURA 20 - Planta do protótipo e materiais empregados. Sem escala.....	75
FIGURA 21 - Elevação Norte/Sul do protótipo (sem escala).....	75
FIGURA 22 - Elevação Leste/Oeste do protótipo (sem escala).	76
FIGURA 23- Corte Norte/Sul do protótipo e materiais empregados. Sem escala.	76
FIGURA 24 - Local da implantação do protótipo.	77
FIGURA 25- Tanque de bloco com terra compactada.	77
FIGURA 26 - Fundação de pedra.....	77
FIGURA 27 - Posicionamento da fundação.	77
FIGURA 28 - Estrutura de pau-a-pique.	77
FIGURA 29 - Encaixe com pino de madeira.....	77
FIGURA 30 - Amassamento do barro.	78
FIGURA 31 - Barreamento da estrutura.	78
FIGURA 32 - Finalização do barreamento..	78
FIGURA 33 - Chapisco de cal e areia. Traço 1:3.	78
FIGURA 34 - Reboco de cal e areia. Traço 1:2.....	78
FIGURA 35 - Nivelamento com pasta de cal.....	78
FIGURA 36 - Grãos dispersados em solução salina.	79
FIGURA 37 - Distribuição aproximada dos componentes da terra.....	79
FIGURA 38- Faixa escura p/ referência de demãos. Fachada Norte.	80
FIGURA 39 - Diagramação das amostras em todas as fachadas.	80
FIGURA 40 – Aspecto de uma parede tipo após a pintura. Fachada Norte.....	80
FIGURA 41- Protótipo de estudo finalizado em julho de 2009..	80
FIGURA 42 - Amostra para ensaio.....	81
FIGURA 43 - Amostras em solução saturada de sulfato de sódio.	81
FIGURA 44 - Placa com amostra das tintas.....	83
FIGURA 45 – Diagramação das tintas correspondentes.....	83
FIGURA 46 - Luz rasante sobre amostra 01 (cal artesanal).....	83
FIGURA 47- Luz rasante sobre amostra 02 (cal industrializada)	83
FIGURA 48 - Luz rasante sobre amostra 03 (standard).	83

FIGURA 49 - Luz rasante sobre amostra 04 (acrílica econômica)	83
FIGURA 50 - Luz rasante sobre amostra 05 (silicato de potássio).....	84
FIGURA 51 - Luz rasante sobre amostra 06 (acrílica premium).....	84
FIGURA 52 - Microfotografia estereoscópica. Amostra 01 (cal artesanal).	85
FIGURA 53 - Microfotografia estereoscópica. Amostra 02 (cal industrializada)	85
FIGURA 54 - Microfotografia estereoscópica. Amostra 03 (standard).	85
FIGURA 55 - Microfotografia estereoscópica . Amostra 04 (acrílica econômica).....	85
FIGURA 56 - Microfotografia estereoscópica. Amostra 05 (silicato de potássio). ..	85
FIGURA 57 - Microfotografia estereoscópica. Amostra 06 (acrílica premium)	85
FIGURA 58 - Ensaio de poder de cobertura.....	91
FIGURA 59 - Ensaio de poder de cobertura.....	91
FIGURA 60 - Ensaio de poder de cobertura.....	92
FIGURA 61 - Ensaio de poder de cobertura.....	92
FIGURA 62- Sulfato de sódio e água para produção de solução saturada.....	95
FIGURA 63- Amostras imersas em solução saturada de sulfato de sódio.	95
FIGURA 64 – Amostras com crosta de sulfato de sódio cristalizado.	96
FIGURA 65- Amostras após a remoção das crostas.....	96
FIGURA 66 - Caiação artesanal após remoção da camada de sulfato de sódio.....	96
FIGURA 67 - Caiação industrializada após remoção do sulfato de sódio.	96
FIGURA 68 - Tinta standard após remoção da camada de sulfato de sódio.	96
FIGURA 69 - Tinta acrílica econômica após remoção do sulfato de sódio.	96
FIGURA 70 - Tinta silicato após remoção da camada de sulfato de sódio.	97
FIGURA 71- Tinta acrílica premium após remoção da camada de sulfato de sódio. 97	
FIGURA 72 - Absorção de água pela tinta premium e silicato de potássio.	99
FIGURA 73 - Absorção de água pela tinta econômica e standard.	99
FIGURA 74- Absorção de água pela caiação industrializada.....	99
FIGURA 75- Absorção de água pela caiação artesanal.....	99
FIGURA 76 – Alta pulverulência da cal artesanal.	101
FIGURA 77 – Média pulverulência da cal industrializada.....	101
FIGURA 78 – Baixíssima pulverulência da tinta standard.....	101
FIGURA 79 – Baixa pulverulência da tinta econômica.....	101
FIGURA 80 – Alta pulverulência da tinta de silicato.	101
FIGURA 81 – Baixíssima pulverulência da tinta Premium.	101
FIGURA 82 - Fachada Sul em 07 jul. 2009.	103
FIGURA 83 - Fachada Oeste em 07 jul. 2009.....	103
FIGURA 84 - Fachada Norte em 07 jul. 2009.....	103
FIGURA 85 - Fachada Leste em 07 jul. 2009.....	103
FIGURA 86 - Fachada Norte em 07 out. 2009.	104
FIGURA 87 - Fachada Oeste em 07 out. 2009	104
FIGURA 88 - Fachada Sul em 07 out. 2009.....	104
FIGURA 89 - Fachada Leste em 07 out. 2009	104
FIGURA 90 - Fachada Norte em 07 nov. 2009.	105
FIGURA 91 - Fachada Sul em 07 nov. 2009.....	105
FIGURA 92 - Fachada Norte em 07 dez. 2009.	105
FIGURA 93 - Fachada Oeste em 07 dez. 2009.....	105
FIGURA 94 - Fachada Sul e Oeste em 07 dez. 2009.	106
FIGURA 95 - Fachada Leste em 07 dez. 2009.	106
FIGURA 96 - Fachada Norte em 07 jan. 2010.	106
FIGURA 97 - Fachada Oeste em 07 jan. 2010.....	106
FIGURA 98 - Fachada Sul em 07 jan. 2010.....	107

FIGURA 99 - Fachada Leste em 07 jan. 2010	107
FIGURA 100 - Fachada Norte em 07 fev. 2010.	107
FIGURA 101 - Fachada Oeste em 07 fev. 2010.....	107
FIGURA 102 - Fachada Sul em 07 fev. 2010.....	108
FIGURA 103 - Fachada Leste em 07 fev. 2010.	108
FIGURA 104 - Fachada Norte em 07 mar. 2010.....	108
FIGURA 105 - Fachada Oeste em 07 mar. 2010.....	108
FIGURA 106 - Fachada Sul em 07 mar. 2010.....	109
FIGURA 107 - Fachada Leste em 07 mar. 2010.....	109
FIGURA 108 - Fachada Norte em 07 abr. 2010.....	109
FIGURA 109 - Fachada Oeste em 07 abr. 2010.....	109
FIGURA 110 - Fachada Sul em 07 abr. 2010.....	110
FIGURA 111 - Fachada Leste em 07 abr. 2010.....	110
FIGURA 112 - Fachada Norte em 07 maio 2010.	110
FIGURA 113 - Fachada Oeste em 07 maio 2010.....	110
FIGURA 114 - Fachada Norte em 07 maio 2010.....	111
FIGURA 115 - Fachada Oeste em 07 maio 2010.....	111
FIGURA 116 - Fachada Norte em 07 jun. 2010.	111
FIGURA 117 - Fachada Oeste em 07 jun. 2010.....	111
FIGURA 118 - Fachada Sul em 07 jun. 2010.....	112
FIGURA 119 - Fachada Leste em 07 jun. 2010.	112
FIGURA 120 - Situação das tintas em 07 jul 2009. Fachada Norte.	112
FIGURA 121 - Situação das tintas em 07 jul 2010. Fachada Norte..	112
FIGURA 122- Placas de Petri com crescimento de fungos filamentosos.....	113
FIGURA 123 - Agentes biológicos: Fachada Norte – Tinta premium.	113
FIGURA 124 - Agentes biológicos: Fachada Norte – Tinta de silicato de potássio .113	
FIGURA 125 - Agentes biológicos: Fachada Norte – Tinta acrílica econômica.	113
FIGURA 126 - Agentes biológicos: Fachada Norte – Tinta Standard.....	114
FIGURA 127 - Agentes Biológicos: Fachada Norte – Caição artesanal.....	114
FIGURA 128 – Lavabilidade da cal artesanal.....	115
FIGURA 129 – Lavabilidade da cal artesanal.. Detalhe.	115
FIGURA 130 - Lavabilidade da tinta standard.	116
FIGURA 131 - Lavabilidade da tinta standard. Detalhe.....	116
FIGURA 132 - Lavabilidade da tinta econômica.....	116
FIGURA 133 - Lavabilidade da tinta econômica.. Detalhe.	116
FIGURA 134 - Lavabilidade da tinta de silicato.	117
FIGURA 135 - Lavabilidade da tinta de silicato. Detalhe.....	117
FIGURA 136 - Lavabilidade da tinta premium.....	117
FIGURA 137 - Lavabilidade da tinta premium. Detalhe.....	117

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Dados mensais históricos da climatologia de Ouro Preto.	41
TABELA 02 - Traços de referência de argamassa aérea.....	51
TABELA 03 – Limite mínimo dos requisitos de tinta látex.....	68
TABELA 04 - Viscosidade.	86
TABELA 05 - Tempo de secagem.....	87
TABELA 06 - Massa específica.....	88
TABELA 07 - Sólidos por peso.....	89
TABELA 08 - Poder de cobertura.....	91
TABELA 09 - Brilho.	92
TABELA 10 - Tabela de referência para brilho.....	93
TABELA 11 - Resultados observados ao teste de cristalização de sais solúveis.....	96
TABELA 12 - Volume de água absorvido pela tintas. Método do cachimbo.	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAFATI Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas

FAOP Fundação de Arte de Ouro Preto

ICOMOS Conselho Internacional de Monumentos e Sítios

IEPHA/MG Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado de Minas Gerais

IPHAN Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

UB Unidade de brilho

UNESCO Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UR Umidade Relativa

SÚMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 AS TEORIAS DA RESTAURAÇÃO EM ARQUITETURA E A UTILIZAÇÃO DE NOVOS MATERIAIS.....	21
2 O RECONHECIMENTO DAS TÉCNICAS E DOS MATERIAIS: EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS E VERNACULARES.....	30
2.1 A arquitetura vernacular e as técnicas construtivas tradicionais.....	31
2.2 Patologias das edificações vernaculares	38
2.3 O clima de Ouro Preto e a deterioração por microrganismos	40
2.3.1 A deterioração por microrganismos	43
2.4 Conservação preventiva das edificações vernaculares	45
2.5 Revestimentos na construção civil.....	47
2.6 Sistemas de pintura	55
2.7 A pintura tecnicamente adequada	60
2.8 Novos materiais	66
3 PROTOCOLOS PARA AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: O COMPORTAMENTO DOS REVESTIMENTOS UTILIZADOS EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS E VERNACULARES.....	71
3.1 EXPERIMENTAL	73
3.2 Modelo Experimental para Avaliação de Tintas	73
3.2.1 Etapas de execução do protótipo de estudo:.....	77
3.2.2 Coleta de dados.....	80
3.2.3 Limitações.....	81
3.2.4 Análise das texturas encontradas	82
3.2.5 Fotografias com luz rasante.....	83
3.2.6 Microfotografia estereoscópica	85
3.2.7 Métodos físicos de análise de tintas	87

3.2.8 Métodos físico-químicos de análise de tintas.....	93
3.2.9 Análise visual e desgaste das tintas em análise	102
3.2.10 Ataque microbiológico das tintas no protótipo de estudo	113
3.2.11 Lavabilidade.....	115
CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
REFERÊNCIAS.....	120

INTRODUÇÃO

É ampla e notória a utilização dos materiais de acabamento, atualmente disponíveis no mercado, nas obras de conservação e restauro de bens móveis e edifícios históricos. Isso se deve à percepção da sociedade em geral, errônea e equivocada com relação à maior durabilidade dos produtos industrializados, à maior facilidade destes serem encontrados no mercado e com opções de preços acessíveis a todos, e à otimização de seu uso por profissionais com variáveis níveis de experiência profissional. Aliado a isso, há ainda um preconceito natural da sociedade com relação a materiais tradicionais, considerados “inferiores” tanto pelos oficiais da construção quanto pelos proprietários desses edifícios. Embora tragam maiores ou menores impactos estéticos e técnicos nos edifícios e conjuntos históricos, é possível perceber ainda que esses produtos permitem aplicações mais ágeis, que garantem aos oficiais o término mais rápido das atividades contratadas e, conseqüentemente, maiores chances de retornar ao mercado em busca de novas oportunidades de trabalho.

Compreendendo essas situações como naturais em uma sociedade capitalista, onde tempo e custo são importantes para a viabilização de projetos, torna-se, portanto, necessário pesquisar, dentre os materiais disponíveis no mercado atual brasileiro, quais trazem menores danos ou maiores benefícios para os edifícios históricos, constantemente conservados. Paralelamente à freqüente execução dessas obras de conservação e às pesquisas científicas, as grandes teorias da restauração e cartas patrimoniais, formuladas ao longo dos últimos dois séculos, sugerem posturas que norteiam as intervenções propostas pelos conservadores e restauradores no sentido de agirem com ética e compromisso técnico. Dentre os diversos aspectos abordados, essas teorias avaliam a indicação e/ou o emprego de novos materiais nessas obras, como também seu veto, salvo aquelas baseadas em pesquisas e experimentações.

Como parte do processo de busca de bases teóricas sobre o possível uso de novos materiais nas obras de conservação e restauração dos bens culturais imóveis,

foi realizada uma pesquisa bibliográfica em literatura específica – cartas patrimoniais e principais teorias da restauração. A partir da obtenção dessas informações, buscamos demonstrar como esses conceitos se transportam ao caso corriqueiro do emprego das tintas atualmente disponíveis no mercado quando aplicadas sobre edificações vernaculares de pedra, terra crua e/ou areia – historicamente revestidas com cal ou tintas minerais igualmente porosas. Uma pesquisa bibliográfica complementar foi realizada a fim de apresentar a técnica de construção com terra, sua relação com os revestimentos ideais (argamassa e pintura) e seus requisitos básicos para adaptar-se a novos materiais.

A cidade de Ouro Preto, em Minas Gerais, possui rico acervo de edifícios históricos vernaculares construídos com pedra e terra, tradicionalmente revestidos com terra, areia e cal. Esses edifícios vernaculares refletem a expressão tradicional que determinadas sociedades imprimem em sua produção arquitetônica, utilizando e revisitando a cultura, técnicas e materiais locais.

Dentre esses edifícios vernaculares, uma técnica denominada pau-a-pique se destaca na paisagem ouro pretana, dada sua facilidade de execução, correspondendo, portanto, à técnica original mais comumente encontrada no acervo da cidade.

Dado o açodamento que presidiu a fatura das primeiras construções, natural seria que fossem aproveitados os materiais disponíveis no próprio local da obra, de preferência aos que exigissem transporte, quase sempre difícil na época. É obvio que a madeira foi e é largamente empregada, mesmo naquelas construções já definitivas e não apenas nos ranchos. Deve-se, porém, levar em conta que no sistema construtivo de estrutura independente, não se torna necessária a utilização intensiva e exclusiva de madeira de muito boa qualidade, reduzindo sua aplicação a alguns esteios e madres, suportando relativamente pouco peso. As vedações se aproveitam de paus roliços e varas de qualquer espécie. Convém frisar ainda que a maioria destas estruturas em Vila Rica firma-se sobre alicerces de pedra, não mergulhando seus apoios no solo, em virtude, talvez, de não resistirem bem à umidade do terreno. (VASCONCELLOS, 1956, p.163).

Embora saibamos que a grande maioria dos edifícios da cidade sofreu, ao longo de décadas, grandes alterações em suas estruturas originais, desconfigurando suas técnicas construtivas primitivas, consideraremos aqui que parte desses edifícios possui peculiaridades a serem respeitadas para que estes sejam preservados em boas condições de uso e contemplação.

Considerando então a original predominância do pau-a-pique como técnica construtiva em Ouro Preto, as condições ambientais da cidade - como temperatura, pluviosidade e umidade relativa do ar, e ainda a pintura desses edifícios (predominantemente realizada a base de aglutinantes acrílicos e vinílicos), esta pesquisa científica objetivou identificar, sobre essa vernacular técnica construtiva, o desempenho das principais tintas atualmente disponíveis no mercado.

A metodologia adotada para realizar a pesquisa foi a compilação bibliográfica de bases textuais e a construção de placas de amostra e de um protótipo de pau-a-pique - correspondendo à parte experimental da investigação. Tanto o protótipo, quanto as placas de amostra, tem por objetivo simular uma situação real: uma edificação vernacular de terra crua exposta às intempéries, construída conforme a técnica tradicional local, revestida com argamassa a base de cal e areia, porém pintada com diferentes tipos de tintas, atualmente disponíveis no mercado brasileiro. Após doze meses de exposição desse protótipo às intempéries somado a algumas análises laboratoriais foi possível apontar o desempenho de cada uma das tintas ensaiadas com relação ao desgaste visual, resistência à pulverulência, resistência à lavabilidade, resistência à eflorescência de sais solúveis, capacidade de absorção de água à baixa pressão.

As tintas empregadas foram ainda caracterizadas segundo normas adotadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, órgão brasileiro responsável pela normalização técnica no país. Embora hajam diversas normas para ensaiar tintas e avaliar seus desempenhos, para esta pesquisa foram adotadas as que avaliam:

- a) Viscosidade;
- b) Tempo de secagem;
- c) Massa específica;
- d) Sólidos por peso;
- e) Brilho;
- f) Poder de cobertura.

A motivação para essa pesquisa surgiu através da necessidade de caracterizar algumas das principais tintas imobiliárias atualmente disponíveis no mercado brasileiro bem como compreender seu comportamento quando aplicadas sobre um protótipo de pau-a-pique: técnica construtiva vernacular fartamente encontrada em todo o país. A pintura de imóveis construídos com essa técnica é freqüentemente realizada com diversos materiais sem que se conheça seus resultados.

O objetivo geral da pesquisa é elaborar uma análise comparativa do desempenho dos sistemas de pinturas hoje disponíveis no mercado brasileiro, quando de sua aplicação em estruturas de revestimentos de obras vernaculares.

Tem como objetivos específicos identificar nas principais teorias da restauração e cartas patrimoniais as considerações gerais sobre a utilização de novos materiais nos processos de conservação do patrimônio cultural e transportá-las para o caso corriqueiro do emprego de tintas de mercado sobre edificações de pedra, terra e/ou areia – historicamente revestidas com cal ou tintas minerais igualmente porosas. Propõe apresentar a técnica de construção com terra, sua relação com os revestimentos ideais (argamassa e pintura), seus requisitos básicos para adaptar-se a novos materiais bem como apresentar algumas das propriedades e métodos de avaliação de qualidade de tintas aplicadas sobre argamassas de areia e cal.

Propõe ainda levantar junto ao arquivo técnico do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico (IEPHA) do Estado de Minas Gerais qual a postura tradicionalmente adotada por este com relação à indicação de tintas compatíveis com os edifícios históricos ao longo das últimas duas décadas e por fim ensaiar o comportamento das principais tintas imobiliárias disponíveis atualmente no mercado: acrílicas, base de PVA, cal para pintura e tinta mineral a base de silicato de potássio com relação ao seu desempenho estético, superficial (pulverulência), lavabilidade, eflorescência e quanto à absorção de água.

A pesquisa transcorre por quatro capítulos que apresentam respectivamente:

O Capítulo 1 define e discute as especificidades da arquitetura vernacular, e como as principais teorias da restauração e cartas patrimoniais avaliam ou indicam o emprego de novos materiais sobre essas estruturas.

O Capítulo 2 apresenta as técnicas construtivas tradicionais mais freqüentemente encontradas no Brasil, caracteriza os materiais de revestimento tecnicamente adequados para sua conservação e as principais patologias responsáveis por sua degradação. Apresenta ainda a composição dos sistemas de pintura disponíveis no mercado brasileiro, perpassando pelos processos artesanais e industriais de pintura.

O Capítulo 3 corresponde à parte experimental da pesquisa na qual o comportamento das tintas aplicadas sobre um protótipo de pau-a-pique simula uma situação real: o emprego de tintas modernas sobre revestimentos artesanais de areia e cal. Aborda a influência mercadológica sofrida pelos edifícios vernaculares, a postura do IEPHA perante essa polêmica questão, além de observar os resultados fornecidos por testes e métodos de análise visual e instrumental realizadas tanto no protótipo (modelo experimental) de estudo quanto em amostras igualmente confeccionadas. Analisa ainda o clima de Ouro Preto e sua influência sobre a degradação microbiológica das tintas estudadas.

Estão apresentados no Capítulo 4 as considerações finais deste trabalho, recomendações e sugestões para trabalhos futuros.

1 AS TEORIAS DA RESTAURAÇÃO EM ARQUITETURA E A UTILIZAÇÃO DE NOVOS MATERIAIS

Ao analisarmos a história da cultura de uma comunidade, vemos que ela é marcada por permanências e mudanças de ordem ambiental e sócio-econômica que estão diretamente relacionadas ao surgimento de novos costumes individuais e coletivos. Essa dinâmica se manifesta de modo bastante diversificado, podendo ser percebida por meio de elementos materiais e intangíveis que compõem o cotidiano, tais como a culinária, a religiosidade, a música, a moda, a arquitetura.

Na arquitetura, essas mudanças se constroem ao longo do tempo, fundamentando-se em aspectos variados que determinam sua conformação final. As necessidades de atualização técnica, a disponibilidade de materiais e a oferta de mão-de-obra qualificada, os recursos financeiros disponíveis, o “gosto” ou influência das correntes artísticas e a política estatal e econômica deixam marcas mais ou menos visíveis e determinantes nos edifícios isolados e na paisagem.

A arquiteta Maria Lúcia Malard (2006, p.23) destaca que essa pluralidade de aspectos técnicos, sociais e culturais, contidos nas construções, interfere sobremaneira em sua forma final:

A arquitetura tem, inegavelmente, uma dimensão simbólica que fala à nossa sensibilidade. Por isso ela também é arte e, como tal, se manifesta visualmente. Mas a arquitetura não é só arte. Ela tem uma dimensão utilitária e um valor de troca. Além disso, ela demanda técnica para se corporificar e por isso a dimensão tecnológica lhe é imprescindível. Podemos dizer que o objeto arquitetônico é fruído na sua dimensão artística, usufruído na sua dimensão utilitária e construído na sua dimensão tecnológica. E essas três dimensões se constituem no decorrer do processo social, como a história nos ensina. A forma arquitetônica é, portanto, mediadora das relações sociais e só pode ser compreendida nessa relação.

Essa percepção de que a arquitetura é uma mediadora social, presente, que se relaciona de forma dinâmica com a arte, a paisagem, o mercado e o cotidiano, está estreitamente relacionada ao acesso da população às técnicas disponíveis, ao desenvolvimento dos hábitos locais, mas principalmente à oferta de materiais construtivos. Estes refletem claramente o nível tecnológico que um edifício ou seus elementos podem alcançar seu aspecto final e sua capacidade de conservar-se e responder às diferentes demandas. São nessas determinantes que a produção

arquitetônica apóia-se para evoluir, técnica e esteticamente, alterando e construindo a paisagem urbana ou rural.

Essa premissa torna-se válida ao analisarmos não só as técnicas e materiais de construção empregados na produção atual da paisagem e seu resultado, mas também o quanto podem contribuir para a conservação de estruturas do passado. O quanto esses novos materiais podem adiar novas intervenções e o quanto favorecem ou prejudicam estética, técnica ou culturalmente uma estrutura histórica.

La conservación es la actividad que consiste en evitar futuras alteraciones de un bien [...], consiste en adoptar medidas para que un bien determinado experimente el menor número de alteraciones durante el mayor tiempo posible. (VIÑAS, 2003, p.18-19).

Sabemos que os bens culturais devem ser minuciosamente estudados em sua especificidade antes de sofrerem quaisquer intervenções conservativas ou restaurativas, e que essa pesquisa é a principal fornecedora dos dados imprescindíveis à tomada de qualquer decisão que implique em alterações a curto, médio e longo prazo.

Mas a contribuição da pesquisa e do emprego de novos materiais nessas intervenções extrapola a capacidade técnica do material ou a compatibilidade deste com o original, para relacionar-se diretamente com a produção intelectual acumulada até hoje, presente nas teorias de restauro e nas cartas patrimoniais.

As cartas patrimoniais, assim como as teorias, refletem os avanços de questões filosóficas e a tentativa de se otimizar procedimentos, diretrizes comuns que permitam e estimulem os profissionais do restauro a agir com deontologia.

Desde o século XIX, quando se intensificam e popularizam obras de restauração de bens móveis e imóveis, a comunidade científica especializada vem formatando posturas e teorias com o intuito de melhor embasar a atividade dos profissionais da área. A coleção dos principais documentos, recomendações e cartas conclusivas de reuniões relativas à proteção do patrimônio cultural, ocorridas em diversas épocas e partes do mundo formataram o que hoje conhecemos como Cartas Patrimoniais.

Tanto as Cartas Patrimoniais quanto as teorias formuladas por estudiosos como Viollet-le-Duc, Camilo Boito, Cesare Brandi, entre outros visam por essência avaliar, discutir e subsidiar ações conscientes, técnica e esteticamente coerentes com seu tempo, lugar e a realidade dos bens culturais em questão.

Isolada ou coletivamente, nações ao redor do mundo pesquisam e aplicam soluções para a salvaguarda e conservação de seu patrimônio, e, freqüentemente, durante a execução de intervenções conservativas, se deparam com a necessidade de julgar a pertinência ou emprego de novos materiais que garantam a sobrevivência ou ampliem a sobrevivência de seus bens. Essa evidência, bastante conhecida e discutida ainda na atualidade, já era pioneiramente citada no “Verbetes restauração” de Viollet le-Duc, na França do século XIX:

Na restauração, há uma condição dominante que se deve ter sempre em mente. É a de substituir toda parte retirada somente por materiais melhores e por meios mais eficazes ou mais perfeitos. É necessário que o edifício restaurado tenha no futuro, em consequência da operação à qual foi submetido, uma fruição mais longa do que a já decorrida. [...] É, pois, prudente considerar que toda construção abandonada perdeu certa parte de sua força, em consequência desses abalos, é que deveremos suprir essa diminuição de força pela potência das partes novas [...] por resistências maiores. (KÜHL, 2005, p.54).

