

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Instituto de Ciências Humanas
PPG Mestrado em Memória Social e Patrimônio Cultural



Dissertação

Restauração do patrimônio cerâmico:

obtenção e análise de massas polivinílicas processadas por micro-ondas para a
recomposição de objetos cerâmicos

Veronica Coffy Bilhalba dos Santos

Pelotas, 2014.

Veronica Coffy Bilhalba dos Santos

Restauração do patrimônio cerâmico:

obtenção e análise de massas polivinílicas processadas por micro-ondas para a
recomposição de objetos cerâmicos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Memória Social e Patrimônio Cultural do Instituto de Ciências Humanas da Universidade Federal de Pelotas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Memória Social e Patrimônio Cultural.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Margarete Regina Freitas Gonçalves

Pelotas, 2014.

Veronica Coffy Bilhalba dos Santos

Restauração do patrimônio cerâmico:
obtenção e análise de massas polivinílicas processadas por micro-ondas para a
recomposição de objetos cerâmicos

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em
Memória Social e Patrimônio Cultural do Programa de Pós-Graduação em Memória
Social e Patrimônio Cultural do Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal
de Pelotas.

Data da Defesa: 31/03/2014.

Banca examinadora:

.....
Prof^a. Dr^a. Margarete Regina de Freitas Gonçalves (Orientadora).
Doutora em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais pela Universidade
Federal do Rio Grande do Sul.

.....
Prof. Dr. Jaime Mujica Sallés.
Doutor em Ciências do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

.....
Prof.Dr. Carlos Alberto Ávila dos Santos
Doutor em Arquitetura e Urbanismo na área de Conservação e Restauro pe...
Universidade Federal da Bahia.

Para vocês: meus pais, irmãos, esposo e filhos.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Margarete Regina de Freitas Gonçalves: por sua dedicada orientação e apoio nos momentos difíceis.

Aos professores Dr. Carlos Alberto Ávila dos Santos e Dr. Jaime Mujica Sallés, por suas contribuições valiosas à construção desse trabalho.

Aos bolsistas da Engenharia de Materiais que executaram as análises instrumentais – trabalho fundamental à finalização desse projeto. Obrigada Edilson, Gian, Bruno e Oscar: aprendi muito com todos vocês!

À todos os colegas da Pós-Graduação, mas em especial à Karen Velleda Caldas e Cristina Jeannes Rozisky pelos diálogos acadêmicos acalorados, sonhos de vida divididos, ensinamentos e “desencaminhamentos”.

Expresso um agradecimento especial a Sr^a. Elisa Quincozes Velleda pela disponibilização dos objetos cerâmicos envolvidos na prática experimental desse estudo.

Agradeço, também, ao colega conservador-restaurador Agesilau Neiva Almada (graduado na UFMG) pelo compartilhamento de referências bibliográficas e de esclarecimentos sobre a técnica mexicana de restauração cerâmica.

Aos amigos Fabio Galli e Ricardo Jaeckel pelo auxílio, incentivo e momentos descontração.

À minha mãe, que me ensina a cada minuto a ter força e coragem.

Ao meu pai e irmãos pela torcida nessa caminhada.

Aos meus filhos pela preocupação, compreensão e amor: obrigada por existirem!

Ao “marido”, companheiro, amigo e meu amor: agradeço o incentivo e apoio total nessa empreitada. Agradeço também o aconchego, o carinho, os conselhos, os sinônimos e tua generosidade quando os obstáculos pareciam intransponíveis. João Jefersson, obrigada por me entregar certezas quando as dúvidas pareciam confundir – nisso tudo, tu és o mestre! Amo-te por tudo isso e muito mais!

Entre nosotros hay, por supuesto, muchos profesionales conscientes que, pese a las resistencias del exterior, se atreven a cuestionar, analizar y proponer opciones, rompiendo así el anquilosamiento y el hábito, y dan carácter de ciencia y de arte a esta profesión, que sólo así podrá mejorar y ser verdaderamente útil. Nuestra tarea es formar a muchos más de éstos.
(VARGAS, 2010, p.50).