A polêmica e a perspectiva de restauração adotada por Viollet-Le-Duc o relegaram a uma posição de “vilão” na história da restauração do século XX, dada sua atuação, não só relativa à utilização de novos materiais, mas em sua postura geral. A arquiteta e professora Beatriz Kühl (2005, p.23-24) aponta, na introdução de “O Verbetes Restauração”, de Viollet Le-Duc, por ela traduzido, que:

... a polêmica que causou e ainda causa é proporcional à grandeza de sua produção. Pela antipatia criada em relação às suas obras como restaurador, muitas vezes deixou-se de apreciar a coerência de suas formulações teóricas, seus aspectos inovadores, e seus muitos aspectos ainda atuais. [...] Entre as questões de grande atualidade podem ser citadas: o fato de recomendar que se deva restaurar não apenas a aparência do edifício, mas também a função portante de sua estrutura; procurar seguir a concepção de origem para resolver os problemas estruturais; a importância de se fazer levantamentos pormenorizados da situação existente; agir somente em função das circunstâncias, pois princípios absolutos podem levar ao absurdo; a importância da reutilização para a sobrevivência da obra, pois restaurar não é apenas uma conservação da matéria, mas de um espírito da qual ela é suporte.

Observamos nessa citação que há tempos a utilização de novos métodos ou materiais em edifícios históricos é uma questão polêmica e que tal prática é exaustivamente discutida até os dias de hoje¹.

As edificações históricas, vernaculares ou não, acompanharam as mudanças sociais de seu contexto local ou de seu programa de uso, apresentam alterações e/ou intervenções que, realizadas consciente ou inconscientemente, modificaram sua estrutura original. Muitas vezes essas alterações geraram sínteses culturais e históricas que expressam na arquitetura o dinamismo e a originalidade dos processos de construção dos edifícios e da paisagem local.

As palavras do arquiteto renascentista e filósofo da arquitetura e urbanismo Leon Battista Alberti exprimem como esse dinamismo da produção arquitetônica e a abertura a novos esquemas e adequações colaboram com o avanço das idéias e da ciência:

... não significa que devemos nos restringir estreitamente aos seus esquemas e acolhê-los tais e quais nas nossas obras como se fossem leis inquestionáveis, mas sim, tendo o seu ensinamento como ponto de partida, devemos buscar novos e conseguir assim uma glória igual a deles ou se possível maior. (ALBERTI *apud* DOURADO, 1996, p.50).

Diversos exemplares dessa síntese cultural podem ser encontrados por diversas cidades históricas, oferecendo aos seus moradores e visitantes a possibilidade de vivenciar uma paisagem que expressa em si o diálogo entre diferentes tempos e atores da história.

A resignificação dos monumentos não ocorre, porém, somente por alterações técnico-formais, como mostra Regina Dourado (1996) ao analisar o processo de resignificação dos monumentos urbanos na história. Essa relação incide também sobre o valor simbólico desses bens:

Os monumentos, enquanto produtos culturais por excelência, serão sempre atualizados em seus significados, permanentemente alterados pelo olhar de quem os vê e pelas culturas que os interpretam. Esses monumentos não são estáticos ou impõem rigidamente sua existência. (DOURADO, 1996, p. 45).

¹ “... para se lançar em uma polêmica, não é tempo perdido, pois a polêmica gera as idéias e leva ao exame mais atento dos problemas duvidosos; a contradição ajuda a resolvê-los” (LE-DUC *apud* KUHL, 2000).

Assim, dentro da capacidade humana de adaptar seu ambiente às novas tecnologias, um velho edifício de taipa, por exemplo, pode apresentar ao longo de sua história “atualizações” que propõem novos programas de uso, inclusões de novas instalações elétricas e hidrosanitárias que, realizadas com critério, podem colaborar com a atualização de sua estrutura, de sua função e de seu significado à sociedade, sem causar-lhe maiores traumas estéticos ou histórico-culturais.

No entanto, nem todas as intervenções alcançam o mesmo sucesso ou são criteriosas. Muitas delas são danosas, trazendo problemas até irreversíveis. Um exemplo corriqueiro e recorrente é o causado pela substituição de suas argamassas de revestimento originais a base de terra, cal e areia² por materiais modernos a base de cimento (rico em sais) e/ou tintas plastificantes.

Essa prática, ainda e erroneamente empregada até nossos dias, passa a ser indicada a partir do ano de 1931 pela Carta de Atenas, que publica em seu item IV: “Os Materiais de Restauo” que:

...eles (conselho técnico) aprovam o emprego adequado de todos os recursos da técnica moderna e especialmente, do cimento armado. (CURY, 2004, p.15).

Acreditava-se que ao utilizar um material moderno nas obras de restauro, mais resistente do que os originalmente empregados, uma condição superior poderia distanciar futuras e nocivas obras de restauração. Todavia, nas últimas décadas se constatou que essa prática não era adequada para a conservação dos bens, uma vez que os edifícios de terra crua implantados sobre fundações rasas, relacionam-se com seu ambiente de inserção de forma diferente dos edifícios modernos, cujas fundações impermeabilizadas lhe permitem maior resistência à umidade, principalmente ascendente.

Assim, ao serem revestidas com argamassa a base de cimento e/ou tintas formadoras de película de proteção, como as tintas a base de PVA, por exemplo, essas edificações têm sua permeabilidade ao vapor de água prejudicada, provocando destacamentos, pulverulência, concheamento e até perda do

² De acordo com Sylvio de Vasconcellos (1961), as paredes dos edifícios coloniais “(...) são no geral revestidas de emboço de barro, completado ou não por reboco de cal e areia. Vez por outra, argamassa-se o barro com o estrume de curral, para sua maior consistência e para melhor ligação entre o maciço de barro e o revestimento de cal e areia”.

revestimento. A perda de material prejudica não só sua conservação material e originalidade, mas também sua leitura estética³.

Este exemplo demonstra a importância de desenvolvermos pesquisas sobre a utilização dos materiais atuais aplicados nas intervenções de restauro para que estes tenham seus limites técnicos atestados.

Na realidade, ainda que diversas pesquisas, ensaios e análises tenham sido desenvolvidos com o intuito de diagnosticar melhor os problemas e identificar novas soluções técnicas para a conservação, consolidação e restauração de argamassas e pinturas de edifícios históricos, tradicionalmente e originalmente edificados com cal, poucos trabalhos ensaiam e apontam outros materiais como possíveis alternativas menos danosas e facilmente disponíveis no mercado⁴.

Ainda com relação ao emprego de novos materiais, a Carta do Restauro (Governo da Itália) de 1972 ultrapassa a questão da compatibilidade entre novos materiais, destacando no artigo 8º, a importância da distinguibilidade e reversibilidade desses materiais:

Toda intervenção na obra [...] deve ser executada de modo tal, e com tais técnicas e materiais, que possa ficar assegurado que, no futuro, não tornará impossível uma eventual intervenção de salvaguarda ou de restauração. (CURY, 2004,p. 150).

Indica ainda no artigo 10º que:

As medidas [...] não deverão ser tidas de modo a alterar sensivelmente o aspecto da matéria e a cor das superfícies, ou que exijam modificações substanciais e permanentes do ambiente em que as obras foram transmitidas historicamente [...] de modo a evitar qualquer dúvida sobre a época em que foram executadas, e com as modalidades mais discretas. (CURY, 2004,p. 151).

Não há dúvida de que, além de tecnicamente ideal, dada sua porosidade, aspecto estético e resistência, a cal corresponde ao material de acabamento que

³ Vale lembrar que em certos casos esses simples revestimentos acolhem ou protegem pinturas murais que podem sofrer perdas ou danos irreversíveis. Infelizmente essa prática causou e ainda causa nos dias de hoje um dos danos mais frequentes aos edifícios históricos.

⁴ “Quando as técnicas tradicionais se revelarem inadequadas, a consolidação do monumento pode ser assegurada com o emprego de todas as técnicas modernas de conservação e construção cuja eficácia tenha sido demonstrada por dados científicos e comprovada pela experiência”. Carta de Veneza de 1964, artigo 10º.

confere melhor resultado aos edifícios históricos. Esta potencializa sua unidade estético-histórica e sua leitura ideal. Kühl destaca na Teoria da Restauração de Cesare Brandi que:

O primeiro princípio da restauração é aquele pelo qual se restaura a matéria da obra de arte, visando restabelecer sua unidade potencial, sem cometer um falso artístico ou falso histórico, garantindo a manutenção de sua imagem e sua transmissão às gerações futuras. (KÜHL, 2005, p144).

Conclui ainda que:

Dado que ninguém poderá jamais estar seguro de que a obra não terá necessidade de outras intervenções no futuro, mesmo que simplesmente conservativas, deve-se facilitar e não impedir as eventuais intervenções sucessivas. (KÜHL, 2005, p146).

O artigo 10º da Carta de Veneza de 1964 aponta ainda que:

Quando as técnicas tradicionais se revelarem inadequadas, a consolidação do monumento pode ser assegurada com o emprego de todas as técnicas modernas de conservação e construção cuja eficácia tenha sido demonstrada por dados científicos e comprovada pela experiência. (CURY, 2004, p.93).

Portanto, locais onde: (i) há dificuldade de encontrar mão-de-obra especializada, detentora de informações sobre os processos de beneficiamento, produção e aplicação de argamassas e principalmente da caiação de acabamento; (ii) não há compreensão da técnica; e (iii) a entidade mantenedora não possua meios financeiros para patrocinar com a adequada freqüência a execução dos serviços técnicos de manutenção e da locação dos equipamentos necessários a sua correta aplicação, a utilização de um material moderno muitas vezes é a solução. Em casos como os acima citados, a necessidade de utilizar de forma inevitável um material suplente à cal deve então estimular pesquisadores de diversas áreas a desenvolver investigações pontuais, capazes de apresentar resultados significativos e compatíveis com os edifícios vernaculares. Essas pesquisas poderão futuramente apresentar à indústria de tintas o referencial teórico para a produção de uma linha comercial, acessível à toda população, compatível com a arquitetura vernacular e com o clima sob a qual se expõem.

Embora seja culturalmente, esteticamente e tecnicamente correta a indicação do uso da cal nos processos de conservação e restauração do patrimônio edificado - originalmente construído com esse material, uma pequena parte das obras atuais de

conservação o utiliza nas argamassas ou pintura das paredes, salvo aquelas diretamente e cotidianamente inspecionadas pelos órgãos de preservação. Esse fato é claramente e cotidianamente notado na cidade de Ouro Preto – Minas Gerais.

Os programas de resgate das técnicas construtivas tradicionais, oferecidos nos últimos anos por instituições federais e estaduais, as solicitações dos órgãos de preservação e do poder público periodicamente estimulam sua preservação e resgate, porém, o uso de novos materiais industrializados ainda aponta como equivocada preferência dos moradores dos edifícios históricos e dos oficiais que neles intervêm.

O preconceito erroneamente criado pela sociedade com relação à durabilidade da cal, aliado a facilidade de encontrar materiais mais modernos, de grande veiculação na mídia, de fácil e rápida obtenção e aplicação, por profissionais de menor qualificação, torna rara a utilização da cal em pinturas, presente muitas vezes em edifícios de maior notoriedade: casas de câmara e cadeia, palácios de governadores, igrejas ou conventos – espaços esses de importância coletiva.

A maior parte das edificações de um núcleo histórico é composta por residências, muitas vezes de tipologia simples, igualmente edificadas com as técnicas construtivas tradicionais de terra crua (adobe, taipas de mão e pilão), que normalmente foram, ao longo do século XX, descaracterizadas em seu revestimento original, pintadas nas últimas décadas com tintas modernas.

Essas tintas, embora possuam grande qualidade quando aplicadas em estruturas novas, freqüentemente trazem danos aos edifícios históricos de terra e cal. O uso de novos materiais na conservação dos bens culturais não é prática vetada. É prática comum e adequada quando sua indicação é ensaiada e comprovada por meio da experiência, testemunhos e ensaios laboratoriais.

Afrescos e pinturas artísticas ou decorativas, por exemplo, podem ter sua sobrevivência ampliada por meio da aplicação responsável de adesivos sintéticos, de comprovada eficácia, capazes de consolidar seu suporte.

Novos materiais são continuamente ensaiados visando participar de forma segura dos processos de conservação dos bens culturais. No caso exclusivo do uso

das tintas imobiliárias modernas, poucos ensaios foram feitos a fim de avaliar quais opções podem, em casos excepcionais, substituir a cal em determinado caso ou região, sem causar maiores danos, sejam eles de ordem estética, cultural e principalmente técnica e quanto podem contribuir ou não pela conservação da memória e dos edifícios históricos.

2 O RECONHECIMENTO DAS TÉCNICAS E DOS MATERIAIS: EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS E VERNACULARES

Para melhor discutir o tema desta pesquisa abordaremos, sem nos deter profundamente, às técnicas identificadas como “construtivas tradicionais” no Brasil e sua estreita relação com os materiais e técnicas de origem ibérica.

Sabe-se que a Península Ibérica foi ocupada por diferentes povos mediterrâneos dos quais legamos procedimentos técnicos que se incorporaram e influenciaram a cultura portuguesa e conseqüentemente a nossa. Nas aldeias ao sul de Portugal, a influência Moura é evidente no uso dos muxarabis (treliças de fechamento em balcões superiores), das periódicas caiações e do uso da terra crua como material construtivo (TOLEDO, 1983, p. 112)

Mais focadas no sistema de transporte marítimo e na necessidade de sua defesa, diversas cidades portuguesas foram construídas em terrenos elevados, sobre vias irregulares e tortuosas e sobre esses aspectos também influenciaram a produção brasileira.

No Brasil do século XVIII, as cidades mineiras cresceram sem qualquer disciplina, como é o caso de Ouro Preto [...] São João del-Rei, Tiradentes e demais cidades. (TOLEDO, 1983, p.106).

A conformação espacial de Portugal permite influências distintas ao longo do seu território que, embora seja estreito no sentido leste-oeste, é alongado no sentido norte-sul. A influência celta marca a paisagem portuguesa do Norte, assim como a moura marca a do sul. O clima frio do norte, úmido e chuvoso, propicia edificações de pedra, sem chaminés para reter o calor em seu interior e são protegidas por amplos telhados de quatro águas. Já ao sul, o clima quente e seco propicia telhados de duas águas com curtos beirais, que protegem paredes de taipa, adobe ou tijolos cozidos, posteriormente caiadas. (HUE, 1999, p.14).

Em todo império português nota-se a arquitetura “chã” ou jesuítica que, dada sua simplicidade na construção e facilidade de obtenção de materiais, torna-se facilmente reproduzível em todo território, incluindo o de suas colônias.

Esses sólidos e variados sistemas construtivos influenciaram a produção de milhares de imigrantes portugueses que, ao cruzar o Atlântico, trouxeram consigo grande talento na produção da talha, nas construções em cantaria e com terra crua, na execução de alvenaria de pedras sobrepostas sem argamassa como também todo talento na carpintaria através do manuseio, escolha e corte das madeiras para o emprego nas embarcações e construções como moinhos.

Por essa razão, diversos edifícios que compõem o acervo colonial edificado brasileiro apresentam influência direta dessas técnicas, seja nas soluções adotadas ou no uso dos materiais.

2.1 A arquitetura vernacular e as técnicas construtivas tradicionais

Por meio das técnicas construtivas denominadas tradicionais, pequenas comunidades por todo o planeta expressam em sua produção arquitetônica e paisagística traços ímpares de sua cultura. Esses traços ou características tornam-se uma expressão local única, marcada pelas respostas da sociedade às limitações impostas pelo ambiente ou demandas do próprio grupo social. Seja por meio dos materiais utilizados, pela solução ou técnica empregadas, essa produção arquitetônica, também denominada vernacular, marca e aponta a diversidade cultural de cada grupo social.

O patrimônio construído tradicional ou vernacular representa, fundamentalmente, a expressão cultural de comunidades mais ligadas ao sítio onde se localizam e que ao longo do tempo conseguiram preservar suas tradições, apesar de influências culturais externas. Ele constitui o modo natural como tais comunidades produziram seu próprio *habitat* ao longo do tempo. Faz parte de um processo contínuo, em que as mudanças sócio-ambientais necessárias são paulatinamente incorporadas a tradição construtiva. (SOUZA *et al*, 2010).

Como já citado no item 2.1, a arquitetura brasileira deriva das técnicas tradicionais portuguesas, construiu grande parte de seu acervo utilizando, de maneiras diferentes, a terra, a pedra e a madeira como principais materiais construtivos locais. Segue abaixo apresentadas algumas das principais técnicas construtivas tradicionais brasileiras, responsáveis pelo acervo vernacular nacional:

a) O tabique

É a técnica que corresponde a elementos de vedação, sem função estrutural, utilizada principalmente na divisão de cômodos. São edificadas por meio da aplicação de argamassa de barro, areia e/ou cal sobre um ripado de madeira, normalmente frejô ou cedro (dada sua trabalhabilidade, resistência e disponibilidade), fixados em sentido horizontal ou diagonal, sobre uma estrutura de tábuas finas.



FIGURA 1 - Parede divisória de tabique. Residência em Ouro Preto. Fonte: autor (2009)



FIGURA 2 - Tabique- detalhe. Residência em Ouro Preto. Fonte: autor (2009)

b) A cantaria

Durante a colonização do Brasil, a coroa portuguesa necessitava proteger a costa brasileira da pirataria com resistentes construções em cantaria. Essa técnica, embora tradicionalmente e popularmente empregada nas diversas construções do norte de Portugal, é inicialmente implantada no Brasil em fortes, portos e pontes – construções militares que exigiam maior rigor técnico, dada a importância de seu uso. (HUE, 1999, p.14).

Sem maiores rigores, a pedra também era utilizada como calçamento das ruas em cidades mais ricas ou para edificar igrejas e o primeiro pavimento de sobrados onde o térreo abrigava um armazém e o pavimento superior, normalmente edificado em pau-a-pique, abrigava a família do comerciante.

Somente as cidades de maior relevância construía seus edifícios com o uso de rochas, pois requeria uma tecnologia mais sofisticada, grande organização do canteiro de obras e aparelhos para o corte das pedras.

Na arquitetura popular de algumas aldeias é impossível datar-lhes as construções. É um conhecimento que passa de geração a outra. Esse fato talvez seja um sintoma enquanto a arquitetura erudita sempre foi mais sensível à evolução dos estilos, a popular tem uma imobilidade que tende a conservar as formas consagradas, de eficiência consagrada. Esse relativo despojamento contrasta com os requintes de execução das casas da fidalguia rural, evidentes nas molduras dos vãos, nas sobrevergas, nas cornijas, nos cunhais arrematados por pináculos... (TOLEDO, 1941, p.109).

Isso explica porque a grande maioria dos edifícios construídos no Brasil utiliza técnicas com terra crua, incluindo o pau-a-pique e o adobe, pois são executadas em qualquer local pela farta disponibilidade de materiais e mão-de-obra pouco qualificada.



FIGURA 3 - Muro de pedra seca. Cachoeira do Campo, Ouro Preto. Fonte: autor (2009).



FIGURA 4 - Ponte da Caveira – Estrada Real. Obra em cantaria. Fonte: autor (2008).

As rochas, muitas vezes trazidas de Portugal para o Brasil como lastro nos navios, foram muito utilizadas, dada sua trabalhabilidade e resistência, na confecção de ornamentos externos.

Quando utilizadas em solos instáveis podem ocasionar trincas decorrentes de seu recalque. O crescimento de microrganismos, flutuações de umidade e infestação de pragas também contribui com o aparecimento de fissuras. A espessura de muros ou paredes portantes que as utilizam, varia em função das cargas horizontais ou verticais que necessitam suportar.

c) O estuque

O termo estuque se originou da palavra italiana “strucare”, que significa “ato de empurrar massa”. Corresponde à técnica que utiliza argamassas com traços variados, para produzir elementos decorativos de paredes internas, externas e forros. Denomina ainda a técnica de preenchimento ou revestimento de estruturas autônomas de ripas ou taquaras, menos espessas do que as paredes de pau-a-pique, cumprindo igualmente a função de vedação.



FIGURA 5 - Estudo de capitel de estuque. São Paulo. Fonte: autor (2007).



FIGURA 6 - Sobreverga de estuque Solar Baeta Neves – Ouro Preto Fonte: autor (2008)

d) O adobe

Outra técnica freqüentemente encontrada nas edificações históricas é o adobe: tijolo rudimentar de terra crua, seco à sombra.

Esses tijolos são produzidos com solo areno-argiloso, de consistência plástica, mais úmida que a terra para a taipa de pilão. Após serem homogeneizados (normalmente com os pés) e misturado à fibras vegetais (palha de milho, arroz ou capim) são arremessados, em geral de uma altura média de um metro, em formas de madeira sem fundos, cujas dimensões variam conforme a localidade e tradição.

Após seu total preenchimento, o taapeiro desforma os tijolos e os deixa em secagem por um período de 30 dias. Após a completa secagem, os adobes são assentados com o próprio barro que os originou, porém, mais úmidos, plásticos, formando uma estrutura autoportante. São ainda assentados em complemento a uma estrutura autoportante de madeira, como nas paredes de pau-a-pique. Suas

propriedades capilares podem oferecer um comportamento inadequado diante de solos ou climas úmidos.



FIGURA 7 - Fabricação de tijolos de adobe. Coromandel – MG. Fonte: autor (2008).



FIGURA 8 - Parede de adobe – protótipo executado pela FAOP em Ouro Preto. Fonte: autor (2008).

e) A taipa de pilão

Mais comumente encontrada em São Paulo, a taipa de pilão é uma técnica que consiste no apiloamento em camadas de um solo areno-argiloso, cru (em estado natural), mineral (livre de matéria orgânica), com umidade ótima de compactação (de 30% a 50% de umidade relativa (UR)), dentro de uma forma de madeira sem fundo, chamada taipal.

Também chamada de “pisé”, em francês, e “rammed earth”, em inglês, as construções de taipa de pilão possuem paredes ou fundações maciças, autoportantes e monolíticas, de dimensões que variam em função da altura da parede a ser confeccionada e da largura do taipal (as medidas variam entre 0,40m a 1,00m). A oferta de tábuas e paus na região também definia a dimensão do taipal e, por consequência, a modulação e encaixe entre os blocos apilados.

No passado, os construtores instalavam taipais ao longo de toda a base da edificação, e com os pés ou pilões (soquetes), compactavam uma camada de terra solta, de no máximo 20 cm, até alcançarem 10 ou 15 cm. Ao final dessa operação, os taipais eram desmontados, remontados sobre a parede já concluída, onde se iniciava um novo apiloamento, até concluir a altura desejada.

Utilizava-se um grande volume de terra que normalmente era retirada da própria região, evitando assim maiores gastos com o transporte de materiais.

Autoportantes, as paredes edificadas podem ou não ter reforços estruturais internos em madeira, elementos estruturais de madeira nas áreas correspondentes aos vãos de janelas e portas ou ainda ombreiras ou vergas de pedra que garantiam maior estabilidade ao conjunto.

Após o desmonte dos taipais e completa secagem (entre 2 e 6 meses), as paredes recebiam uma camada fina de argamassa feita com a mesma terra usada no apiloamento, porém, mais fluida, para nivelar a superfície e depressões causadas pelo desmonte do taipal. Essa primeira camada tem ainda a função de dar arranque a uma nova camada de argamassa mais fina, composta por variações na proporção entre terra, areia e cal (NOLASCO, 2008, p.59). Aparecem ainda misturas feitas com esterco de boi, barro, fibras vegetais ou crina animal que diminuem a ocorrência de trincas na estrutura e sangue de boi, como aglutinante.



FIGURA 9 - Capela do Morumbi – São Paulo. Edificação em taipa de pilão. Fonte: autor (2008).



FIGURA 10 - Taipa de pilão - detalhe. Capela do Morumbi – SP. Fonte: autor (2008).

Adequadas para climas quentes e secos, oferecem grande resistência, quando isoladas da umidade. Eflorescências de sais e erosão causada pelo vento ou chuva podem desagregar as paredes, devendo, portanto, serem evitadas por meio do correto revestimento (argamassas e pintura) e contenção da umidade ascendente e descendente.

f) O pau-a-pique

O pau-a-pique, também chamado de taipa de mão ou de sopapo conforme a região é uma das técnicas vernaculares mais populares, dada sua facilidade de execução e obtenção de matéria prima. Utiliza uma estrutura de madeira complementar, composta por madres ou baldrames, esteios e frechais, responsáveis pelo travamento do conjunto e por distribuir as cargas provenientes da cobertura e de seu peso próprio ao piso. As madres e frechais possuem uma furação na qual é preso um gradeamento, ou “gaiola”, composto por peças verticais e horizontais de menor seção, amarradas entre si com tiras de couro ou cipó.

Esse gradeamento, usualmente executado em madeira, taquara, imbaúba ou palmito, é preenchido com barro crus amassado, fechando painéis leves, que sem função estrutural, funcionam apenas como divisórias ou paredes de vedação. Mais úmida do que a terra utilizada na taipa de pilão, a “massa”, que é o próprio barro amassado, aplicada com as mãos, necessitava de duas pessoas, que em lados opostos das paredes ou “gaiolas”, pressionavam o volume de terra até que os mesmos se encontrassem, unindo-se.

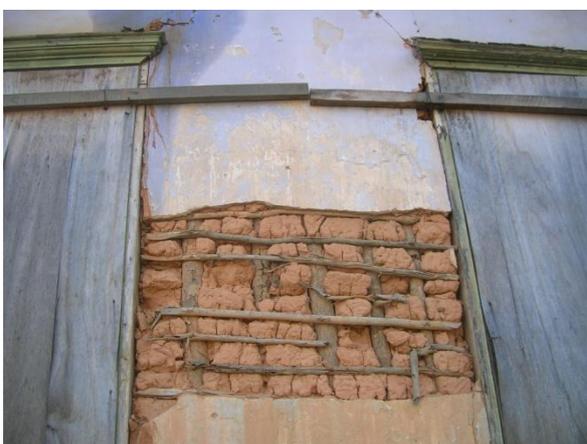


FIGURA 11 - Parede de pau-a-pique. Cachoeira do Campo. Fonte: autor (2009).



FIGURA 12 - Pau-a-pique - detalhe. Casa da Rua Alvarenga – Ouro Preto. Fonte: autor (2009).

Comparando as diversas técnicas construtivas que empregam a terra crua no Brasil, é possível notar que as principais diferenças como espessura das paredes, traço da massa utilizada, presença ou não de estruturas complementares de madeira ou pedra não só apontam a oferta de materiais e mão de obra locais, como

também a dimensão e o uso proposto ao edifício, sua necessidade estrutural e sua relação com as condições climáticas.

2.2 Patologias das edificações vernaculares

De maneira geral, as construções de terra crua são sensíveis a incidência de umidade, causadas por capilaridade, condensação ou infiltração e ainda por variações climáticas (SOUZA *et al*, 2010, p. 30-32).

Os tópicos abaixo apresentam esses fatores de degradação:

a) Degradação por capilaridade.

A capilaridade consiste na ascensão de água por meio de vasos capilares ou fissuras que estufam argamassas ou causam manchas nas partes mais baixas das edificações, como porões. É freqüente em locais próximos a lençóis freáticos, vegetações abundantes ou cuja drenagem de águas pluviais seja deficiente.

b) Degradação por condensação.

A condensação ocorre onde há diferença entre a temperatura interna e externa de um material. Quando o ar quente se encontra com uma parede fria, condensa a água formando orvalho. Este fenômeno não permanente ocorre na superfície da parede em determinadas horas do dia, ou em função de variações climáticas.

c) Degradação por infiltração.

A infiltração tem numerosas origens, porém a mais comum é a chuva, que se aproveita de erros de projetos arquitetônicos, de obra ou inadequada manutenção dos edifícios. Problemas com calhas, telhados, canos ou tubulações causam goteiras e manchas que indicam a existência de infiltrações.



FIGURA 13 - Capilaridade: Residência Bairro Cabeças - Ouro Preto. Foto: autor, 2007.



FIGURA 14 - Infiltração: Igreja de São Francisco de Paula - Ouro Preto. Foto: autor, 2007.

d) Degradação por variações dimensionais.

As variações climáticas potencializam diretamente a degradação dos materiais constituintes dos bens culturais, causando-lhes variações dimensionais. As relações entre temperatura e umidade, localização geográfica e estações do ano classificam os diferentes climas no planeta, porém, no caso do Brasil, apresentam características específicas e variáveis, em função de sua grande extensão territorial.



FIGURA 15 - Variações climáticas: Residência Rua Alvarenga – Ouro Preto. Foto: autor, 2011.



FIGURA 16 - Eflorescências: Residência Rua Alvarenga – Ouro Preto. Foto: autor, 2011.

e) Degradação por eflorescência.

A eflorescência é o problema evidenciado pelo surgimento, na superfície do revestimento, de depósitos cristalinos de cor esbranquiçada, comprometendo a aparência do revestimento.

Estes depósitos surgem quando os sais solúveis nas placas de cerâmicas, nos componentes da alvenaria, nas argamassas de emboço, de fixação ou de rejuntamento, são transportados pela água utilizada na construção, ou vinda de infiltrações, através dos poros dos componentes de revestimento (placas cerâmicas não esmaltadas, rejuntas). Estes sais em contato com o ar solidificam, cristalizam-se, formando depósitos. Em algumas situações (ambientes constantemente úmidos) e com alguns tipos de sais (de difícil secagem), estes depósitos apresentam-se como uma exsudação na superfície. UEMOTO (1988) distingue três tipos de eflorescência, as de Tipo I, II e III. O Tipo I é o mais comum e caracteriza-se por um depósito de sal branco, pulverulento, muito solúvel em água. Pode ocorrer em superfícies de alvenaria aparente, revestimentos de argamassa, juntas de assentamentos, regiões próximas a esquadrias mal vedadas, ladrilhos cerâmicos, juntas de ladrilhos cerâmicos e azulejos. Tipo II caracteriza-se pela aparição de um depósito de cor branca com aspecto de escorrimento, muito aderente e pouco solúvel em água. Esse depósito, quando em contato com o ácido clorídrico, apresenta efervescência. Esses sais formam-se em regiões próximas a elementos de concreto ou sobre sua superfície e, às vezes, sobre superfícies de alvenaria. A eflorescência do Tipo III manifesta-se como um depósito de sal branco entre juntas de alvenaria aparente, que se apresentam fissuradas devido à expansão decorrente da hidratação do sulfato de cálcio, magnésio, potássio entre outros existente no tijolo ou da reação tijolo-cimento.

2.3 O clima de Ouro Preto e a deterioração por microrganismos

A degradação dos bens culturais, sejam eles móveis ou imóveis, está diretamente relacionada às características do clima que os envolve, sobretudo face aos elementos que compõem os estados meteorológicos, tais como temperatura e umidade. Essa influência se processa em macro e microescala, tornando a caracterização do clima local fundamental para compreender as interferências atmosféricas nos processos de degradação dos monumentos. Os padrões de precipitação pluviométrica também são importantes para se compreender os níveis de umidade relativa e para se desenvolver estratégias relativas ao controle da fonte de umidade. (SOUZA, 2008, p. 15).

A cidade de Ouro Preto, onde se localiza o objeto de estudo dessa pesquisa, caracteriza-se pelo Clima Tropical de Altitude – Cwb na Classificação de KOPPEN (Rodrigues, 1966), característico de regiões montanhosas, com elevados índices de umidade. As chuvas predominantes ocorrem nos meses de dezembro a março, com geadas esporádicas em junho ou julho. Conforme Gomes et al. (1998), as médias de precipitação são de 1.723,6 mm anuais (série de 1919 a 1990), sendo que nos verões, tradicionalmente suaves, ocorre 89,6% da precipitação anual, principalmente entre dezembro e fevereiro.

Embora esteja localizado em baixas latitudes, 20° 23' 28" sul, a elevada altitude em que Ouro Preto se encontra, em média 1150 metros, e a conformação orográfica regional (Carvalho, 1982) compensam os efeitos da forte incidência de radiação, sobre um solo predominantemente rochoso. Isso justifica uma grande diferença de temperatura entre o dia e a noite e as médias de temperatura predominantemente baixas: a temperatura mínima é de 14,5°C (junho) e a máxima é de 26,8°C (janeiro), com média de 17,4°C.

A Tabela 01 (abaixo) relaciona as médias históricas de temperatura e precipitação no período de 1961 a 1990. Esses dados foram fornecidos pela empresa Somar Meteorologia. As médias de precipitação diárias foram coletadas pela Defesa Civil da Prefeitura Municipal de Ouro Preto, entre as 09h00 do dia e as 09h00 do dia anterior, respectivamente no período entre junho de 2009 e 2010.

Mês	Temperatura mínimas em °C	Temperatura máximas em °C	Precipitação média em mm	Precipitação média em mm
Período	1961-1990	1961-1990	1961-1990	2009-2010
6	10.2	24.5	12.3	0,00
7	9.8	24.7	10.3	14,0
8	11.1	25.9	11.8	28,0
9	13.8	26.8	48.7	96,5
10	16	27.4	123.7	184
11	16.8	27.5	202.6	264,35
12	17.2	27.3	305.8	324,7
1	17.6	28.2	256	162,5
2	17.7	28.5	184.9	83,0
3	16.8	28.5	155.5	266,5
4	15	27.1	69,2	55,0
5	12.3	25.5	27,7	28,7
6	10.2	24.5	12,3	0,0
Média	14.5	26.8	117.3	115,93

TABELA 01 - Dados mensais históricos da climatologia de Ouro Preto.⁵

⁵ Fonte: Somar Meteorologia disponível em www.somarmeteorologia.com.br, acesso em 20.ago.2010 e Índices Pluviométricos de 2009-2010. Fonte: Coordenadoria Municipal de Defesa Civil. Prefeitura Municipal de Ouro Preto.

Como referência, a Figura 83 apresenta o gráfico do comportamento climático anual, baseado no histórico climático entre os anos de 1961 e 1990 e precipitação média coletada entre os meses de junho de 2009 e julho de 2010. Nota-se que existem duas estações bem definidas. A primeira diz respeito ao inverno, com poucas chuvas (média de 50 mm) e ocorrente entre os meses de maio e setembro, A temperatura mínima média é de 11°C e a máxima média é de 25°C. A segunda, por sua vez, corresponderia ao verão, verificada entre os meses de outubro e abril, com pluviosidade crescente, atingindo pico em dezembro (300 mm). A temperatura mínima média é de 15,5°C e a máxima média é 28°C.

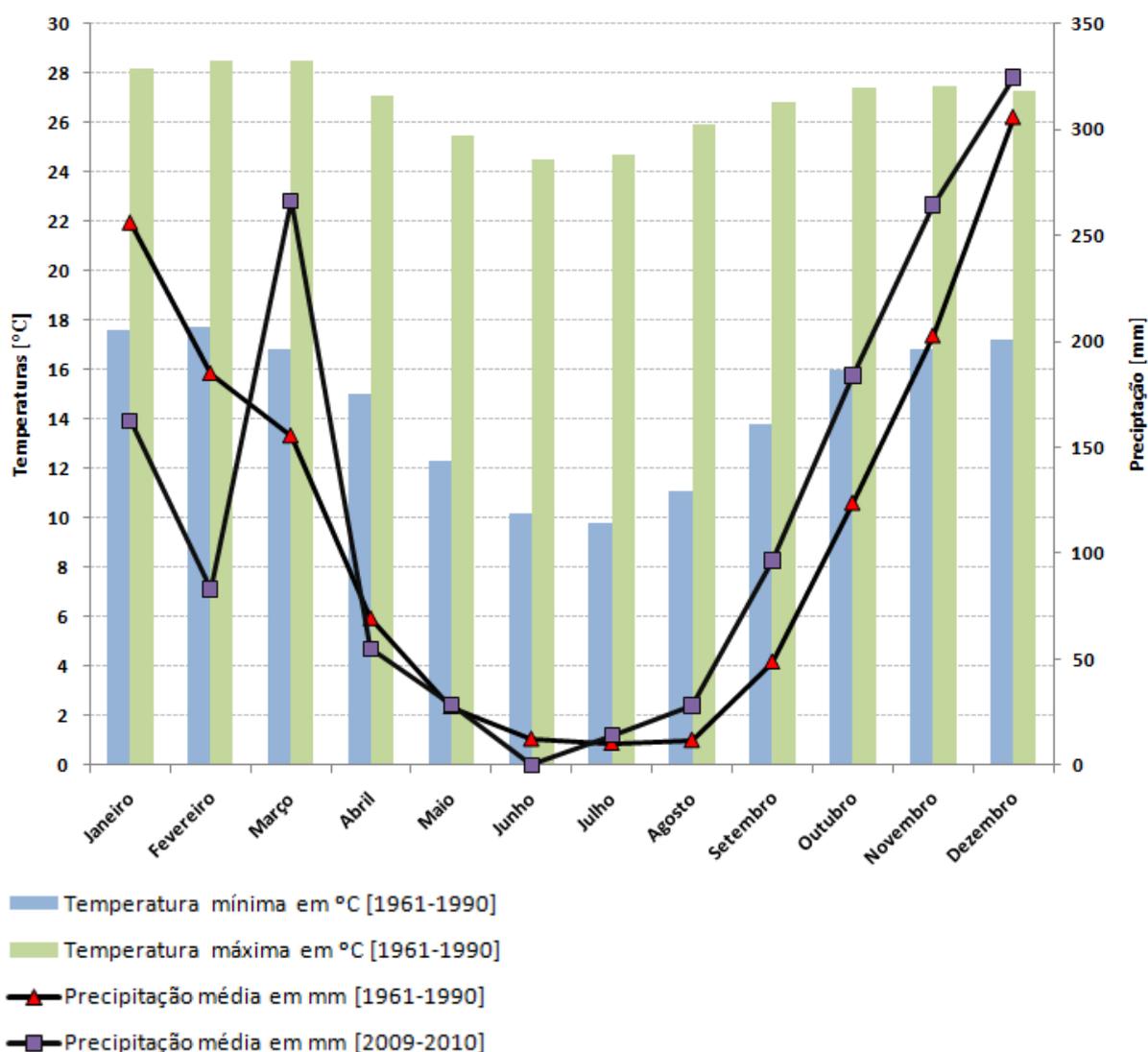


FIGURA 17 – Gráfico de dados mensais históricos da climatologia de Ouro Preto.

2.3.1 A deterioração por microrganismos

A biodeterioração pode ser definida como qualquer alteração indesejável nas propriedades de um material causada pela atividade vital de um organismo. Estes podem ser macrorganismos como plantas, aves, roedores e insetos ou microrganismos como algas, fungos e bactérias.

Aliados a fatores físicos (como vento e chuvas) e químicos (como a poluição atmosférica), esses agentes microbiológicos são capazes de decompor até mesmo materiais resistentes como as rochas naturais e artificiais (concreto, telhas, tijolos, ladrilhos) presentes nos monumentos históricos. Esses agentes formam colônias e aumentam sua atividade quando encontram nos diversos materiais um ambiente favorável para sua proliferação: condições climáticas, poluentes orgânicos e inorgânicos, condições do solo, temperatura, umidade e pH. Em monumentos muito degradados, a quantidade de fungos e bactérias muitas vezes se iguala à presente no solo e são responsáveis pela solubilização de rochas, minerais e materiais de revestimento, como as tintas. Segundo SAND (1998):

Todos los microorganismos en general—bacterias, cianobacterias, algas, hongos y líquenes—son capaces de atacar y degradar los materiales. A veces, la sola presencia física de células microbianas es suficiente para causar daño pero, en general, el deterioro es causado por la excreción de productos metabólicos intermediarios y finales, tales como las exoenzimas.

Esses produtos metabólicos dos microrganismos, responsáveis pela degradação dos materiais são:

- ácidos inorgânicos (nitrítico e sulfúrico, por exemplo) produzidos por bactérias que usam o CO₂ e obtém energia oxidando moléculas de matéria inorgânica (NH₄ (amônia), NO₂ (dióxido de nitrogênio) ou H₂S (ácido sulfídrico));
- ácidos orgânicos produzidos por fungos e bactérias que obtém energia oxidando moléculas orgânicas de outros seres vivos que agregam-se aos substratos.

O processo de degradação dos diferentes substratos ocorre por meio de dois mecanismos diferentes (CARVALHO et al, 2003):

- por solubilização: reações entre os ácidos produzidos pelos microrganismos e o substrato, causa a mudança de pH e conseqüentemente solubiliza seus componentes.

- por insolubilização: Microrganismos seqüestram elementos minerais do substrato, alterando suas propriedades como solidez e permeabilidade.

Os principais microrganismos de degradação dos substratos são:

a) Bactérias

Excretam substâncias ácidas capazes de degradar e desintegrar substratos. As alterações causadas pelas bactérias se assemelham muito à degradação puramente química: crostas negras, mudanças cromáticas, pulverização e esfoliação dos substratos. Algumas bactérias produzem como produto metabólico o peróxido de hidrogênio, capaz de oxidar alguns tipos pigmentos além de ácido carbônico, nítrico e sulfúrico que atacam materiais calcários e silicatos (CANEVA, 2000).

b) Fungos

Não realizam fotossíntese e por isso precisam retirar o alimento do meio onde vivem. Quando encontram um ambiente favorável para seu desenvolvimento, causam manchas nos substratos, normalmente negras, devido a liberação de pigmentos. Degradam e absorvem o substrato ao qual estão ligados por meio da solubilização, causada pela produção de ácidos e conseqüente diminuição do pH. Em climas tropicais, onde a temperatura e umidade relativa do ar são elevadas, são os principais responsáveis pela biodeterioração dos materiais (CANEVA, 2000).

É necessário inicialmente realizar um diagnóstico do substrato em deterioração para identificar a influência direta dos fatores climáticos (temperatura, umidade), o tipo da população microbiana e a poluição atmosférica.

Essa análise deve contar com análise visual e microscópica das colônias e com o apoio de métodos químicos, físicos e biológicos de ensaio (CARVALHO et al, 2003).

Os tratamentos podem consistir na aplicação de enzimas, biocidas (bactericidas, fungicidas, algicidas), tensoativos e sabões, fenóis a até gases como o óxido de etileno (CARVALHO *et al*, 2003).

2.4 Conservação preventiva das edificações vernaculares

Diversas são as cartas, leis ou decretos que avaliam e discutem a conservação de sítios e edifícios históricos, como o Decreto-lei nº 25 de 1937 (no Brasil), a Carta de Atenas (1931), a Carta de Veneza (1964), a Norma de Quito (1967), a Convenção de Paris (1972), a Declaração de Amsterdã (1975), a Carta da Europa (1975), a Carta de Florença (1982), a Carta de Appleton (1983), a Carta do Patrimônio Arquitetônico europeu (1985) e Lisboa (reabilitação urbana integrada) (1995). (FRONER, 2001, p.194).

Porém, somente em outubro de 1999, o Conselho Internacional de Monumentos e Sítios – ICOMOS, organização civil ligada à UNESCO, realizou no México sua 12ª Assembléia Geral, objetivando discutir e estabelecer princípios exclusivos para a salvaguarda do patrimônio vernacular edificado.

A profª Drª Yacy-Ara Froner (2001, p.258) ressalta em sua tese de doutorado que:

Nesse documento, expande-se o conceito de Patrimônio Arquitetônico, deslocando o eixo de atenção dos grandes monumentos, da polis, da vida urbana dos grandes centros ou das áreas arqueológicas que indicavam uma concentração social para áreas isoladas, na maioria das vezes rurais, que preservam técnicas construtivas excepcionais.

Tais edificações, embora de aparência irregular ou simples, registram com beleza a história das sociedades, agregam funcionalidade e vida contemporânea aos seus usuários e por isso devem integrar-se ao patrimônio mundial.

Considerando a especificidade do tema, a referida carta indicou procedimentos práticos adequados à conservação da identidade cultural, da paisagem local e respeito ao caráter tradicional das técnicas construtivas. Para tanto sugere, antes de uma intervenção, uma análise completa de sua forma e estrutura e que esta seja documentada e disponibilizada publicamente. A educação e

treinamento de profissionais locais devem ser incentivados, para que essas técnicas sejam perpetuadas às gerações futuras e compreendidas para sua adequada produção. Quando as intervenções contemporâneas forem necessárias, deve-se optar pela utilização de materiais capazes de manter a harmonia, aparência, textura e forma originais. Mudanças ocorridas ao longo dos tempos devem ser apreciadas, compreendidas e respeitadas, pois conformar todas as partes de um prédio a um único período, não é o objetivo das intervenções.

Transportando os conceitos formulados na assembléia do ICOMOS para a realidade brasileira, e seu largo acervo de edificações de terra crua, podemos observar que as propostas de conservação das edificações devem considerar e compreender seu processo de produção e as características locais para a tomada de decisões conscientes com relação aos materiais a serem empregados nos processos.

Normalmente construídas sobre fundações rasas ou sobre nenhuma fundação impermeável, as paredes construídas com terra são constantemente expostas à umidade natural do solo, que se intensifica em épocas de chuva, devendo, portanto, serem protegidas por largos beirais. Em ambos os casos a umidade presente no solo ascende pelas paredes por capilaridade, mantendo-as constantemente úmidas.

Quando recobertas por argamassas e pintura adequadas, realizadas com materiais porosos, a umidade presente nas paredes consegue migrar para a superfície com maior facilidade e aí evaporar, aumentando o conforto do usuário e a conservação de estruturas edificadas.

Embora alguns elementos componentes dessas estruturas possam variar de região para região, ou de oficial construtor, algumas características inerentes ao material utilizado e seu comportamento mecânico não se alteram, impondo soluções que condicionem a eficácia da técnica. Comumente edificadas com terra crua, as construções do período colonial brasileiro, quando revestidas adequadamente com materiais porosos como as argamassas e pintura a cal, por exemplo, adquiriram boa permeabilidade ao vapor d'água, característica essa que colaborou com sua melhor conservação.

Quando intervenções nesses edifícios são necessárias, SOUZA *et al* (2010, p.8) aponta que as diretrizes de preservação envolvem questões como:

O comportamento dos materiais introduzidos em reformas ou restaurações, considerando sua interação com os materiais originais e seu desempenho funcional, estrutural, térmico e luminoso, bem como sua apresentação estética em relação aos componentes originais.

Indica ainda que se devam considerar as condições ambientais a que são submetidos os materiais inseridos, pois estes podem variar as patologias que aparecerão ao longo de sua existência.

2.5 Revestimentos na construção civil

Sobre os paramentos ou paredes confeccionadas tanto em terra quanto em outros materiais, normalmente é aplicada uma camada de revestimento responsável pela maior resistência à penetração da umidade e demais fenômenos atmosféricos, maior durabilidade dos paramentos, melhor resultado estético nivelando e regularizando a superfície, melhor suporte para elementos decorativos e pela maior qualidade térmica e acústica do ambiente.

Segundo a NBR 13529/1995 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), uma argamassa corresponde a “uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água. Os aglomerantes conferem à argamassa diferentes propriedades que variam em função do material utilizado: aglomerante hidráulico ou aéreo. (MOTTA, 2004, p.5).

A Tabela 02 (abaixo) apresenta as propriedades que cada um desses aglomerantes confere às argamassas:

Aglomerantes hidráulicos (cimento)	Aglomerantes aéreos (cal)
Maior resistência à compressão	Maior resistência às altas temperaturas
Maior resistência à tração	Maior elasticidade
Maior resistência inicial	Maior trabalhabilidade
Pega mais rápida	Maior capacidade de aderência
Maior retração por secagem	Menor retração por secagem
Contém sais solúveis	Menor movimentação higroscópica
Maior rigidez	Maior plasticidade
Maior impermeabilidade	Maior retenção de água

TABELA 02 - Propriedades dos aglomerantes. Baseado em: Silva, D.A. da (2000) apud MOTTA (2004), p.7.

Igualmente aos aglomerantes, os agregados têm papel fundamental nas argamassas. As características que a areia (agregado) deve possuir para compor uma argamassa são:

- a) Granulometria variável (ter grãos de todos os tamanhos);
- b) Teor de material pulverulento inferior a 5% em massa ($\Phi < 0,075$ mm);
- c) Preferencialmente grãos pouco angulosos;
- d) Dimensão máxima característica de 1,2mm para argamassas de reboco e 2,4mm para argamassas de emboço.

A granulometria da areia influi nas propriedades da argamassa, no estado endurecido e determina a resistência à compressão, a elasticidade, a capacidade de absorção de água por capilaridade, a permeabilidade ao vapor d'água e a permeabilidade à água.

As argamassas de revestimento normalmente são executadas por meio de camadas de regularização e proteção, com diferentes proporções entre agregados e aglomerantes, que variam em função de seu objetivo. Normalmente as camadas internas possuem granulometria mais grosseira (emboço) quando comparadas a camada final de regularização (reboco).

A NBR 7200/1982 prescreve sobre as camadas subseqüentes de revestimento e seus proporcionamentos de traço, o que segue:

a) Emboço – ou massa grossa, é a primeira camada aplicada sobre a parede, melhorando a ancoragem do reboco. Proporção em volume recomendada pela norma: 1 : 2 : 9 a 11 (cimento:cal:areia);

b) Reboco – camada final de regularização. Proporção recomendada pela norma (em volume): 1 : 2 : 9 a 11 (cimento:cal:areia).

Essas camadas podem ser compostas de várias subcamadas mais finas, variando a relação entre a quantidade e granulometria dos agregados ou tipo dos aglomerantes (traço), conferindo maior proteção e durabilidade à argamassa (VEIGA, 2002, p.3). As camadas internas possuem granulometria mais grosseira que as mais superficiais.

Juntamente com a subseqüente camada de revestimento, denominada de pintura, formam um escudo de proteção ou camada de sacrifício que deve preservar os paramentos de possíveis danos ou ser substituída ou reparada conforme a necessidade.

Normalmente, a argamassa e a pintura conferem à edificação parte de sua identidade, caracterizada pelos materiais empregados, cores e texturas resultantes, que muitas vezes justificam e indicam critérios de intervenção, quando estes forem necessários.

Assim, quando obras de restauração forem necessárias, além do emprego de materiais esteticamente adequados, questões técnicas relativas a porosidade, composição e comportamento dos revestimentos devem ser consideradas, buscando a indicação de materiais compatíveis com a técnica construtiva original e suas peculiaridades.

a) A cal

De todo o volume do planeta Terra, 21% corresponde à parte sólida da crosta terrestre - composto por rochas, das quais 0,25% são carbonatadas. Embora seja também obtida pela queima de conchas, a grande parte da cal que utilizamos provém da queima dessas rochas que, em contato com a água e o ar, reagem quimicamente, conferindo resistência às argamassas e/ou pintura imobiliária. (GUIMARÃES apud MOTTA, 2004, p.9). Dada essa oferta, a cal vem sendo utilizada pelo homem há mais de oito mil anos, tendo sido empregada por importantes civilizações como a romana, grega e egípcia e também a chinesa, indiana, maia e asteca.

O ciclo para a fabricação da cal se inicia com a calcinação, descarbonatação ou queima da rocha carbonatada em fornos a uma temperatura de 900°C. Durante este processo, o carbonato de cálcio (CaCO_3), presente na rocha calcária se transforma em óxido de cálcio ou “cal viva” ou “virgem” (CaO), perdendo praticamente metade do seu peso total. Depois de moída, a “cal viva” precisa ser “apagada”, ou seja, hidratada em tanques resistentes a altas temperaturas a fim de transformar-se em hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2).

Em contato com a água, o óxido de cálcio promove uma reação exotérmica atingindo temperaturas entre 70 e 80°C. Durante esse processo, é necessário misturar continuamente, utilizando pás para que a cal não empelote ou se deposite no fundo ou lateral dos tanques, comprometendo uma perfeita hidratação.

Esse processo deve ser executado por profissionais devidamente protegidos por equipamentos de proteção individual.

A relação correta entre a quantidade óxido de cálcio e a água utilizados no processo de hidratação é de 3,6 litros de água limpa, potável para cada 1kg de óxido. Para a quantidade acima mencionada, três meses em hidratação proporcionarão uma pasta de cal bem hidratada que poderá triplicar de volume quando comparada ao volume de cal virgem depositado inicialmente nos tanques, tamanha a sua capacidade de hidratação.

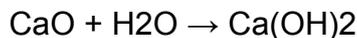
Sobre a superfície da água forma-se uma crosta cristalizada rica em hidróxido de cálcio em suspensão, que impede a evaporação da água dos tanques, colaborando com a manutenção da umidade – necessária na pasta de cal.

Após o período de hidratação de três meses, a pasta de cal poderá ser utilizada como aglomerante para argamassas e, após seis meses em caiações, afrescos ou estuque.

Em qualquer um dos casos, o hidróxido de cálcio, em contato com o dióxido de carbono (CO₂) presente no ar, inicia o processo de endurecimento ou carbonatação do hidróxido de cálcio, o que pode durar meses.

Após 24 horas, a cal já apresenta uma resistência preliminar, porém seu estado ideal pode demorar meses, até que a carbonatação total transforme o hidróxido de cálcio novamente em carbonato de cálcio.