Resumo

SANTOS, Veronica Coffy Bilhalba. **Restauração do patrimônio cerâmico:** obtenção e análise de massas polivinílicas processadas por micro-ondas para a recomposição de objetos cerâmicos. 2014. 147f. Dissertação (Mestrado em Memória Social e Patrimônio Cultural) – Programa de Pós-Graduação em Memória Social e Patrimônio Cultural, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

O presente trabalho apresenta um método alternativo para a restauração de cerâmicas que, se comparado às outras práticas desenvolvidas na atualidade, promete facilidades à etapa de recomposição estrutural. Trata-se de um produto composto de materiais geralmente mencionados na literatura do restauro, tais como cargas minerais e emulsão de *poliacetato de vinil* (PVA), que é processado por radiação em um forno de micro-ondas convencional. A massa polivinílica proposta foi idealizada a partir da composição de massas cerâmicas de dois objetos escolhidos para o estudo de restauro. Os objetivos principais da pesquisa foram analisar o desempenho técnico do material experimental, durante e depois do trabalho de restauração, e de verificar o efeito das micro-ondas nas misturas polivinílicas, uma vez que o compósito adesivo é descrito na literatura como material suscetível à (foto) oxidação e acidificação quando submetido à energia calorífera ou fonte de irradiação. Dentro dessa perspectiva, a etapa experimental envolveu o acompanhamento de amostras durante sua secagem e em embalagem plástica, ensaios de aplicação das massas, testes de revestimento e de remoção, exames de caracterização por microscopia óptica (MO), microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectrometria de energia dispersiva de raios X (EDX), ensaios de reometria (ensaio de flexão), termogravimetria (TGA e D-TGA) e espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR). Os testes práticos demonstraram que o material experimental corresponde aos princípios práticos da restauração contemporânea, já que é de fácil produção, aplicação, remoção, distinguibilidade, além de ser adaptável à composição dos objetos em restauro. As análises instrumentais indicaram qualidades físicas e estabilidade para as massas polivinílicas irradiadas. Apesar dos resultados promissores, a pesquisa não oferece parecer conclusivo, uma vez que o material experimental não pôde ser submetido ao ensaio de envelhecimento acelerado.

Palavras-chave: patrimônio cerâmico; restauração cerâmica; massa polivinílica irradiada, desidratação por micro-ondas.

Abstract

SANTOS, Veronica Coffy Bilhalba. **Restoration of the ceramic heritage:** obtainment and analysis of polyvinyl masses processed by microwave for recomposition of ceramic objects. 2014. 147f. Dissertation (Master Degree em Memória Social e Patrimônio Cultural) - Programa de Pós-Graduação em Memória Social e Patrimônio Cultural, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

This work presents an alternative method for the ceramics restoration that, compared to other practices developed nowadays, promises facilities for structural rearrangement step. It is a product composed of materials generally mentioned in the restoration literature, such as mineral fillers and emulsion of Polyvinyl Acetate (PVA), which is processed by radiation in a conventional microwave oven. The mass polyvinyl proposal was designed from the composition of ceramic masses of two objects chosen for the study of restoration. The main objectives of the research were to analyze the technique, the special performance of the experimental material, during and after the restoration work, and check the effect of microwave on polyvinyl mixtures, since the adhesive composite is described in the literature as the material susceptible to the photo-oxidation and acidification when subjected to the calorific energy or radiation source. Within this perspective, experimental step involved the monitoring of samples during drying and plastic packaging, application essays masses, coating and removal tests, exams characterization by optical microscopy (OM), scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive spectrometry X-ray (EDX), mechanical rheometry (bending test), thermogravimetry (TGA and D-TGA) and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). The practical tests demonstrated that the experimental material corresponds to practice principles of contemporary restoration, since it is easy to produce, application, removal, distinctiveness, and is adaptable to restore composition of objects. Instrumental analyzes indicated physical qualities and stability for the polyvinyl masses irradiated. Despite the promising results, the research does not provide conclusive, since the experimental material could not be subjected to the accelerated aging test.