Segue abaixo a reação química correspondente ao ciclo da cal:



(água presente nas argamassas ou pintura)



(carbonatação do hidróxido de cálcio)

Existem 02 tipos de cal diferentes quanto às propriedades, composição química e aplicações: a cal aérea e a cal hidráulica.

A cal aérea reage com o ar e endurece. É chamada de gorda quando possui mais de 95% de carbonato, isto é, menos de 5 % de material argiloso; e chamada de magra quando possui mais de 5% deste. É obtida a partir da calcinação (ou queima) de carbonatos que não contenham mais de 5% de materiais argilosos e apresentam-se sobre a forma de cal viva ou virgem (óxido de cálcio) ou hidratada (hidróxido de cálcio).

A cal hidráulica reage tanto com o ar, quanto sobre a água e endurece. Corresponde a uma mistura de argila rica em sílica, alumínio e ferro (de 15% a 20%) e atinge maior resistência mecânica do que a cal aérea, num menor espaço de tempo. Essa mistura pode ser obtida também a partir de rochas vulcânicas trituradas, como no caso do solo de Pozzuoli – rico em rocha vulcânica.

Este polvo (el de Pozzuoli), mezclado com la cal y la piedra trituradas, hace que la albañilería se vuelva tan compacta que se endurece, no solo em los edificios ordinários, sino también bajo el agua. (Vitrúvio apud Sisi et al, 1998, p.14).

O pó de tijolo cozido, finamente triturado, ou da argila cozida também possui propriedades pozolânicas. Age como um aditivo hidráulico, uma espécie de cimento, que rico em sílica altamente reativa, reage com a água, proporcionando benefícios às argamassas.

b) As argamassas de cal

O material ideal para a execução de camadas de argamassa e pintura em edifícios de terra deve ser poroso, resistente, permitindo a permeabilidade ao vapor de água constantemente presente em sua base, evitando que esse torne-se pulverulento. A cal, após o processo de carbonatação pelo dióxido de carbono presente no ar, proporciona essas características. Ainda muito empregada na atualidade, foi largamente utilizada como aglomerante de argamassas, estuque, afrescos, base e carga para tintas ao longo da história da humanidade.

Sylvio de Vasconcellos aponta que no Brasil, mais especificamente em Minas Gerais:

As paredes são no geral revestidas de emboço de barro, completado ou não por reboco de cal e areia. Vez por outra argamassa-se o barro com estrume de curral, para sua maior consistência e para proporcionar-lhe melhor ligação entre o maciço de barro e o revestimento de cal e areia. Quanto à cal, seria primeiro importada, depois obtida de conchas ou mariscos queimados, até o aparecimento da cal comum. Quando esta falta, é substituída pela tabatinga.⁶ (VASCONCELLOS, 1961, p.47).

Quando a argamassa for executada sobre paredes de terra crua (taipa de pilão, pau-a-pique ou adobe), a cal deverá ser utilizada como aglomerante.

⁶ Composto argiloso de cor clara, encontrada no leito de lagoas e/ou rios, muito empregado no acabamento de construções populares no passado.

Quando reparos e substituições de argamassas e rebocos a base de cal são necessários, as novas argamassas devem exibir características químicas, físicas e estéticas similares aos materiais existentes. Argamassas a base de cal são recomendadas por serem compatíveis com os sistemas tradicionais de construção, por apresentarem boa porosidade e resistência mecânica, harmonia estética, se bem feitas e mantidas. (KANAN,1999, p.13).

Considerando nessa pesquisa os benefícios e características técnicas da cal como aglomerante de argamassas de recobrimento de paredes porosas de terra crua, indicadas nos processos de conservação e restauro do patrimônio arquitetônico, não abordaremos as propriedades das argamassas a base de cimento, salvo nos momentos onde este material causa danos a essas estruturas. Sobre esses danos segue as seguintes considerações:

O cimento tem a deformação elástica completamente diferente do maciço da parede de terra, enquanto a deformação da argamassa de cal é bem mais semelhante; a porosidade que permite a aeração da parede é muito menor no revestimento com cimento, enquanto com a cal ela é muito maior; o poder de adesão do cimento à superfície é muito maior que o poder da cal, com isso o revestimento hidráulico arranca partes do maciço de terra fragilizando a parede que precisa ser preservada. (NOLASCO, 2008, p.71).

O cimento começa a ser produzido em série a partir da segunda metade do século XIX, trazendo mudanças significativas na produção arquitetônica. Com a oferta de novos materiais como o vidro e o ferro, a revolução industrial imprime nos edifícios uma velocidade de execução e uma padronização tecnológica que os massifica, descartando com isso a identidade e caráter artesanal presente na arquitetura de terra e cal. A mercê dessa situação, a produção vernacular fica exposta a uma nova dinâmica, incompatível com sua especificidade histórica, técnica, social, cultural e estética, já que o cimento, igualmente utilizado em obras de conservação/restauração, foi material presente nessas obras ao longo do século XX.

Sobre esses edifícios, os rebocos a base de cimento formam uma barreira pouco porosa e rígida, que em contato com a umidade ascendente pode com o tempo apresentar eflorescência de sais solúveis (sulfato de potássio), pulverulência e até destacamentos. Mesmo quando utilizados em argamassas mistas (cimento, cal e areia), o cimento prejudica a lenta e necessária carbonatação da argamassa de cal, acelerando sua pega.

Essa incompatibilidade entre materiais causa problemas até mesmo irreversíveis ao patrimônio, uma vez que pinturas murais internas, artísticas ou

decorativas ou afrescos, igualmente e adequadamente executados sobre camadas de diferentes traços de argamassas de cal, podem ser perdidas quando seu invólucro – a edificação – é, por exemplo, revestida externamente com uma argamassa cimentícia.

A cal é tida como agregante por excelência. Esse material em maior ou menor quantidade, conforme a espessura do estrato [de uma pintura mural] e a sua função na composição do “sistema de massas preparatórias”, por garantir boas propriedades mecânicas às argamassas finalizadas, é indissociável da história dos murais. (TIRELLO, 2001, p.71).

Para uma maior resistência das argamassas de cal a escolha dos agregados é muito importante. As melhores areias são provenientes de rochas quartzosas, siliciosa ou graníticas. Como as areias siliciosas não absorvem água e reagem com o hidróxido de cálcio produzindo silicatos, a resistência e solidez da argamassa são potencializadas. É adequado evitar areias argilosas, pois estas absorvem muita água aumentando a retração da argamassa. (SISI, 1998, p.31). Com relação à granulometria dos agregados, é indicado que esta seja mista, contendo 60% de grãos grossos e 40% de finos. Se a maior parte da areia for fina, o que contribui para maior plasticidade da argamassa é possível diminuir a quantidade de pasta de cal. Se for grossa, a quantidade de pasta será maior. Embora haja traços de referência para a execução de argamassas para os diferentes fins, é adequada a execução de testes prévios em canteiro a fim de avaliar o comportamento do material disponível – variável em função do tipo de areia utilizada e qualidade da pasta de cal. A Tabela 03 aponta alguns traços de referência e sua aplicação:

Argamassa Aérea Destino/Aplicação	Traço por Volume				Observações
	Cal	Areia grossa	Areia média	Areia fina	
Assentamento de tijolo cerâmico	1	-----	4	-----	
Assentamento de pedra	1	-----	3	-----	0,5 de argila
Chapisco em parede de pau-a-pique	1	2,5	-----	-----	
Chapisco em parede de adobe	1	2,5	-----	-----	
Chapisco em alvenaria de pedra	1	2,5	-----	-----	
Emboço em parede de pau-a-pique	1	-----	3	-----	
Emboço em parede de adobe	1	-----	3	-----	
Reboco em parede de pau-a-pique	1	-----	-----	2,5	
Reboco em parede de adobe	1	-----	-----	2,5	

TABELA 03 - Traços de referência de argamassa aérea. Fonte: NOLASCO (2008, p.57).

A espessura de todo revestimento, incluindo emboço e reboco, deve variar entre 1,5cm e no máximo 3cm, e ser aplicado sobre a superfície úmida, preferencialmente com a água de cal – suspensa sobre a pasta de cal. Com relação às condições ambientais, é desejável que se trabalhe com a cal na primavera ou outono, dando prioridade para paredes em sombra, com temperaturas superiores a 5°C e inferiores a 40°. (SISI, 1998, p.31-32).

2.6 Sistemas de pintura

A tinta é uma preparação, geralmente na forma líquida, cuja finalidade é a de revestir ou pintar uma dada superfície ou substrato para conferir-lhe cor, beleza e acima de tudo proteção.

Alguns revestimentos denominados vernizes, também protegem suportes diversos, podendo ser coloridos ou não. Quando são somente transparentes, sem pigmentos adicionados, alteram o brilho da superfície e por conseqüência a leitura da cor original do suporte. Normalmente, os vernizes coloridos utilizam pigmentos orgânicos pré dispersos em glicóis ou são tingidos com óxidos (de ferro ou inorgânicos transparentes) (D'ALMEIDA, 2008, p.27).

Essa categoria de revestimento não será aqui detalhada, pois o objeto da pesquisa refere-se ao comportamento das tintas.

Grande parte das tintas, incluindo as imobiliárias, é fabricada utilizando cinco grupos de matérias-primas, que lhes confere diferentes características como brilho, resistência, viscosidade etc. São as resinas ou aglutinantes, pigmentos e cargas, aditivos e solventes.

O aglutinante é a parte não-volátil da tinta, que serve para aglomerar ou aglutinar as partículas coloridas ou pigmentos, fixando-os a um substrato qualquer. São também denominadas substâncias filmogênicas, isto é, formam uma fina película ou filme sobre o substrato (FIGUEIREDO JUNIOR, 2004, p.35).

Os aglutinantes conferem as seguintes características às tintas:

- a) adesão, plasticidade ou elasticidade, resistência à formação de bolhas, rachaduras e descascamento.
- b) Calcinação, resistência ao risco (escovamento) e solidez à cor (desbotamento).
- c) alastramento, nivelamento, formação de filme e desenvolvimento de brilho.

Antigamente, as resinas eram feitas à base de compostos naturais, secreções vegetais ou animais. Hoje em dia são obtidas através da indústria química ou petroquímica por meio de reações complexas, originando polímeros que conferem às tintas propriedades de resistência e durabilidade igualmente satisfatórias.

De acordo com a bioquímica os aglutinantes podem ser solúveis em água (hidrofílicos) ou em óleo (lipofílicos) e, portanto, definem e muitas vezes nomeiam a técnica de pintura (à óleo, à tempera etc.).

Os aglutinantes lipofílicos incluem três tipos de substâncias: os óleos, as ceras, as resinas naturais e as alquídicas:

a) Óleos

Na maioria dos casos são extraídos de vegetais que nomeiam seu produto final: óleo de linhaça (extraído do linho), óleo de girassol, óleo de nozes etc. Por meio de reações químicas se polimerizam lentamente, tornando-se sólidos, dando resistência às tintas.

b) Ceras

Podem ter origem vegetal (carnaúba), animal (abelha ou lanolina) ou mineral (parafina ou microcristalina), e normalmente são utilizadas após aquecimento, quando então tornam-se líquidas, facilitando sua pigmentação e aplicação. Muito comum na técnica da encáustica.

c) Resinas Naturais

De origem animal (goma laca) ou vegetal formam camadas translúcidas que protegem o substrato. Corresponde a um dos componentes de um verniz e também podem ser misturados com óleos para obter diferentes propriedades ópticas.

d) Resinas Alquídicas

São óleos combinados com alcoóis, modificados industrialmente para a utilização como verniz ou tinta. Têm características semelhantes aos óleos.

Os aglutinantes hidrofílicos incluem as gomas, as proteínas, os acrílicos e vinílicos (substâncias sintéticas) e os aglutinantes inorgânicos como a cal área (CaCO_3) ou hidráulica (CaSO_4) (FIGUEIREDO JUNIOR, 2004, p.40).

a) Gomas

Proveniente da secreção de árvores, a goma é um aglutinante translúcido, filmogênico, presente nas aquarelas e guaches. Extraídas comumente de espécies de árvores acácia, ganha resistência após a evaporação do solvente (água).

b) Proteínas

As mais utilizadas são extraídas do ovo (clara e gema), da pele e cartilagem de peixes e coelho. Produzem forte adesão do filme após a evaporação do solvente (água).

c) Acrílicas

São substâncias sintéticas obtidas dos ácidos acrílicos e metacrílicos. Após sua polimerização, formam filmes resistentes à umidade, com baixa solubilidade, sendo portanto muito utilizados na fabricação de tintas e vernizes.

d) Vinílicas

São substâncias sintéticas obtidas de compostos com a função vinila. A mais popular delas é o acetato de polivinila (PVA), muito empregado nas tintas látex, a

base d'água. É utilizado como adesivo e aglutinante em têmperas chamadas vinílicas.

e) Aglutinantes inorgânicos

Formam filmes porosos ao reagirem com a água ou ar, chamados, portanto, de aglomerantes hidráulicos ou aéreos. São o CaCO_3 (carbonato de cálcio), CaO (óxido de cálcio) e o CaSO_4 (sulfato de cálcio).

De modo geral, os aglutinantes podem ser fornecidos para a indústria de tintas como sólidos (a serem diluídos em solvente na linha de produção) ou já líquidos - em solução com solvente.

Misturado nos aglutinantes há o pigmento: sólido finamente dividido, insolúvel no aglutinante, com alto índice de refração da luz. Utilizado para conferir cor, opacidade (em função do formato da partícula) e certas características de resistência da tinta. Pode ser de origem orgânica e inorgânica e, assim como o aglutinante, sua qualidade e quantidade alteram os níveis de porosidade das tintas.

Segundo Edson Motta e Maria Luiza Guimarães Salgado (1976, p. 170-171), os pigmentos podem ser classificados segundo sua origem e composição como:

a) Naturais: minerais (terras e calcários etc);

vegetais (lacas, índigo etc);

animais (preto marfim e sépia etc).

b) Artificiais: elementos simples (carvão);

elementos compostos (óxido de ferro).

c) Minerais: naturais (em sua origem);

artificiais (fabricados).

Os pigmentos orgânicos são compostos basicamente por formas alotrópicas do carbono e pelas reações entre os seguintes elementos químicos:

Carbono (C), Hidrogênio (H), Oxigênio (O), Nitrogênio (N), Enxofre (S), Outros.

Há ainda outros pigmentos formados por compostos químicos inorgânicos, mais estáveis e resistentes: Óxidos, Sulfetos, Carbonatos, Cromatos, Sulfatos, Fosfatos, Silicatos de metais pesados.

Ao empregar pigmentos com partículas de tamanhos e formatos diversos e em maiores quantidades, alteram-se os níveis de reflexão e refração da luz e conseqüentemente da unidade de brilho (ub) da tinta. Quanto maior for a quantidade de pigmento empregada na tinta, maior a sua opacidade e menor unidade de brilho. Abaixo relação entre a quantidade de pigmento e o brilho das tintas:

Autobrilho > 95 ub (menor quantidade de pigmento)

Brilhante > 80 < 95 ub

Semibrilho > 60 < 79 ub

Acetinado > 40 < 59 ub

Semifosco > 39 < 20 ub

Fosco < 20 ub (maior quantidade de pigmento).

A carga é um material sólido, insolúvel no aglutinante, com baixo índice de refração da luz utilizado para aumentar o poder de cobertura da tinta, modificar sua tonalidade e reduzir seu preço, economizando na quantidade de pigmentos. O CaCO_3 (carbonato de cálcio) é muito utilizado como carga em tintas.

Outros ingredientes podem ser adicionados às tintas para proporcionar características especiais ou melhorias em suas propriedades. Eles são chamados de aditivos.

Existe uma variedade enorme de aditivos usados na indústria de tintas e vernizes, como secantes, bactericidas, fungicidas, anti-sedimentantes, niveladores, antipele, antiespumante. Os aditivos devem variar entre 0,1 e 2% do volume total da tinta e assim como os aglutinantes, alteram os níveis de porosidade das tintas.

Para dissolver a resina e controlar a viscosidade se utiliza nas tintas um solvente: líquido volátil, geralmente de baixo ponto de ebulição. Percorrem uma ampla gama de opções, variáveis conforme sua capacidade de penetração e dissolução: solventes voláteis (fraco), solventes móveis (médio), solventes médios (forte) e decapantes (muito forte). Em obras de conservação/restauração de bens culturais, são utilizados para solubilizar camadas de verniz ou pinturas degradadas pela oxidação do aglutinante, por sujidades ou por manchas causadas por fungos.

De maneira geral, a composição das tintas imobiliárias atualmente disponíveis no mercado apresenta variações entre os componentes apresentados acima, tais como: água (solvente), aditivos (bactericida, fungicida, nivelador etc), carbonato de cálcio (carga), pigmentos orgânicos e inorgânicos e polímeros acrílico, vinílico e silicato de alumínio (aglutinante).

2.7 A pintura tecnicamente adequada

Como já citado, pode-se definir a pintura como uma técnica de revestimento que utiliza tintas compostas de aglutinante, água, e eventualmente pigmentos, os quais misturados em proporções corretas, protegem e/ou decoram uma superfície.

A diferença entre algumas pinturas é o tipo do aglutinante (mineral, orgânico ou inorgânico), de seu diluente (álcool, hidrocarbonetos, cetonas, água) presentes na tinta e de sua conseqüente capacidade de formação de filme, aderência, solidez a cor e desempenho sistêmico.⁷

Na pintura a base de cal há um aglutinante mineral, em forma de pasta ou pó, que é adicionado à um diluente (água) e a um pigmento mineral (preferencialmente óxidos ou terras naturais) ou sintéticos. Esse tradicional e muito antigo método de

⁷ O desempenho sistêmico é a característica do revestimento em manter integrais as propriedades do sistema construtivo, tais como estabilidade, integralidade e troca de vapores (H₂O), entre outros.

pintura imobiliária preserva a estanqueidade das paredes, permitindo a constante evaporação da umidade ascendente ou descendente, retida internamente.

Para garantir a permanência dessa estanqueidade, proporcionada pelas históricas pinturas a base de cal, a pintura ideal, que a sucede em obras de conservação e manutenção, deverá ser executada sobre os mesmos princípios: utilizando material igualmente poroso, capaz de permitir a troca de umidade com o ambiente.

Assim, a cal aérea em pasta, bem apagada (ou hidratada) foi, ao longo dos tempos, preferencialmente empregada na confecção de tintas. Melhor denominada como “caiação”, aparece originalmente como acabamento predominante dos edifícios históricos no Brasil, conforme destaca Vasconcellos:

De um modo geral, as paredes revestidas são caiadas de branco. Quanto a isto, não pode haver dúvida, tendo em vista a longa série de depoimentos que só começam a variar a partir do século passado. (VASCONCELLOS,1961, p.181).

Que complementa:

As paredes e os forros em geral pintam-se de branco, a cal, a tabatinga, a gesso ou depois a alvaiade, tanto interna como externamente. A pintura colorida com que se protege as madeiras encorpa-se com cola, de peles, nas têmperas com resina, ou com óleo de linhaça, de mamona, etc. (VASCONCELLOS,1956, p.236).

A caiação, executada conforme os métodos dos antigos mestres de obras, igualmente apresenta variações regionais com relação à inclusão de aditivos como óleo de linhaça, sal, caseína ou gordura animal. Para acelerar a secagem ou facilitar a cobertura das superfícies, agrega-se melhorias a uma cal de baixa qualidade, por meio da inserção de aditivos na preparação. Esses aditivos podem prejudicar o processo natural de carbonatação, prejudicando a resistência e porosidade do material.

A caiação é uma pintura a base de cal cujo processo de formação de filme se dá pela carbonatação (reação química da cal hidratada com o ar com perda de água e formação do carbonato de cálcio). Tradicionalmente foi comum a adição de ingredientes as misturas de cal, no entanto, alguns aditivos podem modificar o mecanismo de endurecimento da cal e resultar em um tipo de pintura a qual não será apropriada para trabalhos de conservação e restauração arquitetônica. (KANAN, 1996, p.27).

Pode-se ainda aditivar as tintas a base de cal com resinas vinílicas ou acrílicas, que lhe conferem maior durabilidade e resistência, porém, é importante lembrar que o uso de uma quantidade excessiva destas pode endurecer e tornar quebradiça a camada de pintura, além de reduzir substancialmente sua permeabilidade ao vapor d'água. Nesses casos a cal presente na tinta perde sua função de aglutinante, passando a desempenhar papel de carga.

Além disso, a cal em pasta, quando trabalhada corretamente, dispensa aditivos, pois apenas sua lenta reação química com o gás carbônico (carbonatação) alcança a resistência mecânica e a porosidade desejada.

Originalmente o uso de óleo de linhaça era indicado para utilização em madeira, onde a porosidade não era necessária. Essa técnica, ao migrar para a pintura imobiliária, traz prejuízos para o resultado esperado.

O mesmo acontece com a inclusão de sal como secativo, o que prejudica a lenta carbonatação da cal além de provocar eflorescências futuras que danificarão os revestimentos ou a pintura.

A inclusão desses aditivos ressalta a ausência de domínio da técnica da qual oficiais pouco qualificados lançaram mão para corrigir processos falhos ou materiais de baixa qualidade. A inserção de sal como secativo ou do óleo de linhaça, por exemplo, prejudicam a lenta carbonatação da cal, sua porosidade e, portanto, seu resultado, podendo ainda provocar eflorescências de sais.

Assim como a cal, as tintas minerais a base de silicato de potássio são igualmente indicadas para o revestimento das estruturas históricas. Igualmente porosas, são conhecidas desde a antiguidade clássica quando utilizadas nos afrescos de Pompéia e Herculano (VEIGA, 2002, p.9). Historicamente o silicato de sódio era mais utilizado, porém sua tendência a formação de sais (sulfato de sódio) quando em contato com o ácido sulfúrico presente na chuva ácida, favoreceram sua substituição pelo silicato de potássio. Esses silicatos alcalinos, ou vidros líquidos, são compostos inorgânicos formados a partir da reação de um carbono alcalino com a sílica, formando ácido salicílico e carbonato de potássio. (SOUZA, 1991, p.22).

A produção industrial inicia na Alemanha do século XIX e desde então as tintas de silicato são utilizadas e exploradas pela indústria de tintas que implementou a sua produção, tornando-as mais competitivas no mercado. Mais fáceis de aplicar, hoje em dia são constituídas, de acordo com a Norma DIN⁸nº 18363, por água, um aglutinante inorgânico (silicato de potássio), no máximo 5% de aglutinante orgânico (emulsão acrílica), cargas (cal) e pigmentos inorgânicos. É recomendada para a pintura e recuperação de fachadas sobre substratos minerais como rebocos de cimento ou de areia e cal – novos ou antigos, sobre concreto e pedra natural. (VEIGA, 2002, p.9).

A tinta de silicato petrifica sobre a parede e, portanto, não cria filme ou deslaca. Possui boa resistência a luz e a radiação UV, a fungos e bolores e possui elevada permeabilidade ao vapor d'água.

A caiação ou método similar de pintura, como no caso das tintas minerais a base de silicato de potássio, devem garantir a permeabilidade do conjunto a fim de melhor conservá-lo. Ainda segundo VEIGA (2002, p.14):

No que diz respeito ao aspecto estético, que é, no caso do patrimônio histórico – trate-se de monumentos, de centros históricos de cidades, ou, de um modo geral, de edifícios com valor patrimonial-, de grande importância para conservar a imagem dos centros urbanos, quer as caiações quer as tintas de silicatos apresentam textura e brilho semelhantes aos originais. No entanto, as tintas de silicatos apresentam um maior poder de cobertura, dotando a superfície de cor uniforme, ao contrário do que acontece com as caiações, que têm alguma transparência. No caso dos edifícios antigos, em geral os revestimentos originais mantinham visíveis todas as irregularidades das paredes com uma tonalidade cheia de nuances, logo as tintas de silicatos afastam-se um pouco da imagem original, o que, nalguns casos, pode ser um fator contra.

Além dessa importante característica técnica, outros fatores podem determinar a escolha da tinta a ser empregue nas obras de conservação: a base de cal ou silicato (SISI et al,1998, p.72).

a) A presença de poluição atmosférica degrada a cal transformando-a em sulfatos solúveis. Em grandes centros urbanos, essa característica pode então indicar o uso da tinta de silicato ou outro produto. O poluente trióxido de enxofre

⁸ Fundada em 1917, a DIN Standards Library está vinculada a um instituto alemão sem fins lucrativos de padronização de produtos que fomentam garantia de qualidade, segurança, proteção ambiental e comunicação melhorada entre a indústria, tecnologia, ciência, governo e o público.

(SO₃) presente no ar reage com o oxigênio (O₂) e com a água da chuva (H₂O) produzindo ácido sulfúrico (H₂SO₄):



Este, quando em contato com o carbonato de cálcio (CaCO₃) presente em suportes pétreos ou argamassas, transforma-se em sulfato de cálcio hidratado (CaSO₄ + H₂O) e ácido carbônico (H₂CO₃). O sulfato de cálcio então perde sua resistência e coesão sendo solubilizado pela água das chuvas. Abaixo reação de degradação do carbonato de cálcio pelo ácido sulfúrico, tendo como produto final o sulfato de cálcio:



b) Em edifícios de grandes dimensões, cujas pinturas freqüentes são mais difíceis, é igualmente indicada a tinta de silicato que oferece maior durabilidade quando comparada à caiação, possui maior resistência à radiações ultra-violeta e demais ações climáticas. “O aspecto final das caiações é mate e, tradicionalmente, existe a necessidade de repinturas anuais ou bienais” (BRITO apud RIBEIRO e EUSÉBIO, 2002, p.16).

c) A aditivação da pasta de cal com resina acrílica deve respeitar a quantidade de aditivo (máximo 5%) para produzir uma caiação aderente, coesa porém porosa, e ainda contar com mão-de-obra qualificada, capaz de aplicá-la conforme as instruções do fabricante. Na falta desta, a tinta de silicato – mais facilmente aplicável, poderá ser utilizada como alternativa;

d) As características e materiais originais e o respeito aos critérios estéticos que geraram o bem cultural;

e) Nenhum pigmento branco artificial substitui o brilho e as nuances proporcionadas pelo uso da cal, que imprimem aos edifícios personalidade e profundidade de luz.

f) O elevado pH da cal confere propriedades desinfetantes e esterilizantes, às habitações que as empregam freqüentemente.

Em função da textura que se deseja obter na caiação, dosa-se a quantidade de água de diluição da pasta de cal.