Keywords: ceramic heritage; ceramic restoration; irradiated polyvinyl mass dehydration by microwave.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Fotografia de fragmentos cerâmicos pré-históricos..... | 31 |
| Figura 2 – Fotografias de cerâmicas gregas. | 32 |
| Figura 3 – Fotografia de uma cerâmica chinesa (grés), séc. VII – X..... | 33 |
| Figura 4 – Fotografias de porcelanas chinesas, séc. XVI – XVIII..... | 34 |
| Figura 5 – Fotografias de faianças portuguesas. | 35 |
| Figura 6 – Fotografias de cerâmicas arqueológicas brasileiras..... | 37 |
| Figura 7 – Fotografias de cerâmicas associadas à imaginária sacra colonial. | 39 |
| Figura 8 – Fotografia de uma cerâmica popular brasileira, séc. XX.. | 39 |
| Figura 9 – Fotografias de cerâmicas utilitárias brasileiras (séc. XVIII – XIX).. | 41 |
| Figura 10 – Fotografia de uma faiança produzida no Brasil no século XIX.. | 42 |
| Figura 11 – Fotografia de cerâmica estrangeira estudada no Brasil. | 43 |
| Figura 12 – Fotografia de uma cerâmica artística contemporânea.. | 43 |
| Figura 13 – Desenho esquemático do corpo cerâmico refratário..... | 49 |
| Figura 14 – Desenho esquemático do corpo cerâmico vitrificado.. | 50 |
| Figura 15 – Fotografia representando os métodos de restauração da Antiguidade.. | 56 |
| Figura 16 – Fotografias das etapas de uma restauração com estuque lipídico..... | 59 |
| Figura 17 – Fotografias das etapas de uma restauração com estuque de gesso. | 62 |
| Figura 18 – Fotografia da etapa de nivelamento do estuque de gesso..... | 62 |
| Figura 19 – Fotografia de uma reintegração com estuque epoxídico..... | 65 |
| Figura 20 – Fotografia de uma restauração com argila natural + cola PVA. | 66 |
| Figura 21 – Fotografia representando a restauração com as pastas mexicanas..... | 68 |
| Figura 22 – Fotografias das peças cerâmicas envolvidas no estudo.. | 72 |
| Figura 23 – Micrografias dos fragmentos cerâmicos, obtidas por MEV. | 73 |
| Figura 24 – Gráfico da relação sólidos-líquido da emulsão PVA estudada..... | 75 |
| Figura 25 – Fórmula estrutural do <i>poliacetato de vinil</i> | 77 |
| Figura 26 – Representação esquemática da micromorfologia do filme PVA. | 79 |
| Figura 27 – Representação esquemática do espectro eletromagnético..... | 83 |
| Figura 28 – Fotografia das massas polivinílicas embaladas.. | 86 |
| Figura 29 – Gráficos do percentual de compósitos da amostra F2.. | 87 |
| Figura 30 – Gráficos do percentual de compósitos da amostra P2.. | 87 |
| Figura 31 – Fotografias representando a remoção de excessos..... | 91 |

| | |
|---|-----|
| Figura 32 – Fotografias representando a colagem de fragmentos.. | 92 |
| Figura 33 – Fotografias representando o preenchimento de lacunas.. | 92 |
| Figura 34 – Fotografia representando aditivos espessos..... | 93 |
| Figura 35 – Macrofotografias representando a boa aderência da massa branca..... | 93 |
| Figura 36 – Micrografias representando a boa aderência da massa colorida. | 94 |
| Figura 37 – Fotografias representando a fácil detecção da intervenção no vaso em faiança..... | 94 |
| Figura 38 – Fotografias representando a fácil detecção da intervenção no <i>cachepot</i> de porcelana..... | 95 |
| Figura 39 – Fotografias apontando alterações físicas durante a secagem. | 96 |
| Figura 40 – Fotografias da instrumentalização do ensaio de solubilidade.. | 98 |
| Figura 41 – Aparência das amostras após o teste de solubilidade.. | 98 |
| Figura 42 – Fotografia do ensaio de remoção dos aditivos por solvência..... | 99 |
| Figura 43 – fotografias do ensaio de aplicação de revestimentos. | 102 |
| Figura 44 – Fotografias dos tipos de acabamento escolhidos..... | 103 |
| Figura 45 – Detalhe dos filmes PVA..... | 104 |
| Figura 46 – Micrografias dos filmes PVA não irradiados e irradiados.. | 106 |
| Figura 47 – Fotografias das amostras irradiadas e não irradiadas..... | 106 |
| Figura 48 – Micrografias do substrato polivinílico colorido.. | 108 |
| Figura 49 – Micrografia do substrato polivinílico branco..... | 109 |
| Figura 50 – Gráfico TGA da massa polivinílica.. | 110 |
| Figura 51 – Gráfico D-TGA da massa polivinílica..... | 111 |
| Figura 52 – Gráfico TGA do material polivinílico sólido.. | 112 |
| Figura 53 – Representação esquemática do esforço à flexão..... | 113 |
| Figura 54 – Esquema da correlação de grupos funcionais orgânicos no espectro Mid- IV..... | 113 |
| Figura 55 – Espectro infravermelho das massas polivinílicas.. | 115 |