Exige várias demãos aguadas, bem diluídas, que funcionam como veladuras dando transparência ao resultado. Porém se o resultado esperado é uma demão densa e empastada, utiliza-se menor diluição.

Quando se deseja a pigmentação, as executadas por meio de óxidos tornam-se mais resistentes dos que as coloridas com terras naturais, clareando após a secagem em quase 50%. Se houver a necessidade de tons escuros, haverá a necessidade de aditivar a caiação com aglutinantes fixadores. Como já dito, essa aditivação pode comprometer a porosidade da técnica.

Segundo Brandi, (KÜHL, 2005, p.148), "...noventa e nove por cento dos casos de perecimento das pinturas murais é determinado pela umidade e esta, seja por capilaridade, por infiltração ou por condensação, é quase sempre ineliminável" que completa "impedir a transpiração natural da superfície de uma pintura mural é sempre um erro gravíssimo." (KÜHL, 2005, p.151).

Assim, os procedimentos gerais para a execução de uma adequada e porosa pintura são, de acordo com as diretrizes apresentadas no Guía Práctica de la Cal y el Estuco (SISI et al, 1998, p.179):

- a) Os revestimentos antigos devem ser limpos com água e escova de cerdas macias antes de aplicar uma nova camada de tinta;
- b) A superfície do revestimento deve ser suficientemente umedecida no dia anterior e de maneira superficial, imediatamente antes de se iniciar a pintura;
- c) Deve-se evitar a insolação direta e ventos fortes sobre a superfície a ser pintada evitando a desidratação rápida;
- d) A temperatura ideal para o trabalho com a cal varia entre 5 e 30°C;
- e) Cada pano de pintura deve ser concluído por jornada de trabalho, a fim de se evitar juntas ou diferentes tonalidades;
- f) Deve-se prever que a tonalidade final poderá variar entre 40 e 50% de sua intensidade cromática inicialmente produzida;

- g) São características da pintura a cal variações de tonalidade e marcas de brocha. Essas características não podem ou devem ser evitadas;
- h) A dosagem de pigmento não deve ultrapassar seu limite de saturação a fim de evitar manchas ou desprendimento do pigmento. Se houver a necessidade de tons mais intensos, deve-se introduzir um aglutinante fixador à tinta, prejudicando, porém a porosidade e resistência natural da cal;
- i) Ao utilizar cal hidratada em pó, industrializada, a tinta deverá ficar em repouso por no mínimo dois dias a fim de melhorar sua plasticidade;
- j) Assim como a pasta de cal, a tinta à cal se conserva melhor se estiver protegida do ar por uma lâmina de água em sua superfície, evitando o início de sua carbonatação.

A pintura tecnicamente ideal dos edifícios será, portanto, aquela executada com materiais de procedência certificada, de porosidade adequada, aplicados por profissional qualificado, capaz de atender as exigências da técnica e garantir os resultados que dela se espera. Na ausência desses determinantes, ou por imposições sócio-econômicas, outros produtos poderão ser empregados desde que previamente ensaiados. Os ensaios devem indicar, dentre as opções disponíveis no mercado, quais se aproximam das características estéticas e técnicas das pinturas porosas a base de cal e silicato, optando-se por um tipo onde o aglutinante e demais aditivos utilizados tenha menor capacidade de formação de filme impermeável.

2.8 Novos materiais

A maior parte das tintas modernas, industrializadas, contém aglutinantes sintéticos, plastificantes, pigmentos e diversos aditivos, que combinados entre si, formam filmes com diferentes níveis de resistência mecânica e química. Tais classes de desempenho traduzem características fundamentais das formulações, tais como, porosidade e permeabilidade, aderência e dureza de filme.

A permeabilidade de um filme é sua capacidade de permitir a passagem de um fluido (gás, vapor, líquido). O conjunto de poros presentes em um filme é responsável por sua porosidade. As duas propriedades, permeabilidade e porosidade, são causadas por vários fatores. O principal deles é a natureza dos materiais na camada da tinta (pigmentos, meio ligante ou aglutinante, solventes)... (KLEINER, 1985, p.31-32).

A natureza físico-química e quantidade da resina, a quantidade e qualidade de pigmentos tintoriais (ou opacificantes) e inertes e o tipo químico dos aditivos empregados conformam sobremaneira o desempenho de cada tinta, que varia inclusive, de marca para marca, mesmo atendendo a uma mesma classe de especificação.

Kleiner (1985, p. 32) destaca ainda que “a composição química de um material é fator predominante na determinação da permeabilidade ao vapor d’água.”

Independentemente do tipo do aglutinante sintético utilizado (acrílicos, vinílicos ou mistos – vinil-acrílicos), as tintas comerciais tem especificação estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT, conforme a classificação apresentada pela NBR 15079, que abrange os tipos látex, econômica, látex standard ou látex Premium:

a) Tinta Látex Econômica: tinta que corresponde ao menor nível de desempenho de uma tinta látex, independente do tipo de acabamento proporcionado e que deve atender no mínimo às especificações indicadas nesta Norma, quando usada como pintura de acabamento em edificações não industriais.

b) Tinta Látex Standard: tinta látex fosca , indicada para ambiente interiore/ou exterior, e que deve atender no mínimo as especificações indicadas nesta Norma, quando usada como pintura de acabamento de edificações não industriais.

c) Tinta Látex Premium: látex fosca, indicada para ambiente interior/ou exterior, e que deve atender no mínimo as especificações indicadas nesta Norma, quando usada como pintura de acabamento de edificações não industriais.

Esta classificação visa ordenar em qualidade o mercado brasileiro de tintas imobiliárias, apontando e distinguindo os produtos segundo o critério de desempenho em relação a vários aspectos mensuráveis, tais como poder de cobertura de tinta seca, poder de cobertura de tinta úmida, resistência à abrasão.

Devem alcançar os limites mínimos de desempenho conforme tabela a seguir:

Requisitos	Métodos de Ensaio	Unidade	Limites mínimos dos requisitos de desempenho		
			Tinta Econômica	Látex Standard Fosca	Látex Premium Fosca
Poder de cobertura de tinta seca	ABNT NBR14942	M ² /L	4,0	5,0	6,0
Poder de cobertura de tinta úmida	ABNT NBR14943	%	55,0	85,0	90,0
Resistência à abrasão úmida sem pasta abrasiva	ABNT NBR5078	Ciclos	100	-----	-----
Resistência à abrasão úmida com pasta abrasiva	ABNT NBR14940	Ciclos	-----	40	100

TABELA 03 – Limite mínimo dos requisitos de tinta látex. Fonte: ABNT/NBR 15079.

A ampla gama de aglutinantes utilizados pela indústria é dividida em duas categorias básicas, obtidas a partir da polimerização do ácido acrílico, ácido metacrílico e seus derivados:

a) Látex Vinílico {Poli(acetato de vinila)}, chamado comumente PVA

São emulsões de poli(acetato) de vinila que dominaram o mercado a partir de 1945. Apresentam baixa permeabilidade ao vapor d'água proporcionando grande impermeabilização dos substratos. Apresenta rápida secagem, cheiro pouco ativo, facilidade de aplicação e limpeza e maior durabilidade. É vendido na versão fosca (brilho inferior a 8UB sob ângulo de 85°) e proporciona acabamento aveludado.

b) Látex Acrílico

São emulsões de ésteres de acrilatos e metacrilatos e suas composições. Apresentam características superiores as vinílicas com alta lavabilidade, ótima adesão aos substratos e maior permeabilidade ao vapor d'água – quando comparada ao látex vinílico. Ganhou o mercado a partir dos anos 60 e apresenta-se disponível nos acabamentos acetinado, semibrilho e fosco. Em geral são bastante estáveis a luz UV, favorecendo seu uso nas pinturas imobiliárias. (SOUZA, 1991, p. 24).

Como já mencionado, não é apenas a natureza do aglutinante que confere porosidade ou permeabilidade a tinta, mas também a qualidade e quantidade dos demais componentes. Como as linhas de tintas comerciais variam muito em suas formulações é muito difícil apontar que tipo ou marca pode revestir edificações

vernaculares com sucesso. Embora resistentes quando aplicadas sobre superfícies impermeabilizadas, construídas na contemporaneidade, tornam-se prejudiciais quando aplicadas sobre edifícios de terra crua, onde a troca de umidade com o ambiente é maior e constante.

Tal aplicação, neste substrato, favorece o aparecimento de manchas causadas por fungos manchadores ou emboloradores, desprendimento do filme e o aparecimento de eflorescências de sais solúveis ou concheamentos.

Embora a pesquisa e a produção de novos materiais reflitam a demanda do mercado e a necessidade de evolução deste, sua utilização em obras de conservação de edifícios deve ser objeto de análise cuidadosa e responsável, condicionada e embasada por ensaios físicos e químicos que comprovem sua eficácia e compatibilidade. Estas pesquisas devem ser realizadas em diversas localidades brasileiras, com variados tipos de tintas, considerando ainda o clima local, a umidade relativa, insolação, tipo de microrganismos de degradação mais comuns, a composição química e porosidade dos materiais envolvidos para que possam gerar parâmetros seguros de análise do comportamento das tintas de mercado quando aplicadas sobre os nossos monumentos.

Comercialmente as tintas de revestimento são classificadas como:

- a) Tintas Imobiliário-Arquitetônicas;
- b) Tintas para Automóveis e Veículos Automotores (tintas originais e para repintura);
- c) Tintas Industriais.

Independentemente de terem aglutinantes acrílicos, vinílicos ou a combinação entre eles (vinil-acrílicos), as tintas são classificadas, segundo a NBR 15079 da Associação de Normas Técnicas (ABNT) como, tinta látex fosca, látex econômica, látex standard e látex premium. Os aglutinantes utilizados na formulação dessas tintas são:

a) Látex PVA

São emulsões de acetato de polivinila que dominaram o mercado a partir de 1945. Apresenta rápida secagem, cheiro pouco ativo, facilidade de aplicação e limpeza e maior durabilidade. Não apresentam boa permeabilidade ao vapor d'água. É vendido na versão fosca (brilho inferior a 8UB sob ângulo de 85°) e dá acabamento aveludado.

b) Látex Acrílico

São emulsões de acetatos acrílicos à base d'água e suas composições. Apresentam características superiores as vinílicas como alta lavabilidade, ótima adesão aos substratos e maior permeabilidade ao vapor d'água. Ganhou o mercado a partir dos anos 60 e apresenta-se disponível nos acabamentos acetinado, semibrilho e fosco.

Embora os aglutinantes acima descritos tenham características próprias com relação à permeabilidade ao vapor d'água, vale lembrar que estes não são os únicos responsáveis pelo desempenho das tintas industrializadas, já que os aditivos e pigmentos também interferem na porosidade do filme formado. Como nesta pesquisa não tivemos acesso à formulação das tintas empregadas no experimento, somente as características dos aglutinantes não servem de parâmetro para avaliar os resultados levantados. Assim, a avaliação dos resultados esperados será baseada na análise visual da degradação de cada uma das tintas empregadas, provenientes dos dados fornecidos pelo protótipo construído, associado a resistência à salinização de cada amostra, bem como as taxas de pluviosidade local e conseqüente degradação microbiológica.

3 PROTOCOLOS PARA AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: O COMPORTAMENTO DOS REVESTIMENTOS UTILIZADOS EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS E VERNACULARES

O Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais – IEPHA disponibiliza em sua biblioteca, relatórios de obras em edifícios protegidos de seu acervo como também de parcerias técnicas realizadas em outras esferas (municipais e federais). Embora os relatórios correspondentes aos últimos 10 anos não se encontrem disponíveis para pesquisa (permanecem em tramitação nos diversos setores técnicos do instituto), parte dos anteriores a esse período foram pesquisados a fim de apontar a existência de uma política ou postura interna que norteie à indicação de tintas nessas obras.

O objetivo dessa pesquisa complementar foi observar como algum órgão de preservação de grande importância - aqui representado pelo IEPHA, avalia as diferentes necessidades dos edifícios e como se posicionou nas décadas de 1980 e 1990 com relação à indicação das tintas imobiliárias nos processos de conservação/restauração. A partir da coleta de dados, comparar e discutir os resultados.

A escolha por esse instituto foi feita por conta do acervo estar disponível para consulta em tempo hábil. O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional IPHAN, não disponibilizou a tempo o seu acervo para a realização da mesma consulta.

Foram avaliados 52 relatórios de obras correspondentes aos anos de 1980 e 1990 que não apontam uma postura única com relação ao emprego de materiais. Nota-se que de modo geral indicam a caiação como acabamentos esteticamente e tecnicamente adequados, porém outros materiais são empregados conforme casos e motivos específicos e diversos. Nenhum material parece ser vetado, incluindo os de mercado, apontando ser a opção escolhida, sempre indicada conforme cada caso.

Nota-se ainda que não há uma predominância de materiais de acordo com o período, ou seja, em épocas determinadas o órgão não passou a utilizar mais este ou aquele material. Em alguns dos monumentos analisados, nas suas primeiras obras de restauração, o IEPHA/MG optou por utilizar a pintura à cal e posteriormente optou por utilizar a pintura a látex (Exemplo: Arquivo Público Mineiro). Já em outros monumentos o IEPHA/MG optou por utilizar a cal após já ter sido realizada pintura com tinta látex (Exemplo: Casa de João Pinheiro). Em outros monumentos em todas as obras optou-se por utilizar a caiçação (Exemplo: Fazenda da Boa Esperança).

O gráfico a seguir aponta os resultados da pesquisa:

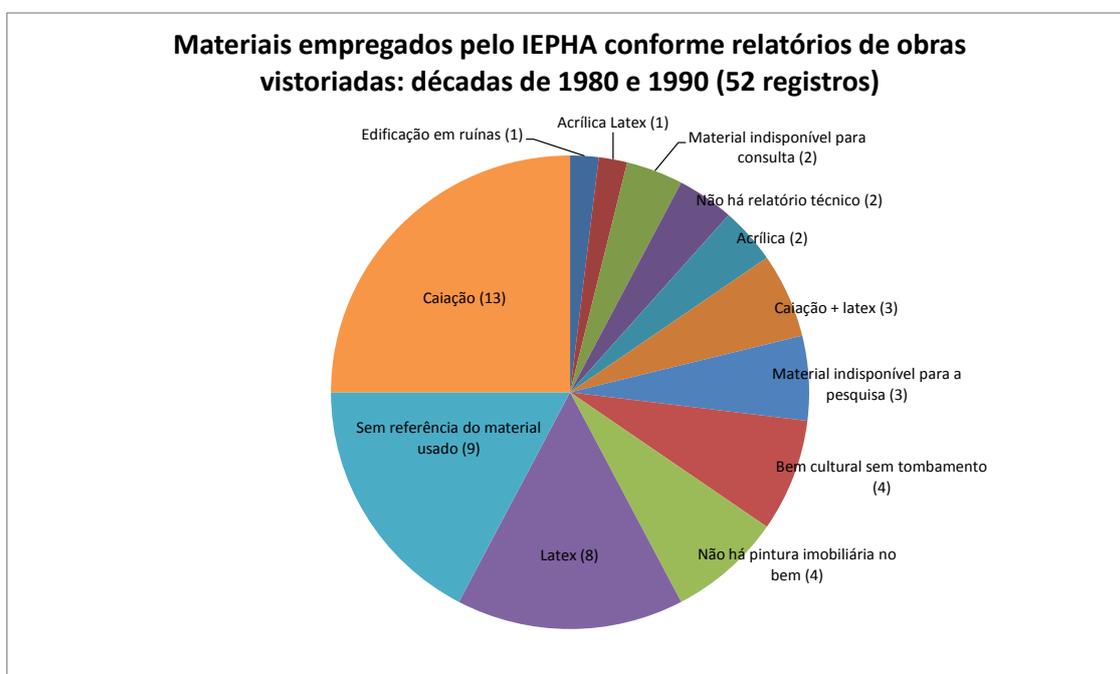


FIGURA 18 – Gráfico dos tipos de tintas indicados em obras pelo IEPHA. Fonte: autor (2010)

A partir do gráfico, é possível notar que o órgão adapta-se às posturas sugeridas pelas teorias da restauração e cartas patrimoniais quando avalia de forma específica cada bem, permitindo, quando indicado ou necessário, o uso de novos materiais.

3.1 EXPERIMENTAL

Com base em Vergara (1998) e Roesch (1999), a metodologia adotada para alcançar os objetivos propostos nessa pesquisa utiliza a seguinte estrutura: tipo de pesquisa, universo e amostra, coleta de dados e limitações.

Vergara (1998) afirma que “os tipos de pesquisa não são mutuamente excludentes”, portanto, o presente estudo combina pesquisa bibliográfica e experimental.

O processo de definição do universo de estudo e tipo da amostra na presente pesquisa se deu de maneira intencional, ou como trata Vergara (1998), por “acessibilidade e tipicidade”:

a) Acessibilidade ocorre quando “longe de qualquer procedimento estatístico, seleciona elementos pela facilidade de acesso a eles”.

b) Tipicidade ocorre quando a amostra é “constituída pela seleção de elementos que o pesquisador considere representativos da população-alvo, o que requer profundo conhecimento dessa população”⁹.

Este tipo de amostra definido pela “acessibilidade” e “tipicidade” é adequado quando o pesquisador opta por um estudo de caso único, em que a escolha deve recair sobre um caso acessível, porém, representativo do que se deseja estudar.

O Universo da pesquisa são as edificações de terra, mais especificamente as de pau-a-pique, edificadas conforme o modelo tradicional citado no item 2.1.1.6. Comumente encontrada na cidade de Ouro Preto, essa técnica reflete a maioria das edificações da área urbana da cidade.

3.2 Modelo Experimental para Avaliação de Tintas

A Amostra estudada na pesquisa provém de um protótipo de pau-a-pique edificado nas mesmas condições descritas no item 2.1.1.6, conforme implantação e

⁹ “Entenda-se aqui por população não o número de habitantes de um local, como é largamente conhecido o termo, mas um conjunto de elementos (empresas, produtos, objetos, pessoas, por exemplo), que possuem as características que serão objeto de estudo.” (VERGARA, 1998, p. 48).

projeto a seguir, com caracterização dos materiais empregados (Figuras 1 a 4) e etapas de construção (Figuras 5 a 22).

Dessa forma um protótipo nessas condições foi implantado conforme a seguir, acompanhando o alinhamento das construções existentes na Rua Alvarenga nº643, Bairro Cabeças em Ouro Preto – MG, simulando assim uma situação real e típica:



FIGURA 19 – Local da implantação do protótipo. Foto sem escala. Fonte: Google Earth (2011).

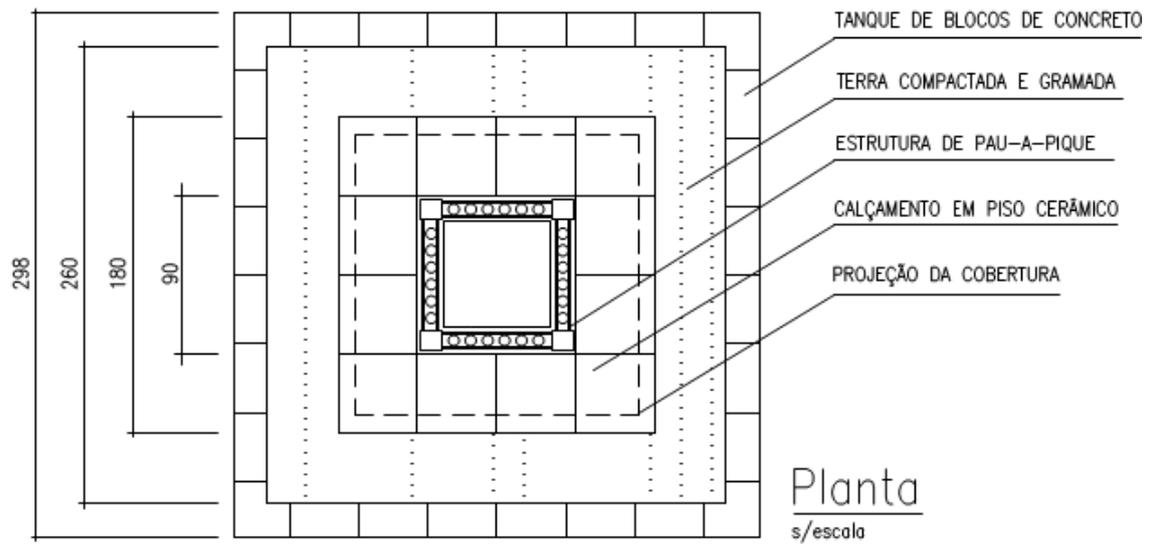


FIGURA 20 - Planta do protótipo e materiais empregados. Sem escala. Medidas em centímetros.
Fonte: autor (2009).

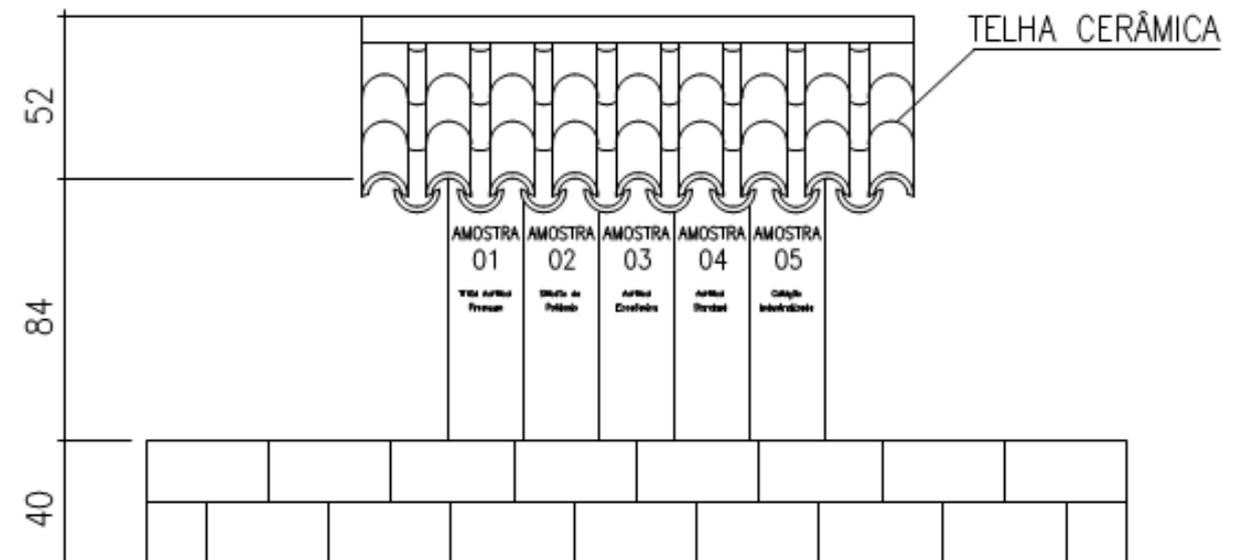


FIGURA 21 - Elevação Norte/Sul do protótipo (sem escala), com indicação da diagramação das diferentes amostras de tintas empregadas: 01: acrílica Premium; 02: silicato de potássio; 03: acrílica econômica; 04: acrílica standard; 05: ciação industrializada. Sem escala. Medidas em centímetros.
Fonte: autor (2009).

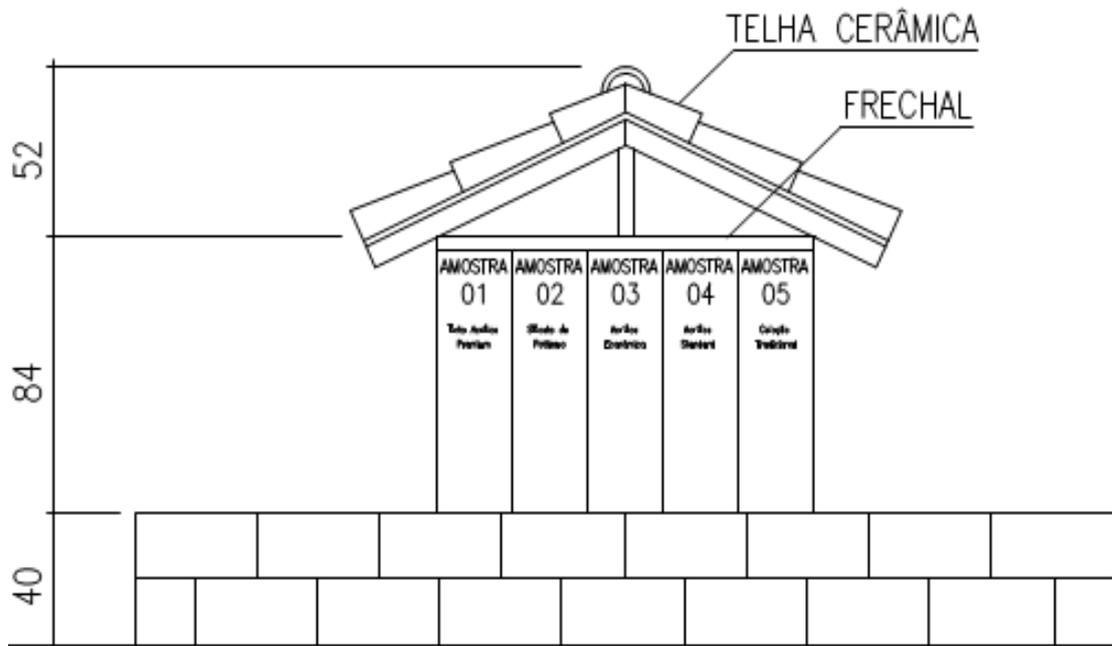


FIGURA 22 - Elevação Leste/Oeste do protótipo (sem escala), com indicação da diagramação de das diferentes amostras de tintas empregadas: 01: acrílica Premium; 02: silicato de potássio; 03: acrílica econômica; 04: acrílica standard; 05: ciação tradicional. Sem escala. Medidas em centímetros.
Fonte: autor (2009).

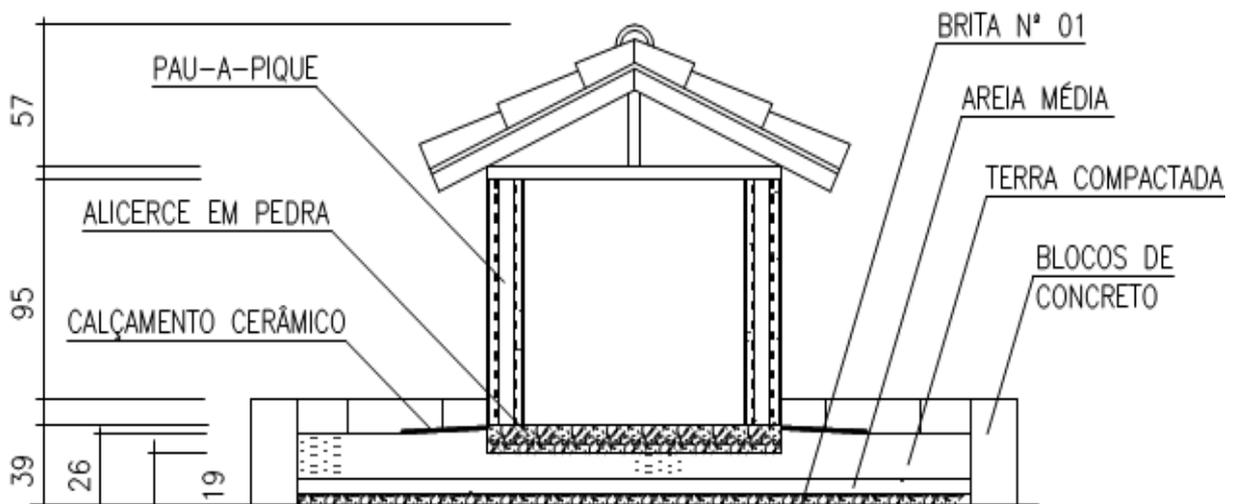


FIGURA 23- Corte Norte/Sul do protótipo e materiais empregados. Sem escala. Medidas em centímetros.
Fonte: autor (2009).

apas de execução do protótipo de estudo:



FIGURA 24 - Local da implantação do protótipo.
Fonte: autor (2009).



FIGURA 25- Tanque de bloco com terra compactada.
Fonte: autor (2009).



FIGURA 26 - Fundação de pedra.
Fonte: autor (2009).



FIGURA 27 - Posicionamento da fundação.
Fonte: autor (2009).



FIGURA 28 - Estrutura de pau-a-pique.
Fonte: autor (2009).



FIGURA 29 - Encaixe com pino de madeira.
Fonte: autor (2009).



FIGURA 30 - Amassamento do barro.
Fonte: autor (2009).



FIGURA 31 - Barreamento da estrutura.
Fonte: autor (2009).



FIGURA 32 - Finalização do barreamento. Fonte: autor (2009).



FIGURA 33 - Chapisco de cal e areia. Traço 1:3. Fonte: autor (2009).



FIGURA 34 - Reboco de cal e areia. Traço 1:2. Fonte: autor (2009).



FIGURA 35 - Nivelamento com pasta de cal. Fonte: autor (2009).

O protótipo, construído ao longo de três meses, utilizou no gradeamento e estrutura, ripas e caibros de madeira comercial e para o barreamento, um solo de boa plasticidade, proveniente do distrito de Botafogo – Ouro Preto, indicado pelos taapeiros da região. Por meio de um teste simples, eventualmente realizado no próprio canteiro de obras, observa-se a separação entre componentes do solo de granulometrias diferentes, sugerindo seu traço aproximado. Para tanto, destorroa-se uma amostra da terra que é diluída em água com sal. Esta solução salina ajuda na dispersão entre os componentes de grãos diferentes, separando-os pelo peso: areia no fundo (grão mais pesado), silte na porção média e argila na porção superior. Após a execução desse teste, argila, silte e areia, distribuídos conforme a imagem abaixo, forneceram o seguinte traço aproximado de referência: 3:2:5 (argila, silte e areia).



FIGURA 36 - Grãos dispersados em solução salina. Fonte: autor (2010).



FIGURA 37 - Distribuição aproximada dos componentes da terra. Fonte: autor (2010).

Após dois meses de secagem, as paredes de pau-a-pique foram chapiscadas com argamassa de areia média lavada e pasta de cal (previamente hidratada ao longo de três meses), traço 3:1 e posteriormente rebocadas com os mesmos materiais, com traço 1:1. Uma fina camada de pasta de cal foi aplicada sobre o reboco a fim de nivelá-lo e prepará-lo para a aplicação das tintas em estudo. O protótipo foi então concluído em junho de 2009 e ficou em análise, ao longo de 12 meses - até junho de 2010.

3.2.1 Coleta de dados

De acordo com Vergara (1998, p.23), durante a coleta de dados, a observação da problemática pode ser simples ou participante:

Na observação simples, você mantém certo distanciamento do grupo ou da situação que tenciona estudar; é um espectador não interativo. Na observação participante, você já está engajado ou se engaja na vida do grupo ou na situação; é um ator ou um expectador interativo [...].



FIGURA 38- Faixa escura p/ referência de demãos. Fachada Norte. Fonte: autor (2009).



FIGURA 39 - Diagramação das amostras em todas as fachadas. Fonte: autor (2009).

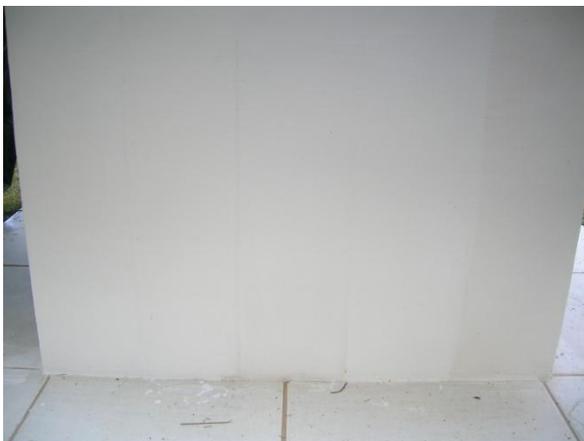


FIGURA 40 – Aspecto de uma parede tipo após finalização da pintura. Fachada Norte. Fonte: autor (2009).



FIGURA 41- Protótipo de estudo finalizado em julho de 2009. Fonte: autor (2009).



FIGURA 42 - Amostra para ensaio
Fonte: autor (2009)



FIGURA 43 - Amostras em solução saturada de sulfato de sódio. Fonte: autor (2009).

3.2.2 Limitações

Durante a execução de uma pesquisa, tanto o método empregado quanto a própria pesquisa deverão apresentar limitações.

Todo método tem possibilidade e limitações. É saudável antecipar-se às críticas que o leitor poderá fazer ao trabalho, explicitando quais são as limitações que o método escolhido oferece, mas que ainda assim o justificam como o mais adequado aos propósitos da investigação. (VERGARA, 1998).

Entre as limitações enfrentadas por esta pesquisa nota-se que a grande quantidade de variáveis entorno das construções de pau-a-pique podem influenciar resultados, de acordo, por exemplo, com o tipo do material empregado no gradeamento, tipo e composição do solo, traço, materiais e número de camadas de revestimento, tipo, espessura e composição de camadas de nivelamento e pintura e condições climáticas. Dessa forma, as características representativas empregadas na construção do protótipo em questão indicam uma situação específica que não visa generalizações, mas contribuir com a análise da problemática na região de Ouro Preto.

O solo empregado, por exemplo, não foi analisado em laboratório, pois na maioria das obras de restauração de edificações com essa técnica, não existem recursos financeiros disponíveis para esse fim ficando a escolha da terra para um habilidoso mestre de obras local e também porque o objetivo dessa pesquisa é avaliar o comportamento das tintas de mercado sobre um protótipo, que simula

situações reais diversas, quando então não se conhece profundamente a composição de todos os materiais empregados. Embora conheçamos os principais materiais comumente utilizados em uma estrutura de pau-a-pique, vale lembrar que cada uma pode apresentar uma particularidade local e que estas não puderam ser todas consideradas nessa pesquisa. A referência foi, portanto, um solo da região (Distrito de Botafogo – Ouro Preto) indicado por taipeiros locais, com boa plasticidade e porcentagem de areia e argila. Foi aplicado sobre um gradeamento de madeira aparelhada e seca, com as seguintes dimensões:

Esteios, madres e frechais: caibros de parajú 8cm X 8cm;

Ripamento: ripas de parajú de 4cm X 2cm.

Os esteios, madres e frechais foram fixados por meio de pinos de madeira e as ripas pregadas entre si com pregos galvanizados.

O barreamento superficialmente seco (entorno de 15 dias) foi então revestido com chapisco (3:1) e reboco de areia e cal (2:1). Utilizou-se a cal em pasta, previamente hidratada por seis meses em um canteiro de obras. Sobre o reboco foi aplicada uma fina camada de pasta de cal para regularização e posteriormente todas as fachadas foram pintadas com as diversas tintas de mercado.

3.2.3 Análise das texturas encontradas

Para avaliação dos diversos tipos de tintas pesquisadas e quais se assemelham esteticamente e tecnicamente aos revestimentos originais históricos a base de cal, foram confeccionadas ainda placas individuais, utilizando os mesmos materiais de revestimento empregados, para serem igualmente ensaiadas, como também uma única placa contendo todas as amostras de tintas utilizadas (Figura 45 e 46). Utilizando as placas foram feitas fotos com luz rasante, microfotografia estereoscópica, teste de cristalização de sais e análises laboratoriais conforme as normas da ABNT e sobre o protótipo, análise visual da degradação, teste de absorção de água à baixa pressão bem como uma correlação com as condições climáticas locais.



FIGURA 44 - Placa com amostra das tintas.
Fonte: autor (2009).



FIGURA 45 – Diagramação das tintas correspondentes.
Fonte: autor (2009).

3.2.4 Fotografias com luz rasante

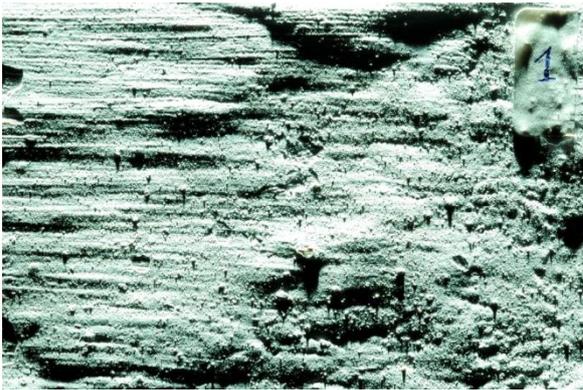


FIGURA 46 - Luz rasante sobre amostra 01
(cal artesanal) Fonte: LACICOR (2009).



FIGURA 47- Luz rasante sobre amostra 02
(cal industrializada). Fonte: LACICOR (2009).

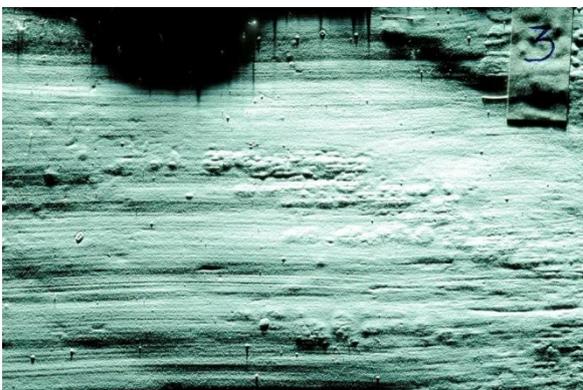


FIGURA 48 - Luz rasante sobre amostra 03
(standard). Fonte: LACICOR (2009).

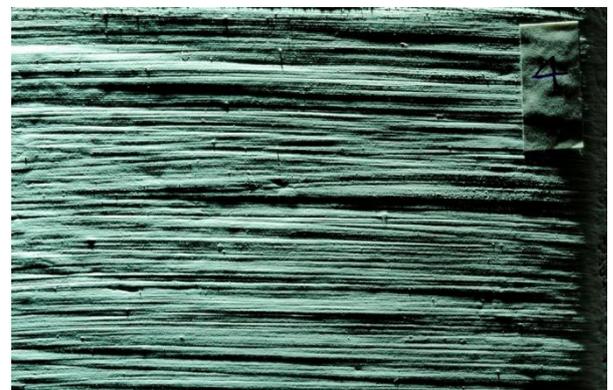


FIGURA 49 - Luz rasante sobre amostra 04
(acrílica econômica). Fonte: LACICOR (2009).

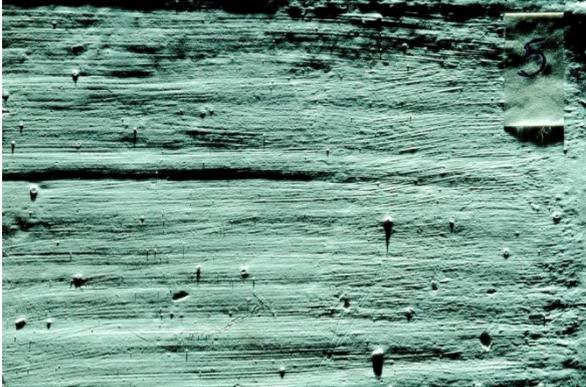


FIGURA 50 - Luz rasante sobre amostra 05 (silicato de potássio). Fonte: LACICOR (2009).



FIGURA 51 - Luz rasante sobre amostra 06 (acrílica premium). Fonte: LACICOR (2009).

A análise das tintas da placa (Figura 46) forneceu os seguintes resultados:

De acordo com as imagens acima, nota-se que as opções industrializadas (amostras 2, 3, 4, 5 e 6) apresentam aspecto mais liso quando comparada com a amostra 1- cal preparada artesanalmente no canteiro de obras, devido ao tamanho das partículas micronizadas utilizadas, a quantidade de resina e principalmente pela presença de aditivos nivelantes. O tamanho dos grãos na amostra 1 é de aproximadamente $45\mu\text{m}$ (peneira de malha 325ty) enquanto os grãos utilizados pela indústria de tintas – mais finos, são de aproximadamente $6\mu\text{m}$ (peneira de malha 1000ty).

As amostras 1, 2 e 4 apresentam maior quantidade de carga e menor de resina e pouco ou nenhum aditivo nivelante, proporcionando uma superfície mais irregular e um filme mais poroso. Nessas notam-se os riscos provocados pelas cerdas da trincha utilizada, mais visíveis do que nas amostras 3, 5 e 6.

3.2.5 Microfotografia estereoscópica



FIGURA 52 - Microfotografia estereoscópica - ampliação 25 vezes. Amostra 01 (cal artesanal).
Fonte: LACICOR (2009).



FIGURA 53 - Microfotografia estereoscópica - ampliação 25 vezes. Amostra 02 (cal industrializada).
Fonte: LACICOR (2009).



FIGURA 54 - Microfotografia estereoscópica - ampliação 25 vezes. Amostra 03 (standard).
Fonte: LACICOR (2009).

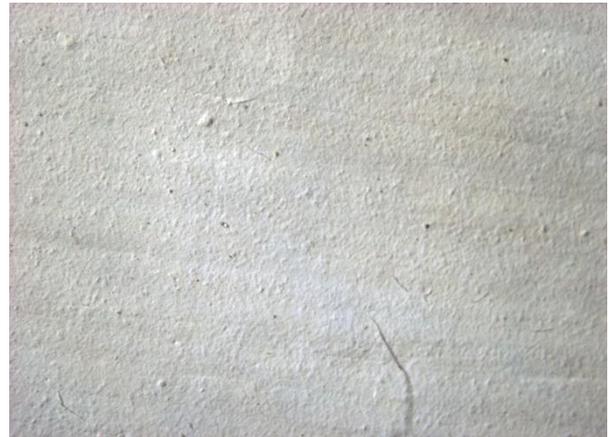


FIGURA 55 - Microfotografia estereoscópica - ampliação 18 vezes. Amostra 04 (acrílica econômica).
Fonte: LACICOR (2009).



FIGURA 56 - Microfotografia estereoscópica - ampliação 45 vezes. Amostra 05 (silicato de potássio).
Fonte: LACICOR (2009).

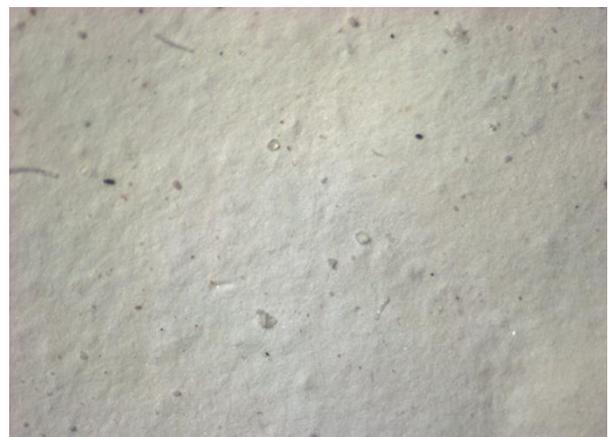


FIGURA 57 - Microfotografia estereoscópica - ampliação 80 vezes. Amostra 06 (acrílica premium).
Fonte: LACICOR (2009).

A análise das tintas da placa (Figura 46) forneceu os seguintes resultados:

Embora as microfotografias estereoscópicas da página anterior apresentem diferentes níveis de ampliação, é possível traçar alguns paralelos com relação a análise visual de suas texturas. Nota-se que devido a regularidade do filme, fineza dos pós empregados (carga e pigmentos) e aglutinante (estireno acrílico), as amostras 3, 4 e 6 – tintas de linhas comerciais, apresentam aspecto mais liso, embora a amostra 4 apresente maior irregularidade quando compara a 3 e 6, respectivamente. Essa irregularidade está relacionada à menor quantidade de aglutinante utilizada na tinta econômica, evidenciando o aspecto da carga e pigmentos em pó.

As diversas ampliações indicam que em alguns casos, como por exemplo, no da tinta acrílica econômica, uma menor ampliação (18X) é suficiente para indicar o aspecto menos liso da tinta, decorrente de sua baixa quantidade de resina. Já na amostra correspondente à tinta Premium, nota-se que mesmo sob uma ampliação de 80X é possível notar seu aspecto mais liso e regular, decorrente da maior quantidade de resina empregada.

3.2.6 Métodos físicos de análise de tintas

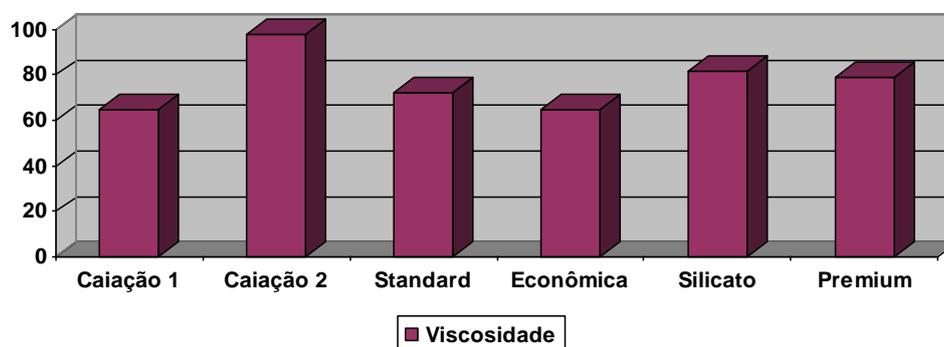
São diversos os métodos físicos de análise de desempenho e comportamento de tintas, definidos em sua maioria pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Muitos deles possuem parâmetros de análise que dificultam a comparação entre materiais de origens diferentes como as tintas resinadas de mercado e as minerais de silicato ou cal. Assim, para efeito exclusivo de caracterização de alguns dos materiais empregados na pesquisa, segue abaixo algumas análises:

a) Viscosidade (NBR 12105)

Determinação da consistência pelo Viscosímetro Krebs Stormer (KU). Esta Norma prescreve o método de determinação da consistência de tintas e refere-se a facilidade de aplicação. As amostras industrializadas foram diluídas conforme instruções de cada fabricante e a cal artesanal em três partes de água limpa. Quanto maior o índice, maior a viscosidade:

AMOSTRA	VISCOSIDADE	AMOSTRA	VISCOSIDADE
Cal artesanal	65 KU	Econômica	65 KU
Cal industrializada	98 KU	Silicato de potássio	82 KU
Standard	72 KU	Premium	79 KU

TABELA 4 - Viscosidade.



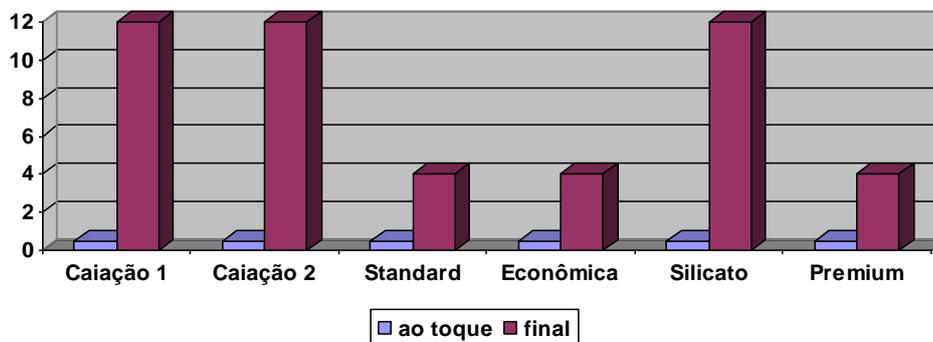
Os valores de viscosidade semelhantes indicam produtos com aplicabilidade semelhante muito embora a habilidade do aplicador deva ser considerada. Sugere ainda algumas semelhanças na composição, dada a viscosidade.

b) Tempo de secagem (NBR 15311)

Esta Norma estabelece o método para determinação do tempo de secagem de tintas e vernizes por medida instrumental, visando avaliar o desempenho de tintas para construção civil. Determinação do tempo de secagem conforme o fabricante. As amostras ensaiadas apresentaram os seguintes resultados:

AMOSTRA	SECAGEM		AMOSTRA	SECAGEM	
	AO TOQUE	FINAL		AO TOQUE	FINAL
Nº 01	Cal artesanal	Indefinida ¹⁰	Econômica	30 minutos	04 horas
Nº 02	Cal industrializada	12 horas	Silicato de potássio	30 minutos	12 horas
Nº 03	Standard	04 horas	Premium	30 minutos	04 horas

TABELA 5 –Tempo de secagem.



O menor tempo de secagem indica que uma segunda demão poderá ser aplicada sem que componentes da primeira sejam arrastados ou removidos. No caso da pintura a base de cal, há necessidade da carbonatação da camada para que outra seja aplicada, aumentando o tempo total da pintura. Essa característica não é propriamente um problema, indicando porém uma peculiaridade da técnica.

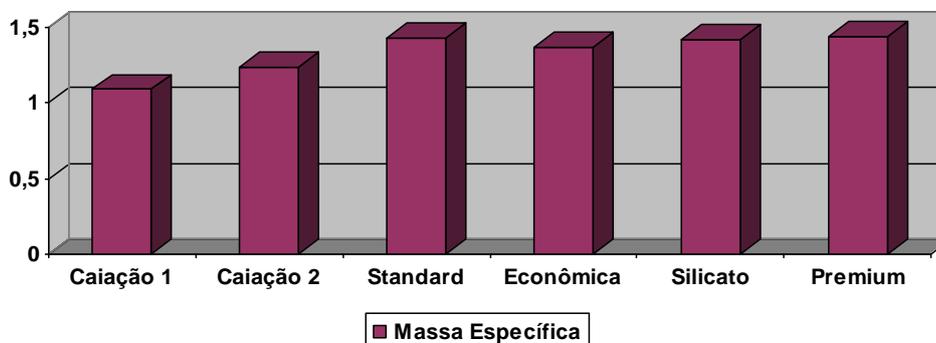
¹⁰ A carbonatação ou endurecimento das camadas de caiação é lenta. Segundo KANAN (1999, p.4), “o processo de carbonatação é um processo vagaroso [...] muito difícil de controlar ou prever, já que é afetado pela temperatura, umedecimento do suporte, estrutura dos poros e outras condições”.

c) Massa Específica (NBR 5829)

Determina a massa específica de tintas e vernizes correspondente à quantidade de carga por cm^3 de produto. É realizado com o auxílio de um picnômetro metálico com capacidade de 1cm^3 e tampa com furo central de 1mm de diâmetro. As amostras ensaiadas apresentaram os seguintes resultados:

AMOSTRA	MASSA ESPECÍFICA	AMOSTRA	MASSA ESPECÍFICA
Cal artesanal	1,09 g/cm^3	Econômica	1,37 g/cm^3
Cal industrializada	1,24 g/cm^3	Silicato de potássio	1,42 g/cm^3
Standard	1,43 g/cm^3	Premium	1,44 g/cm^3

TABELA 6 – Massa específica.



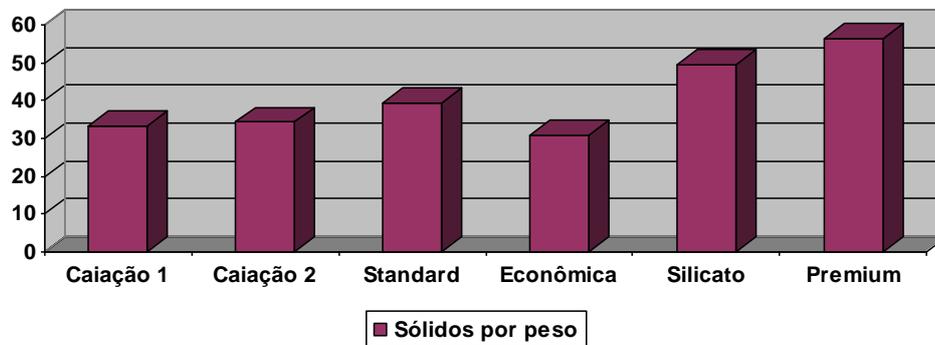
As opções com menor índice correspondem aquelas cuja quantidade de água na tinta é maior, ao contrário daquelas com maior índice, que refletem menor quantidade de água e aglutinante e maior quantidade de carga por cm^3 de produto.

d) Sólidos por peso (NBR 15315)

Indica em porcentagem a quantidade de sólidos de uma tinta, considerando-se o peso dos componentes. As amostras ensaiadas apresentaram os seguintes resultados:

AMOSTRA	SÓLIDOS POR PESO	AMOSTRA	SÓLIDOS POR PESO
Cal artesanal	33,15 %	Econômica	30,80%
Cal industrializada	34,23%	Silicato de potássio	49,45 %
Standard	39,30%	Premium	56,33%

TABELA 7 - Sólidos por peso.



As opções com menor porcentagem de componentes indicam opções com maior quantidade de água a ser perdida por evaporação após a aplicação. Aquelas com maior porcentagem indicam tintas com maior quantidade de componentes como carga, resina e demais aditivos.

e) Poder de Cobertura (NBR 14942)

Esta Norma estabelece o método para determinação do poder de cobertura de uma película de tinta seca obtida por extensão, por medida instrumental. A película formada sobre a placa zebraada deve cobrir a base sem que haja contraste entre as linhas brancas e pretas e apresentar poder de cobertura de no mínimo 4m²/litro.