Lista de tabelas

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 – Classificação tipológica da cerâmica..... | 45 |
| Tabela 2 – Principais compostos argilosos. | 47 |
| Tabela 3 – Principais efeitos de degradação das cerâmicas..... | 53 |
| Tabela 4 – Composição química das cerâmicas a serem reconstituídas. | 74 |
| Tabela 5 – Comparação do processamento variando a potência de irradiação..... | 88 |
| Tabela 6 – Alterações físicas em estruturas de maior extensão. | 96 |
| Tabela 7 – Avaliação das possibilidades de remoção das massas polivinílicas..... | 98 |
| Tabela 8 – Comparação entre os efeitos residuais dos métodos de remoção. | 100 |
| Tabela 9 – Comparação entre os filmes PVA: material não irradiado e irradiado. .. | 104 |
| Tabela 10 – Comparação entre as amostras irradiadas e não irradiadas. | 107 |

Lista de abreviaturas

| | |
|--------------------------------|---|
| IPHAN | Patrimônio Histórico Artístico Nacional |
| IBRAM | Instituto Brasileiro de Museus |
| LIC | Leis de Incentivo à Cultura |
| MAE/UFBA | Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade da Bahia |
| VAM | Monômero de <i>acetato de vinil</i> ; composto sintético. |
| PVA | <i>Poliacetato de vinil</i> ; resina produzida a partir do VAM. |
| Emulsão PVA | Cola branca produzida a partir da resina PVA. |
| PVC | <i>Policloreto de vinil</i> ; resina sintética. |
| CaCO ₃ | <i>Carbonato de cálcio</i> . |
| SiO ₂ | <i>Dióxido de silício</i> ; sílica. |
| Fe ₂ O ₃ | Óxido de ferro vermelho |
| FeOOH | Óxido de ferro amarelo |
| MEV | Microscopia eletrônica de varredura |
| EDX | Espectrometria de energia dispersiva de raios-X |
| MO | Microscopia ótica |
| TGA | Termogravimetria |
| D-TGA | Termogravimetria derivada |
| t_g | Parâmetro de temperatura |
| P_v | Ponto de vitrificação |
| P_f | Ponto de fusão |
| P_e | Ponto de ebulição |
| Mw_{pol} | Massa molecular do polímero |
| g | Massa |
| T | Temperatura |
| t | tempo |