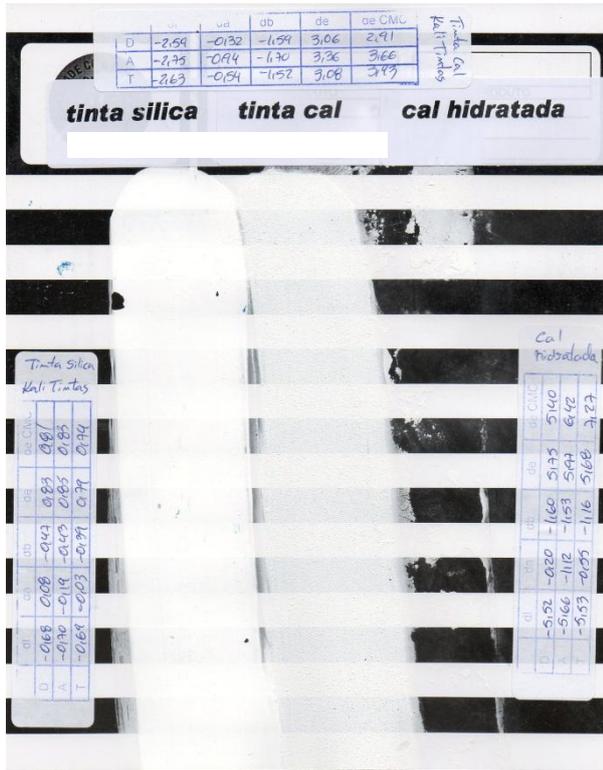


FIGURA 58 - Ensaio de poder de cobertura. Fonte: autor (2010)

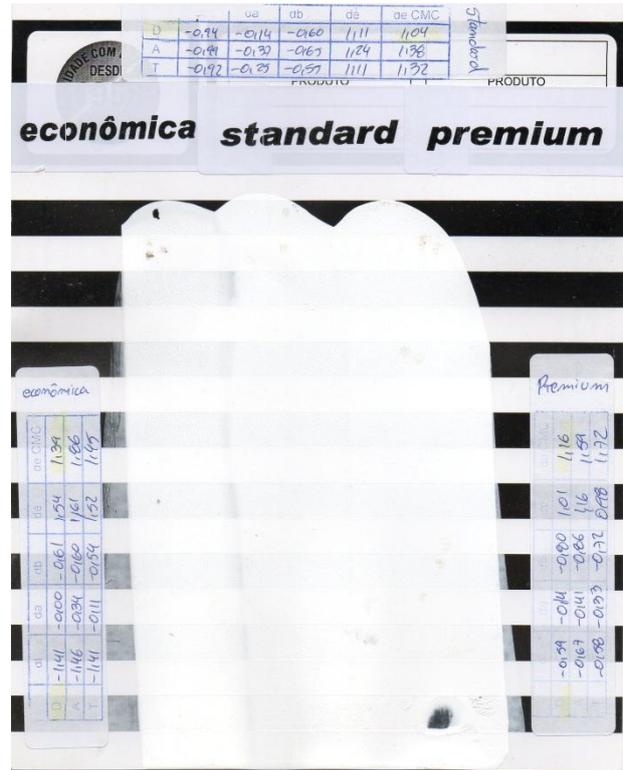


FIGURA 59 - Ensaio de poder de cobertura. Fonte: autor (2010)



FIGURA 60 - Ensaio de poder de cobertura. Fonte: autor (2010).

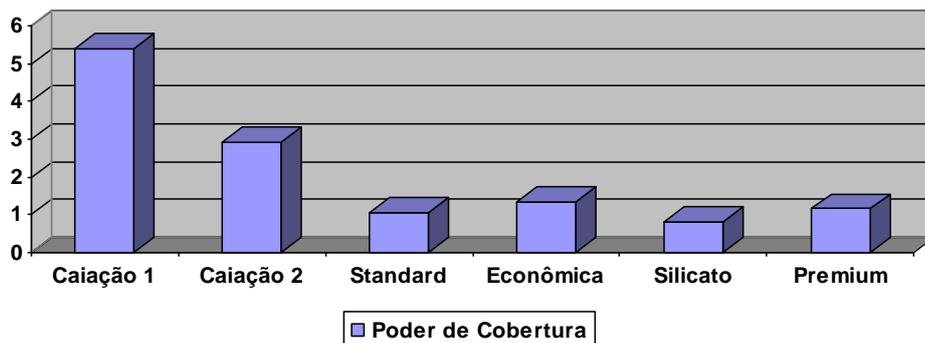


FIGURA 61 - Ensaio de poder de cobertura. Fonte: autor (2010).

Na tabela abaixo, quanto menor o valor de CMC fornecido pelo ensaio, melhor é o poder de cobertura da tinta. As amostras ensaiadas à luz do dia (D) apresentaram os seguintes resultados de CMC:

AMOSTRA	PODER DE COBERTURA	AMOSTRA	PODER DE COBERTURA
Cal artesanal	5,40	Econômica	1,39
Cal industrializada	2,91	Silicato de potássio	0,81
Standard	1,04	Premium	1,16

TABELA 8 - Poder de cobertura.



3.2.7 Métodos físico-químicos de análise de tintas

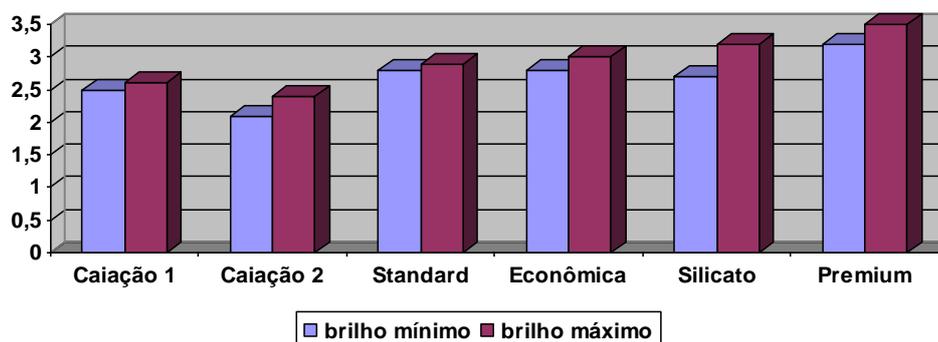
Esse item da pesquisa apresenta análises cujos parâmetros proporcionaram melhor comparação entre as tintas empregadas na pesquisa, mesmo essas tendo naturezas e origens diferentes. Para tanto foram realizadas análises de medida de brilho, cristalização de sais e de absorção de água a baixa pressão (pelo método do cachimbo).

a) Brilho (NBR 15299)

Esta Norma estabelece o método para determinação de brilho em películas de tinta ou verniz, visando avaliar o desempenho de tintas e vernizes para construção civil, classificados conforme ABNT NBR 11702, com base na medida fotoelétrica da reflexão da luz incidente nos ângulos de 20°, 60° e 85° diretamente nas superfícies das películas. O medidor de brilho utilizado possui diferença de aferição em torno de 1%. As amostras ensaiadas apresentaram os seguintes resultados, em “ub” - unidade de brilho:

AMOSTRA	BRILHO	AMOSTRA	BRILHO
Cal artesanal	2,5 a 2,6 ub	Econômica	2,8 a 3,0 ub
Cal industrializada	2,1 a 2,4 ub	Silicato de potássio	2,7 a 3,2 ub
Standard	2,8 a 2,9 ub	Premium	3,2 a 3,5 ub

TABELA 9- Brilho.



Os resultados encontrados, entre 2 e 3, correspondem a tintas foscas, conforme tabela abaixo (NUNES; LOBO, 1998, p.36):

BRILHO	UNIDADE
Alto brilho	> 80 ub
Semibrilho	> 17 < 23 ub
Acetinado	> 5 < 10 ub
Fosco	< 3 ub

TABELA 10 - Tabela de referência para brilho.

b) Teste de cristalização de sais

Esse teste tem por objetivo avaliar a resistência dos materiais à cristalização de sais solúveis. Nessa pesquisa o teste de cristalização visa identificar o nível de degradação das tintas imobiliárias quando expostas à uma solução saturada de sulfato de sódio. Os sais, onde se inclui o sulfato de sódio utilizado, podem eventualmente estar presentes no solo.

Solubilizados, podem ser transportados pela água e por ascensão capilar, penetrar nos poros dos diferentes materiais. Podem ainda estar presentes na composição dos próprios materiais expostos, com tijolos, argamassas de assentamento ou recobrimento das edificações. Em solução aquosa, esses sais percorrem os poros dos materiais. Quando secam, cristalizam-se dentro dos poros do material. Essa cristalização faz com que o sal se expanda e por pressão nos poros causa a degradação mecânica do material, trazendo prejuízos de ordem estética e de conservação.

O sulfato de sódio, por exemplo, pode conter até dez moléculas de água de cristalização, dependendo das condições de umidade relativa e temperatura. A temperaturas inferiores a 32° C, as diversas formas hidratadas de sulfato de sódio podem existir, em função da umidade relativa do ambiente. Quando esta última varia, o sal vai se hidratar ou desidratar para atingir o equilíbrio. Os diferentes estados de hidratação provocarão pressões nas paredes dos poros nos quais o sal se encontra até o momento no qual as fissuras já citadas começarão a se desenvolver. (SOUZA, 1991, p.17-18).

Para avaliar a resistência das tintas ao ataque do sulfato de sódio, seis placas cerâmicas de dimensões correspondentes a 11cm X 11cm receberam argamassa de areia média e pasta de cal, previamente hidratada ao longo de 06 meses. No emboço realizado o traço da argamassa foi 2:1 em 0,5cm de espessura.

Já na camada subsequente - o reboco, o traço foi de 1:1 com espessura de 1,0cm. Sobre o reboco, uma fina camada de pasta de cal foi aplicada com pincel, nivelando a superfície. Após trinta dias (carbonatação) as placas receberam as tintas pesquisadas: caiação artesanal, caiação industrializada, silicato de potássio, Standard, Econômica e Premium. Após secagem das tintas (cinco dias), as amostras foram imersas em solução saturada com sulfato de sódio (750g de sulfato diluído em 4l de água), tendo apenas a área correspondente a camada pictórica exposta ao ar. Frequentemente, o nível de solução saturada era conferido para que a argamassa estivesse completamente submersa, mantendo apenas a camada pictórica exposta.

Numa masseira plástica, as amostras ficaram imersas por sessenta dias. Embora as argamassas também tenham sofrido danos pela exposição à solução saturada, o foco da pesquisa é avaliar a degradação das tintas.



FIGURA 62- Sulfato de sódio e água para produção de solução saturada. Fonte: autor (2010).



FIGURA 63- Amostras imersas em solução saturada de sulfato de sódio. Fonte: autor (2010).

Durante o prazo de imersão, uma crosta foi formada sobre as amostras, causada pela cristalização do sulfato de sódio. Após a finalização do prazo de imersão, as amostras foram removidas da solução e secas em temperatura ambiente. Após a remoção da crosta as amostras apresentaram o que segue:



FIGURA 64 – Amostras com crosta de sulfato de sódio cristalizado. Fonte: autor (2010).



FIGURA 65- Amostras após a remoção das crostas. Fonte: autor (2010).



FIGURA 66 - Caição artesanal após remoção da camada de sulfato de sódio. Fonte: autor (2010).



FIGURA 67 - Caição industrializada após remoção da camada de sulfato de sódio. Fonte: autor (2010).



FIGURA 68 - Tinta standard após remoção da camada de sulfato de sódio. Fonte: autor (2010).



FIGURA 69 - Tinta acrílica econômica após remoção da camada de sulfato de sódio. Fonte: autor (2010).

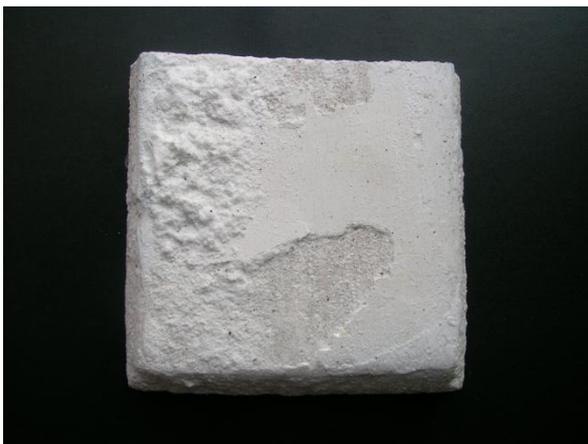


FIGURA 70 - Tinta silicato após remoção da camada de sulfato de sódio. Fonte: autor (2010).



FIGURA 71- Tinta acrílica premium após remoção da camada de sulfato de sódio. Fonte: autor (2010).

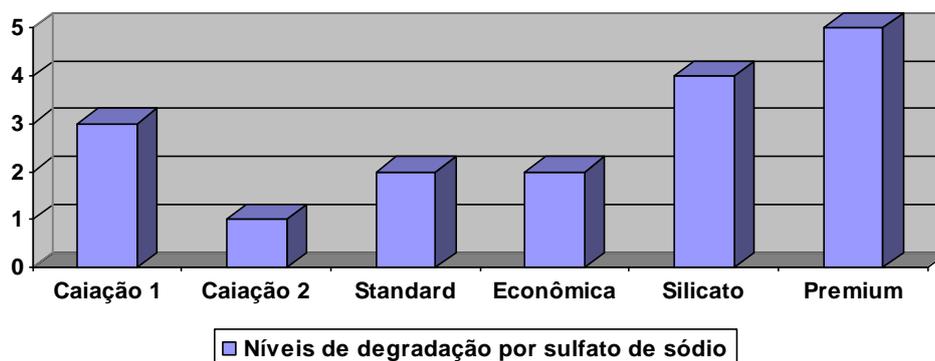
A camada de sulfato de sódio cristalizado formada sobre a superfície de cada placa foi removida com o auxílio de uma trincha macia, apresentando diferentes níveis de degradação conforme adaptação da tabela de referência (SOUZA, 1991, p. 87) e legenda a seguir:

Legenda: Níveis de degradação:

- 0 – Não ocorreu formação de sais, nem degradação da pintura;
- 1 – Houve formação de sais, porém sem degradação da pintura;
- 2 – Houve formação de sais e leve degradação da pintura;
- 3 – Houve formação de sais e moderada degradação da pintura;
- 4 – Houve formação de sais e severa degradação da pintura;
- 5 – Houve degradação da tinta por deslocamento do filme.

Tintas	Premium	Silicato	Econômica	Standard	Caição 1	Caição 2
Níveis de degradação	5	4	2	2	3	1

TABELA 11 - Resultados observados ao teste de cristalização de sais solúveis.



c) Teste de absorção de água à baixa pressão (método do cachimbo)

Para avaliar a capacidade de água absorvida ou repelida por um determinado material de acabamento, esteja este no canteiro de obras ou em amostras no laboratório, utiliza-se o método do cachimbo, idealizado pelo Centre Scientifique et Technique de La Construction - CSTC¹¹ em 1982 na Bélgica. (HATTGE, 2004, p. 76-79). Esse método não é regulamentado no Brasil. Alguns autores nacionais desenvolveram trabalhos utilizando o Método do Cachimbo, entre eles POLISSENI (1986) e SELMO (1989).

Esse método consiste na utilização de um tubo de vidro graduado, em forma de “L” semelhante a um cachimbo, cuja parte inferior é soldada com mastique sobre a superfície do material a ser pesquisado. O tubo é então preenchido com água deionizada até a referência do nível zero e após cinco, dez e quinze minutos efetua-se e registra-se as leituras da diminuição do nível de água absorvida pela parede por pressão

O cachimbo foi então fixado sobre cada uma das cinco tintas utilizadas nesta pesquisa, a uma altura equivalente a 0,60m, a fim de observar o comportamento de cada uma com relação a absorção de água. Um cronômetro foi utilizado para marcar o tempo do experimento, realizado sobre uma temperatura ambiente entorno de 27° e umidade relativa do ar entorno de 47%.

¹¹ Instituto de informação, inovação e pesquisa científica aplicada à construção civil, financiada por empresas construtoras, venda de publicações e prestação de serviços técnicos.



FIGURA 72 - Absorção de água pela tinta premium (1) e silicato de potássio (2). Fonte: autor (2010).

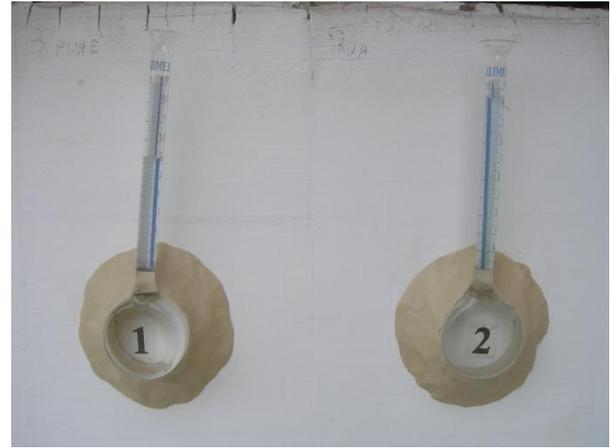


FIGURA 73 - Absorção de água pela tinta econômica (1) e standard (2). Fonte: autor (2010).



FIGURA 74- Absorção de água pela caiação industrializada. Fonte: autor (2010).



FIGURA 75- Absorção de água pela caiação artesanal. Fonte: autor (2010).

A seção aberta de aplicação sobre cada tinta é de $5,7\text{cm}^2$ e o tubo vertical é graduado de 0,0 a 4,0ml. A altura de água total entre a metade da seção de aplicação e a graduação correspondente a 0,0ml é de 9,8cm, o que equivale a uma pressão de 961,38Pa. Esse valor corresponde a pressão dinâmica exercida por um vento de 142,6km/h ou 39,6m/s. (SOUZA, 1991,p.31-32).

Com relação à absorção capilar, a caiação artesanal apresentou os maiores índices de absorção, seguido da tinta econômica, silicato de potássio, caiação industrializada, Standard e Premium:

Tempo	Caição 1 industrializada	Caição 2 artesanal	Standard	Econômica	Silicato	Premium
05 minutos	0,35 ml	3,15 ml	0,05 ml	0,50 ml	0,35 ml	0,00 ml
10 minutos	0,50 ml	4,15 ml	0,10 ml	1,10 ml	0,85 ml	0,05 ml
15 minutos	1,20 ml	+ 5,00 ml	0,25 ml	1,75 ml	1,25 ml	0,05 ml

TABELA 12 – Volume de água absorvido pela tintas. Método do cachimbo.

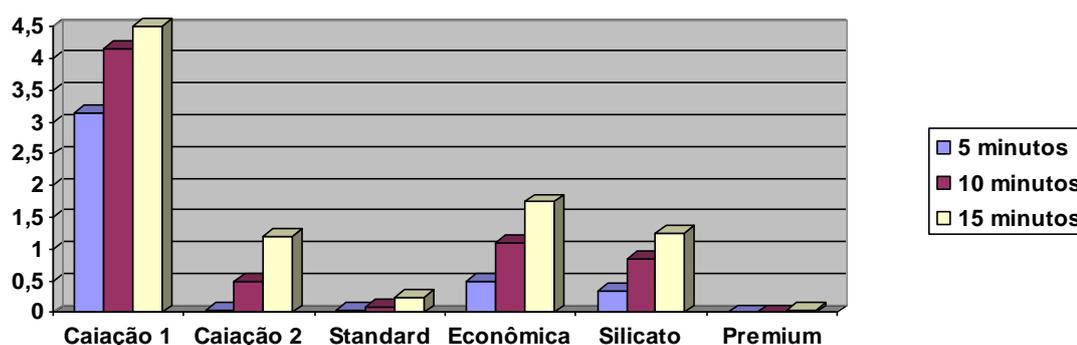


Gráfico de absorção de água. Volume em mililitros.

d) Pulverulência

“É a facilidade que a tinta apresenta ao sair do substrato com uma simples pressão dos dedos. Deve ser baixa para garantir a coesão com a superfície” (D'ALMEIDA, 2008, p.58). Pode ainda ser definida como o material particulado depositado sobre a superfície, sem apresentar adesão ou coesão sobre esta.

Para identificar a pulverulência de cada tinta foi levemente pressionado, em movimentos circulares (dois movimentos) sobre cada amostra um tecido na cor preta. As partículas não coesas apresentaram os seguintes resultados:



FIGURA 76 – Alta pulverulência da cal artesanal. Fonte: autor (2010).



FIGURA 77 – Média pulverulência da cal industrializada. Fonte: autor (2010).



FIGURA 78 – Baixíssima pulverulência da tinta standard. Fonte: autor (2010).



FIGURA 79 – Baixa pulverulência da tinta econômica. Fonte: autor (2010).



FIGURA 80 – Alta pulverulência da tinta de silicato. Fonte: autor (2010).



FIGURA 81 – Baixíssima pulverulência da tinta Premium. Fonte: autor (2010).

É possível notar que dentre as opções de tintas minerais, a caiação industrializada apresentou menor pulverulência. Dentre as opções de tintas resinadas, a acrílica econômica – com menor quantidade de resina apresentou maior

pulverulência, quando comparada as demais – com maiores taxas de aglutinante e portanto menor pulverulência.

3.2.8 Análise visual e desgaste das tintas em análise

Este item apresenta os níveis de degradação das tintas na fachada Norte onde havia menor incidência de ventos e onde pode-se constatar maior sombra causada pelo imóvel vizinho, alinhado com a rua. Esses dados colaboram com a caracterização da fachada onde pode-se notar maiores danos ao longo da pesquisa. Todas as imagens foram capturadas no início de cada mês. No momento da finalização da pintura das fachadas do protótipo, as tintas empregadas (da esquerda para a direita: acrílica premium, silicato de potássio, acrílica econômica, standard e caiação) apresentavam, em 07 de julho de 2009, o seguinte aspecto:



FIGURA 82 - Fachada Sul em 07 jul. 2009. Fonte: autor (2009).



FIGURA 83 - Fachada Oeste em 07 jul. 2009. Fonte: autor (2009).



FIGURA 84 - Fachada Norte em 07 jul. 2009. Fonte: autor (2009).



FIGURA 85 - Fachada Leste em 07 jul. 2009. Fonte: autor (2009).

As tintas preservaram o mesmo aspecto das imagens acima até o início do mês de outubro, quando então começaram a apresentar alterações, causadas pelo início das chuvas. Entre os meses de outubro e abril, dias quentes e úmidos colaboram com a proliferação de microrganismos e com a conseqüente degradação por eles causada nas tintas ensaiadas.

No mês de outubro de 2009 nota-se o início das manchas causadas por microrganismos, provavelmente fungos. As amostras de tinta (da esquerda para a direita: acrílica premium, silicato de potássio, acrílica econômica, standard e caiação) apresentavam, em 07 de outubro de 2009, o seguinte aspecto:



FIGURA 86 - Fachada Norte em 07 out. 2009. Fonte: autor (2009).



FIGURA 87 - Fachada Oeste em 07 out. 2009. Fonte: autor (2009).



FIGURA 88 - Fachada Sul em 07 out. 2009. Fonte: autor (2009).



FIGURA 89 - Fachada Leste em 07 out. 2009. Fonte: autor (2009).

Em novembro notou-se alterações significativas somente nas fachadas Norte e Sul. A fachada Norte recebe sombra de uma edificação vizinha, o que colabora com o ataque microbiológico. As amostras de tinta (da esquerda para a direita: acrílica premium, silicato de potássio, acrílica econômica, standard e caiação) apresentavam, em 07 de novembro de 2009, o seguinte aspecto:



FIGURA 90 - Fachada Norte em 07 nov. 2009.
Fonte: autor (2009).



FIGURA 91 - Fachada Sul em 07 nov. 2009.
Fonte: autor (2009).

Em dezembro, com média pluviométrica de 325mm, nota-se o ambiente adequado para maior proliferação de microrganismos – quente e úmido. A partir desse período, as tintas apresentam manchas mais intensas causadas por fungos. As amostras de tinta (da esquerda para a direita: acrílica premium, silicato de potássio, acrílica econômica, standard e caiação) apresentavam, em 07 de dezembro de 2009, o seguinte aspecto:



FIGURA 92 - Fachada Norte em 07 dez. 2009. Fonte:
autor (2009).



FIGURA 93 - Fachada Oeste em 07 dez. 2009. Fonte:
autor (2009).



FIGURA 94 - Fachada Sul e Oeste em 07 dez. 2009. Fonte: autor (2009).



FIGURA 95 - Fachada Leste em 07 dez. 2009. Fonte: autor (2009).

Em janeiro de 2010, com a média pluviométrica de 162,5 mm, notou-se alterações mais significativas nas fachadas Norte e Sul. Durante o verão, as fachadas leste e oeste foram favorecidas pela insolação do nascente e poente, apresentando suavização das manchas causadas por fungos. As amostras de tinta (da esquerda para a direita: acrílica premium, silicato de potássio, acrílica econômica, standard e caiação) apresentavam, em 07 de janeiro de 2010, o seguinte aspecto:



FIGURA 96 - Fachada Norte em 07 jan. 2010. Fonte: autor (2009).



FIGURA 97 - Fachada Oeste em 07 jan. 2010. Fonte: autor (2009).



FIGURA 98 - Fachada Sul em 07 jan. 2010. Fonte: autor (2009).



FIGURA 99 - Fachada Leste em 07 jan. 2010. Fonte: autor (2009).

Em fevereiro de 2010, após queda no índice pluviométrico (83 mm) notou-se maior suavização das manchas causadas por microorganismos. As amostras de tinta (da esquerda para a direita: acrílica premium, silicato de potássio, acrílica econômica, standard e caiação) apresentavam, em 07 de fevereiro de 2010, o seguinte aspecto:



FIGURA 100 - Fachada Norte em 07 fev. 2010. Fonte: autor (2009).



FIGURA 101 - Fachada Oeste em 07 fev. 2010. Fonte: autor (2009).



FIGURA 102 - Fachada Sul em 07 fev. 2010. Fonte: autor (2010).



FIGURA 103 - Fachada Leste em 07 fev. 2010. Fonte: autor (2010).

Em março de 2010, o índice de pluviosidade média sobe para 266,5, porém as manchas não indicam grande mudança nas pinturas. As amostras de tinta (da esquerda para a direita: acrílica premium, silicato de potássio, acrílica econômica, standard e caiação) apresentavam, em 07 de março de 2010, o seguinte aspecto:.



FIGURA 104 - Fachada Norte em 07 mar. 2010. Fonte: autor (2010).



FIGURA 105 - Fachada Oeste em 07 mar. 2010. Fonte: autor (2010).