Sumário

| | | |
|----------|--|----|
| 1. | Introdução..... | 15 |
| 2. | Patrimônio e restauro | 18 |
| 2.1. | A problemática da preservação patrimonial | 18 |
| 2.2. | A evolução da doutrina do restauro | 21 |
| 2.3. | A atividade de restauração no contexto brasileiro..... | 26 |
| 3. | A arte cerâmica..... | 30 |
| 3.1. | Cerâmicas utilitárias e decorativas: origem e trajetória | 30 |
| 3.2. | A diversidade da cerâmica no Brasil | 37 |
| 3.3. | Classificação tipológica da cerâmica | 44 |
| 3.4. | Características físico-químicas das cerâmicas | 46 |
| 3.5. | Degradação das cerâmicas | 50 |
| 3.5.1. | Fatores endógenos de degradação | 51 |
| 3.5.2. | Fatores de degradação exógenos..... | 51 |
| 4. | Restauração cerâmica | 54 |
| 4.1. | Evolução das práticas de restauração cerâmica..... | 55 |
| 4.2. | Pastas de preenchimento obsoletas | 58 |
| 4.3. | Pastas de preenchimento contemporâneas | 60 |
| 4.3.1. | Estuques gessos..... | 61 |
| 4.3.2. | Pastas de preenchimento alternativas | 64 |
| 4.3.2.1. | Estuque epoxídico..... | 64 |
| 4.3.2.2. | Argilas polivinílicas..... | 66 |
| 5. | Estudo experimental: Argila polivinílica irradiada | 70 |
| 5.1. | Idealização do método | 70 |
| 5.2. | Elaboração da composição | 72 |
| 5.2.1. | Noções químico-físicas sobre emulsões PVA | 76 |
| 5.3. | Estudo da radiação emitida por um forno de micro-ondas | 82 |
| 5.4. | Elaboração da receita padrão das massas polivinílicas..... | 84 |
| 5.5. | Preparação das amostras..... | 89 |
| 5.6. | Utilização prática do material experimental..... | 90 |
| 5.6.1. | Teste de aplicação..... | 90 |
| 5.6.2. | Teste de aplicação em grandes extensões | 95 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 5.6.3. | Ensaios de remoção..... | 97 |
| 5.6.4. | Ensaios de acabamento e de revestimento | 101 |
| 5.7. | Análise do efeito da radiação no material experimental..... | 103 |
| 5.7.1. | Comparação visual de amostras irradiadas e não irradiadas | 103 |
| 5.7.2. | Ensaios analíticos instrumentais..... | 109 |
| 5.7.2.1. | Termogravimetria | 109 |
| 5.7.2.2. | Reometria..... | 112 |
| 5.7.2.3. | Exame de FTIR..... | 113 |
| 6. | Considerações Finais | 117 |
| | Referências bibliográficas..... | 121 |
| | Apêndices | 131 |
| | Anexos | 139 |

1. Introdução

O patrimônio cerâmico preservado nos acervos brasileiros é tipologicamente variado e apresenta causas e efeitos de degradação diversos. Muitas vezes os objetos encontram-se fragmentados e necessitam de restauração, especialmente quando os interesses relacionados à preservação cultural envolvem o estudo das formas originais ou a exposição dos artefatos cerâmicos.

No entanto, o restauro cerâmico não parece motivar estudos mais consistentes relacionados aos materiais e métodos de intervenção, como acontece com outras tipologias de bens culturais. Nessa direção, é preciso questionar se a falta de pesquisas circunscritas nessa temática não favorece o continuísmo de práticas que adquiriram credibilidade ao longo do tempo, para as quais não se discute a dificuldade, tampouco se comprova quais são os reais benefícios à preservação dos objetos cerâmicos.

A literatura técnica que aborda a recomposição de cerâmicas é escassa e se ocupa em divulgar orientações gerais de intervenção, que se apresentam muitas vezes dissociadas do conhecimento técnico interdisciplinar acumulado a partir dos últimos anos do século XX e da teoria contemporânea da restauração. Para verificar essa questão, basta observar que as recomendações da manualística envolvem o uso diversificado e concomitante de materiais, para os quais a interação ainda não é explicada: os adesivos nitrocelulósicos e resinas modernas (vinílicas, acrílicas e epoxídicas) estão prescritos para a colagem de fragmentos e os estuques gessos comerciais ou artesanais para o preenchimento de fissuras e modelagem de zonas perdidas. Alguns desses produtos são de complicada aquisição no Brasil, outros apresentam manuseio e remoção difíceis, são tóxicos, poluentes, ou podem reagir com o suporte cerâmico.

Os problemas relacionados aos materiais de restauração preocupam quando se observa a situação de muitos acervos nacionais que vivem em um cenário carente de verbas, de infra-estrutura e de pessoal qualificado para solucionar as demandas de restauração. Desse modo, é importante observar que os padrões brasileiros de preservação exigem tratamentos curativos e restaurativos de baixo custo, simples manejo, fácil aplicação, mínima toxicidade e que respondam de maneira eficaz e adequada aos problemas particulares de cada objeto e acervo.