FIGURA 106 - Fachada Sul em 07 mar. 2010. Fonte: autor (2010).



FIGURA 107 - Fachada Leste em 07 mar. 2010. Fonte: autor (2010).

Em abril há uma queda na média pluviométrica (55 mm), acompanhada de menores temperaturas próprias do outono. As manchas perdem gradativamente o tom esverdeado, mantendo as manchas cinzentas, causadas por fungos. As amostras de tinta (da esquerda para a direita: acrílica premium, silicato de potássio, acrílica econômica, standard e caiação) apresentavam, em 07 de abril de 2010, o seguinte aspecto:



FIGURA 108 - Fachada Norte em 07 abr. 2010. Fonte: autor (2010).



FIGURA 109 - Fachada Oeste em 07 abr. 2010. Fonte: autor (2010).



FIGURA 110 - Fachada Sul em 07 abr. 2010. Fonte: autor (2010).



FIGURA 111 - Fachada Leste em 07 abr. 2010. Fonte: autor (2010).

Em maio de 2010, o índice de pluviosidade fica entorno de 28 mm. Nota-se um leve clareamento das manchas cinzentas. As amostras de tinta (da esquerda para a direita: acrílica premium, silicato de potássio, acrílica econômica, standard e caiação) apresentavam, em 07 de maio de 2009, o seguinte aspecto:



FIGURA 112 - Fachada Norte em 07 maio 2010. Fonte: autor (2010).



FIGURA 113 - Fachada Oeste em 07 maio 2010. Fonte: autor (2010).



FIGURA 114 - Fachada Norte em 07 maio 2010. Fonte: autor (2010).



FIGURA 115 - Fachada Oeste em 07 maio 2010. Fonte: autor (2010).

Em junho de 2010, com pluviosidade de 00 mm e após um ano de exposição às intempéries, o protótipo apresenta poucas mudanças na manchas. As amostras de tinta (da esquerda para a direita: acrílica premium, silicato de potássio, acrílica econômica, standard e caiação) apresentavam, em junho de 2009, o que segue:



FIGURA 116 - Fachada Norte em 07 jun. 2010. Fonte: autor (2010).



FIGURA 117 - Fachada Oeste em 07 jun. 2010. Fonte: autor (2010).



Figura 118 - Fachada Sul em 07 jun. 2010.
Fonte: autor (2010).



FIGURA 119 - Fachada Leste em 07 jun. 2010. Fonte:
autor (2010).

Após um anos de exposição às intempéries, a fachada Norte – prejudicada pela pouca insolação, apresentou as seguintes manchas:



FIGURA 120 - Situação das tintas em 07 jul 2009.
Fachada Norte. Fonte: autor (2009).



FIGURA 121 - Situação das tintas em 07 jul 2010.
Fachada Norte. Fonte: autor (2009).

Nota-se que ao longo do período de experimentação, as manchas foram intensificadas pela umidade proveniente das chuvas e conseqüente aumento na umidade do ar. As tintas industrializadas, com maior teor de resina e aditivos fungicidas mostraram-se mais resistentes a danos e menos suscetíveis aos microrganismos do que as minerais. Como estas formam um filme mais resistente sobre a parede

3.2.10 Ataque microbiológico das tintas no protótipo de estudo

Amostras das fachadas do protótipo que apresentavam sinais de deterioração nas camadas pictóricas foram colhidas por raspagem, com auxílio de um Swab estéril. Essas amostras foram levadas para laboratório onde foram processadas seguindo parâmetros de segurança microbiológica, encubadas por sete dias. Plaqueou-se o material coletado em Placas de Petri contendo Agar Sabouraud. Após uma semana de incubação à temperatura ambiente, foram encontradas as seguintes situações e principais agentes de degradação:



FIGURA 122- Placas de Petri com crescimento de fungos filamentosos: agentes biológicos da deterioração das tintas. Fonte: autor (2009).



FIGURA 123 - Agentes biológicos: Fachada Norte – Tinta premium. Fonte: autor (2009).



FIGURA 124 - Agentes biológicos: Fachada Norte – Tinta de silicato de potássio. Isolamento das colônias. Fonte: autor (2010).



FIGURA 125 - Agentes biológicos: Fachada Norte – Tinta acrílica econômica. Fonte: autor (2010).



FIGURA 126 - Agentes biológicos: Fachada Norte – Tinta Standard. Fonte: autor (2010).



FIGURA 127 - Agentes Biológicos: Fachada Norte – Caição artesanal. Fonte: autor (2010).

Os diversos fungos filamentosos encontrados nessa pesquisa podem representar diferentes espécies e subespécies. O acúmulo de matéria orgânica sobre as camadas de pintura pode formar um biofilme com condições favoráveis de nutrientes, temperatura e umidade, propícios para o desenvolvimento de esporos de fungos e outros microrganismos. Estes agentes de degradação não foram aqui caracterizados, dada a complexidade dos ensaios necessários, sugerindo que uma nova pesquisa aprofunde o tema e indique os níveis de degradação causados por cada espécie encontrada.

3.2.11 Lavabilidade

Em junho de 2010, após um ano de exposição às intempéries, as amostras de tinta aplicadas no protótipo foram avaliadas com relação a lavabilidade. Foram obtidos os seguintes resultados:

Amostra 1 - Caição artesanal:

Alta incidência de fungos, alta pulverulência, acabamento áspero, alta rusticidade (decorrente da ausência de aglutinantes e alta concentração de aglomerante de média granulometria). Baixa resistência a limpeza (abrasão).



FIGURA 128 – Lavabilidade da cal artesanal. Fonte: autor (2010).



FIGURA 129 – Lavabilidade da cal artesanal. Detalhe. Fonte: autor (2010).

Amostra 3 - Standard:

Baixa incidência de fungos, baixa pulverulência, acabamento liso, média rusticidade (decorrente do aglutinante vinil acrílico e conseqüente formação de filme). Boa resistência a limpeza (abrasão).



FIGURA 130 - Lavabilidade da tinta standard. Fonte: autor (2010).



FIGURA 131 - Lavabilidade da tinta standard. Detalhe. Fonte: autor (2010).

Amostra 4 - Econômica:

Alta incidência de fungos, baixa pulverulência, acabamento pouco liso, alta rusticidade (decorrente da reduzida quantidade de aglutinante vinil acrílico). Boa resistência a limpeza (abrasão).

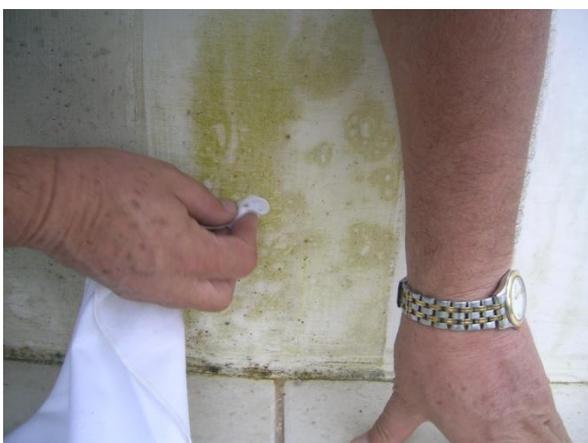


FIGURA 132 - Lavabilidade da tinta econômica. Fonte: autor (2010).

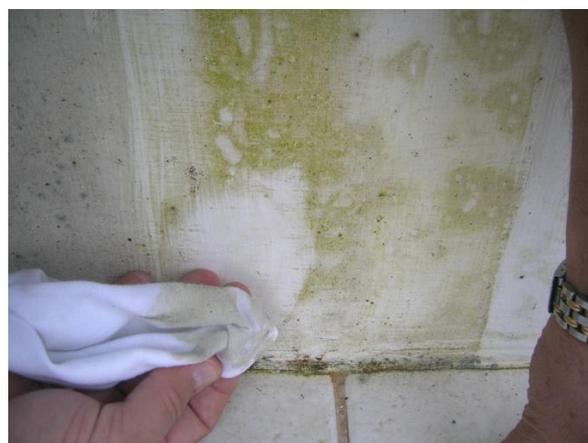


FIGURA 133 - Lavabilidade da tinta econômica. Detalhe. Fonte: autor (2010).

Amostra 5 - Silicato de Potássio:

Alta incidência de fungos, alta pulverulência, acabamento áspero, alta rusticidade (decorrente da ausência de aglutinante e alta concentração de pós (carga)). Baixa resistência a limpeza (abrasão).



FIGURA 134 - Lavabilidade da tinta de silicato. Fonte: autor (2010).



FIGURA 135 - Lavabilidade da tinta de silicato. Detalhe. Fonte: autor (2010).

Amostra 6 - Premium:

Incidência de fungos e pulverulência inexistente, acabamento muito liso, (decorrente da quantidade de aglutinante vinil acrílico). Filme de alta resistência a limpeza (abrasão).

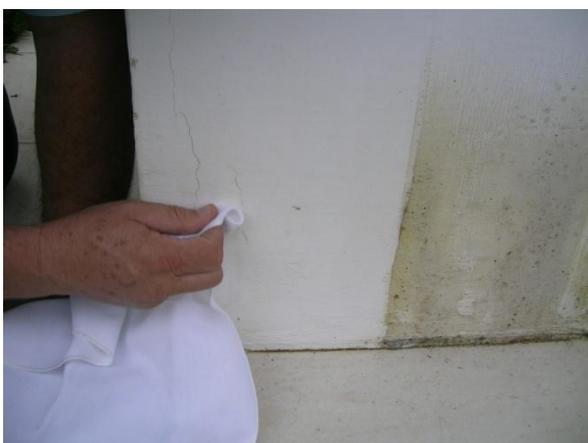


FIGURA 136 - Lavabilidade da tinta premium. Fonte: autor (2010).



FIGURA 137 - Lavabilidade da tinta premium. Detalhe. Fonte: autor (2010).

É possível notar que dentre as opções de tintas minerais, a tinta de silicato de potássio apresentou melhor lavabilidade e menor pulverulência. Dentre as opções de tintas resinadas, a acrílica econômica – com menor quantidade de resina apresentou boa lavabilidade, quando comparada as demais – com maiores taxas de aglutinante e portanto excelente lavabilidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as cartas patrimoniais e teorias da restauração consultadas no Capítulo 1, a utilização de novos materiais em intervenções conservativas ou restaurativas não é prática vetada desde que esses sejam compatíveis técnica e esteticamente, e que tenham sua indicação comprovada.

Quando tintas modernas forem aplicadas sobre estruturas de pau-a-pique, que estas respeitem e preservem ao máximo a especificidade da técnica construtiva, a porosidade das paredes e revestimentos, que tenham brilho, textura e aspecto semelhante aos da cal e que sejam, quando necessário, aceitas, compreendidas e indicadas pelos órgãos de preservação e comunidades locais.

As tintas atualmente disponíveis no mercado brasileiro apresentam, para desempenhos semelhantes, formulações diferentes. Essa particularidade não permite afirmar que determinado tipo de tinta apresente um comportamento mais ou menos adequado quando aplicado sobre paredes de pau-a-pique, pois seu desempenho poderá variar de marca para marca. De qualquer forma, dentre os tipos e as marcas pesquisadas e sobre a influência climática do município de Ouro Preto, é possível destacar que aqueles com menor quantidade de resina, menor quantidade de aditivo nivelante, maior quantidade de carga apresentaram maiores semelhanças estéticas com a pintura tradicional a cal, sem oferecer maiores danos.

De acordo com o experimento realizado e métodos de análise empregados no Capítulo 3, é possível concluir que a tinta acrílica econômica apresentou, devido a baixa concentração de resina, uma porosidade adequada (conforme resultados do método do cachimbo) e melhor resistência às intempéries (ensaio de pulverulência e lavabilidade) quando comparada as tintas minerais. Possui aspecto menos brilhante e mais rústico quando comparada a tinta standard ou premium, cuja textura e resistência de filme são incompatíveis com os edifícios históricos. Uma variação na formulação da tinta econômica pode melhorar seu desempenho podendo oferecer futuramente ao mercado e na ausência da cal, uma tinta com características adequadas às obras de restauração. Aumentando os aditivos fungicidas (desde que

não impermeabilizem o filme) e utilizando cargas de granulometria maior e mais irregular, a tinta acrílica econômica poderá aproximar-se esteticamente à rusticidade e características técnicas das tintas minerais.

RECOMENDAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

Dada a dimensão do território brasileiro e seus diversos climas torna-se importante desenvolver uma pesquisa aprofundada sobre os principais microrganismos predominantemente presentes em cada região a fim de identificar fungicidas e bactericidas eficientes, capazes de melhorar a conservação das tintas, minimizando prejuízos ao seu aspecto, textura e porosidade.

Com relação ao tempo de exposição das tintas às intempéries, foi possível notar que um maior prazo de observação poderá trazer maiores informações já que em função da composição variada das tintas, sua degradação poderá se dar em períodos diferentes.

Para compreender melhor o desempenho das tintas, faz-se necessário ainda pesquisar e caracterizar todos os tipos de resinas utilizadas atualmente pelas fábricas, para que se tenha um mesmo parâmetro de análise com relação a sua porosidade e resistência. Avaliar ainda qualitativa e quantitativamente quais aditivos podem ser adicionados a essas resinas sem causar significativas reduções na porosidade dos filmes formados.

Tal compreensão facilitará a identificação de quais componentes das tintas atualmente disponíveis no mercado podem ser combinados de modo a gerar um produto mais resistente às intempéries, compatível com aspectos estéticos e técnicos específicos das edificações históricas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13281: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSERVADORES-RESTAURADORES DE BENS CULTURAIS. Materiais empregados em Conservação-Restauração de Bens Culturais. Rio de Janeiro: ABRACOR, 1990.

FAZENDA, Jorge M. R. (Org.). Tintas e vernizes: ciência e tecnologia. 4ª ed. São Paulo: Texto Novo, ABRAFATI, 1993. v. 1-2, 1199p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTAS. História das tintas. Disponível em:
<http://www.abrafati.com.br/bn_conteudo.asp?cod=92> Acesso em: 3 nov. 2009.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. ASTM D3359. Measuring adhesion by tape test. Philadelphia: ASTM 1987.

BERREDO, Hilton. Pinturas em edificações no século XIX. In: BERREDO, Hilton; TAVARES, Maria Anita. A cor. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal, 1990. 87 p. (Coleção Corredor Cultural).

BRANDI, Cesare. Teoria da Restauração. Apresentação por Giovanni Carbonara. Tradução de Beatriz Mugayar Kühl. 2. ed. São Paulo: Ateliê, 2005. Título original: Teoria del restauro. (Coleção Artes & ofícios ; 5)

BRITO, Vania Patrícia Santos. Influência dos revestimentos por pintura na secagem do suporte. 2009. 215f. Dissertação (mestrado em Engenharia) Faculdade de Ciências e Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2009. Disponível em:
http://run.unl.pt/bitstream/10362/2575/1/Brito_2009.pdf. Acesso em 12 out 2010.

CAMPANELLA, Christian. Obras de Conservação e Restauro Arquitectónico: Condições Técnicas Especiais. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa, 2003. página

CAMPOMAR, Marcos C. O uso de “estudo de caso” em pesquisas para dissertações e teses em administração. Revista de Administração, São Paulo, v.6, n.3, p. 95-97, jul/set. 1991. página

CANEVA, G.; NUGARI, M.P.; SALVADORI, O. La Biologia em La restauración. Hondarribia : Nerea; Sevilla : Instituto Andaluz del Patrimonio Historico, 2000. 274 p.

CARVALHO, E.T. Carta Geotécnica de Ouro Preto. 1982. 95f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Livre de Lisboa, Lisboa, 1982.

CARVALHO, Francisco José Pereira de Campos; LOPES, Claudemira Vieira Gusmão; KRIEGER, Nádia. Biodeterioração: ataque de microrganismos a monumentos históricos. Revista Ciência Hoje, São Paulo, v.34, n.200, p. 35 -39, dez. 2003.

CURY, Isabelle (org.). Cartas patrimoniais. 3. ed. rev. e aum. Rio de Janeiro: IPHAN, 2004.

CONSELHO INTERNACIONAL DE MONUMENTOS E SÍTIOS. Carta sobre o Patrimônio Vernacular Edificado. México: ICOMOS,1999. Disponível em: < www.icomos.org.br..... > Acesso em: 18 ago. 2010.

D'ALMEIDA, Sandra Moraes. Estudo de tintas imobiliárias atuais visando a preservação e restauração em edificações de interesse cultural. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Artes) – Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

DOURADO, Odete. Princípios Teóricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PRESERVAÇÃO: A ÉTICA DAS INTERVENÇÕES, 1996, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: IEPHA, 1996. p.50.

FIGUEIREDO JÚNIOR, João Cura D'Ars de. Química Aplicada à Conservação e Restauração. Ouro Preto: Curso de Conservação e Restauração de Bens Culturais da Fundação de Arte de Ouro Preto, 2004. n? f. Apostila.

FLEURY, Paul. O novo tratado usual da pintura de edifícios e decoração. Paris; Rio de Janeiro: Garnier, 1903.

FRONER, Yacy-Ara. Os domínios da memória: um estudo sobre a construção do pensamento preservacionista nos campi da Museologia, Arqueologia e Ciência da Conservação. 2001. 513 f. Tese (Doutorado em História) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo,2001.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, R. C.; ARAÚJO, L.G.; BONUCCELLI, T.; SOBREIRA, F.G. Condicionantes geotécnicos do espaço urbano de Ouro Preto/MG. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 1998, Brasília. Anais... Brasília: Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 1998 p. 363-370.

HUE, Jorge de Souza. Uma visão da arquitetura colonial no Brasil. 3. Ed. Rio de Janeiro: Agir, 1999.

KANAN, Maria Isabel Corrêa. Tecnologia de restauro arquitetônico: argamassas e tintas a base de cal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, III, 1999, Vitória. Anais... Vitória: INSTITUIÇÃO, 1999. p. 609-619.

KÜHL, Beatriz Mugayar. História e Ética na Conservação e na restauração de Monumentos Históricos. Revista da Comissão de Patrimônio Cultural da Universidade de São Paulo, São Paulo, v.1, n.1, p. 1-11, MÊS?. 2005.

LEMOS, Carlos A. Os novos partidos e os estilos do povo. In: Alvenaria Burguesa. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 205 p.

MALARD, Maria Lúcia. As aparências em arquitetura. Belo Horizonte: UFMG, 2006. 143p. (Humanitas pocket).

MOTTA, Edson; SALGADO, Maria Luiza Guimarães. Iniciação à pintura. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1976. 216p.

MOTTA, Eunice Vargas. Caracterização de Argamassas de Edificações Históricas de Santa Catarina. 2004. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

NOLASCO, Ney. Cadernos Ofícios 3: Alvenaria. Ouro Preto: FAOP, 2008.

NUNES, Laerce de Paula; LOBO, Alfredo Carlos. Pintura industrial na proteção anticorrosiva. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

OURO PRETO. Prefeitura Municipal. Coordenadoria Municipal de Defesa Civil. Índices Pluviométricos. Ouro Preto: PMOP, Jun. 2010.

PARKER, Dean H. Tecnologia de los recubrimientos de superficies. Traduzido por José Maria Jimenez Moreno. In: Enciclopedia de la Química Industrial. Universidad del Estado de Wayne. Departamento de Ingeniería Química y Metalúrgica, Detroit, Michigan. Espanha: Urmo, 1970. Tomo 7, p.19-22.

RODRIGUES, D.M.S. Condições Climáticas de Minas Gerais. Boletim Mineiro de Geografia – Ano VII, n 12. Belo Horizonte, 1966.

ROESCH, Sylvia Maria A. Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SAND, Wolfgang. Microbial mechanisms of deterioration of inorganic substrates: a general mechanistic overview. Universität Hamburg, Institut für Allgemeine Botanik und Botanischer Garten, Mikrobiologie, Ohnhorststr. 18, D-22609, Hamburg, Germany, 1998.

SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do Trabalho Científico. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SISI, Mônica Marin; CONESA, Oriol Garcia; MORAN, Francisco Azconegui. Guia Práctica de la cal y el estuco. Leon: Los ofícios, 1998. 218p.

SOUZA, Luiz Antônio Cruz; A degradação de materiais constitutivos de obras de arte : materiais pétreos e sua proteção por pinturas acrílicas e a silicato. 1991. 98 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Departamento de Química. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 1991.

SOUZA, Luiz Antônio Cruz; FRONER, Yacy-Ara. Preservação de bens patrimoniais: conceitos e critérios. Disponível em: <<http://www.patrimoniocultural.org/demu/pdf/caderno3.pdf>> Acesso em: 21 ago. 2010.

SOUZA, Luiz Antônio Cruz; FRONER, Yacy-Ara; GONÇALVES, Willi de Barros GONÇALVES. Edifícios que abrigam coleções. Disponível em <<http://www.patrimoniocultural.org/demu/pdf/caderno6.pdf>> acesso em 21 ago.2010.

TELLES, Carlos Queiroz. A indústria de tintas do Brasil: 100 anos de cor e história. São Paulo: CL-A Comunicações, 1989.

TIRELLO, Regina Andrade. O Restauro de um Mural Moderno na USP: O Afresco de Carlos Magano. São Paulo: Comissão de Patrimônio Cultural da Universidade de São Paulo, 2001. (Série Estudos: Restauro e Conservação).

TOLEDO, Benedito Lima de. Do século XVI ao início do século XIX: maneirismo, barroco e rococó. In: ZANNI, Walter (Org.). História geral da arte no Brasil. São Paulo: Instituto Walther Moreira Salles, 1983. v. 1, cap. 3, 5.

VASCONCELLOS, Sylvio. Arquitetura no Brasil: Sistemas Construtivos. 4. ed. Belo Horizonte: Universidade de Minas Gerais, 1961, p.47.

VASCONCELLOS, Sylvio. Vila Rica Formação e Desenvolvimento: residências. Rio de Janeiro: MEC, INL, 1956, p. 163.

VAUTHIER, L.L. Casas de residência no Brasil. In: Revista do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Vol.7 Rio de Janeiro, 1943, p.99-208.

VEIGA, M. Rosário; TAVARES, Martha. Características das paredes antigas. Requisitos dos revestimentos por pintura. In: ENCONTRO: A INDÚSTRIA DAS TINTAS NO INÍCIO DO SÉCULO XXI, 2002, Lisboa. Anais... Lisboa: APTETI, 2002. p.16.

VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998, 90p.

VIÑAS, Salvador Muñoz. Teoria contemporânea de la Restauración. Madrid: Síntesis, 2003.

VIOLLET-LE-DUC, Eugène Emmanuel. Restauração. Tradução de Beatriz Mugaier Kühl. São Paulo: Ateliê, 2007. 70 p. Título original: Dictionnaire de l'Architecture Française Du XV

ANEXO

Lista dos imóveis tombados pelo IEPHA, consultados para embasar a pesquisa desenvolvida no item 4.2.

Os relatórios avaliados correspondem aos seguintes bens tombados:

1. Capela de São Sebastião – Araxá;
2. Cadeia Pública – Barbacena;
3. Prédio do Antigo Senado Mineiro - atual Museu Mineiro – Belo Horizonte;
4. Arquivo Público Mineiro – Belo Horizonte;
5. Igreja Sagrado Coração de Jesus – Belo Horizonte;
6. Casa à Rua Itapecerica nº 579 – Belo Horizonte;
7. Catedral da Boa Viagem (construída entre 1913 a 1932) – Belo Horizonte;
8. Cine Teatro MetrÓpole – Belo Horizonte;
9. Conjunto arquitetônico da Pampulha – Belo Horizonte;
10. Edifício Palácio da Justiça Rodrigues Campos – Belo Horizonte;
11. Igreja São José – Belo Horizonte;
12. Palacete Dantas – Belo Horizonte;
13. Edifício do Necrotério do Cemitério do Bonfim - Belo Horizonte;
14. Conjunto paisagístico do Parque Municipal – Belo Horizonte;
15. Prédio do Antigo Conselho Deliberativo atual sede do Museu de Mineralogia prof. Djalma Guimarães;
16. Conjunto paisagístico, artístico e histórico da Fazenda da Boa Esperança - Belo Vale;
17. Capela Santa Quitéria também denominada Capela Nossa Senhora do Carmo - Catas Altas;
18. Sede da Fazenda dos Martins – Brumadinho;
19. Casa de João Pinheiro – Caeté;
20. Igreja de Santa Isabel da Hungria – Caxambu;
21. Capela de Nossa Senhora do Rosário - Chapada do Norte;
22. Capela do Senhor Bom Jesus da Lapa - Chapada do Norte;
23. Capela do Senhor dos Passos - Conceição do Mato Dentro;
24. Igreja Matriz de Nossa Senhora Aparecida - Conceição do Mato Dentro;
25. Igreja de Santo Antônio - Conceição do Mato Dentro;
26. Romarias – Congonhas;
27. Capela Nossa Senhora da Soledade – Congonhas;
28. Igreja Matriz de Santana - Congonhas do Norte;
29. Capela de Nossa Senhora da Conceição - Couto de Magalhães;
30. Igreja do Senhor Bom Jesus de Matozinhos - Couto de Magalhães;
31. Fazenda dos Macacos - Cristiano Ottoni;
32. Igreja do Santíssimo Sacramento – Jequitibá;
33. Ruínas da Igreja Bom Jesus de Matozinhos - Várzea da Palma;
34. Cemitério - Monumento aos Retirantes da Laguna- Monte Alegre de Minas;
35. Prédio e terreno do Fórum – Oliveira;
36. Serra do Ouro Branco - Ouro Branco;
37. Conjunto histórico constituído da Capela de Nossa Senhora do Rosário e do sítio Quinta do Sumidouro - Pedro Leopoldo;

38. Capela de Nossa Senhora do Rosário e Capela de Santa Efigênia – Sabará;
39. Igreja Nossa Senhora da Lapa – Sabará;
40. Capela de Nossa Senhora da Ajuda – Congonhas;
41. Basílica de Santa Luzia do Rio das Velhas - Santa Luzia;
42. Casa à Rua Direita nº 101 - Santa Luzia;
43. Mosteiro de Macaúbas - Santa Luzia;
44. Fazenda da Posse - Santana dos Montes;
45. Parque Cabangu e seu acervo - Santos Dumont;
46. Não consta nenhum momento neste número
47. Lagoa e Lapa do Semidouro, com suas inscrições rupestres;
48. Pirulito da Praça Sete - Belo Horizonte;
49. Vapor Benjamim Guimarães;
50. Não consta nenhum momento neste número;
51. Igreja Matriz de Nossa Senhora dos Prazeres – Serro - Milho Verde;
52. Igreja Matriz de São Gonçalo - São Gonçalo do Rio das Pedras.