A presente pesquisa de mestrado responde às necessidades brasileiras apresentando um método alternativo para a restauração de cerâmicas que, se comparado às outras práticas desenvolvidas na atualidade, promete facilidades à etapa de recomposição estrutural. Trata-se de um produto composto de materiais geralmente mencionados na literatura do restauro – cargas minerais e emulsão de *poliacetato de vinil* (PVA) – que é processado em um forno micro-ondas convencional. As micro-ondas permitem ajustar a plasticidade da substância inicial por *desidratação*, ao contrário de outras massas de preenchimento que geralmente são acrescidas de sólidos ou de líquidos. O resultado é uma massa adesiva (argila polivinílica) de evidentes vantagens na sua aplicação e que parece corresponder às instruções teóricas vigentes.

O uso científico da irradiação micro-ondas é um campo em expansão na atualidade que busca praticidade e eficiência para conformar materiais. Isso é visível principalmente em estudos ligados à engenharia de materiais cerâmicos e poliméricos, porém, a mesma tecnologia já vem sendo testada na restauração de bens culturais. Entre os exemplos de pesquisa ligados à restauração cerâmica, destaca-se a sinterização de uma argila polimérica a base de resina *policloreto de vinil* (PVC) para produzir encaixes lacunares desmontáveis. Assim, considera-se o estudo do processamento de argilas poliméricas por micro-ondas um campo de pesquisa bastante promissor e que parece não ter referências no Brasil.

Apesar da similaridade com a argila à base de resina PVC, a massa polivinílica estudada envolve um método de intervenção diferenciado: o material serve à aplicação direta e produz aditamentos permanentes que secam naturalmente. Desse modo, a fase prática do trabalho de pesquisa descreve o preparo e destaca o desempenho técnico do produto experimental durante e depois do trabalho de restauração. Nesses aspectos, o estudo pretende demonstrar que a massa polivinílica é de fácil produção, aplicação, remoção, distinguibilidade, além de ser adaptável à composição dos objetos em restauro.

Por outro lado, a meta mais importante desta investigação envolve a verificação dos efeitos da radiação nas substâncias preparadas, uma vez que o compósito adesivo – a emulsão PVA – é descrito na literatura como material suscetível à (foto) oxidação e acidificação quando submetido à energia calorífera ou fonte de irradiação. Frente a essa questão, tem-se por hipótese que o adesivo envolvido nos experimentos permanece no sistema com suas propriedades

inalteradas, já que a ficha técnica do fabricante indica a aplicação quente desse material. Além disso, a resina PVA está classificada como material termoplástico, ou seja, suporta certos níveis elevados de temperatura sem sofrer alterações nocivas conforme se esclarece no estudo. Não obstante, as micro-ondas são conhecidas pela sua incapacidade de fotoionizar as moléculas e, portanto, em teoria a irradiação não provoca deterioração química da matriz polimérica. Nessa direção, os resultados das análises instrumentais de microscopia ótica, termogravimetria, reometria e espectrometria de infravermelha transformada de Fourier indicam resistência e estabilidade para as massas polivinílicas irradiadas.

Apesar dos resultados profícuos, a pesquisa não oferece parecer conclusivo, uma vez que o material experimental não pôde ser submetido ao ensaio de envelhecimento acelerado. Desse modo, a durabilidade do novo material de restauração fica em aberto para que em outra oportunidade este seja o ponto central e de continuidade dessa investigação.

O desenvolvimento do presente trabalho se estruturou em quatro capítulos. No primeiro capítulo foram apresentados os fundamentos teóricos ligados à área da restauração para provocar uma reflexão sobre a realidade desse campo de trabalho no Brasil. O segundo capítulo estudou-se a importância e a diversidade do patrimônio cerâmico sob uma perspectiva histórica e depois buscou-se informações técnicas para introduzir as principais causas e efeitos de degradação nesta tipologia de objeto. O terceiro capítulo deteve-se na restauração cerâmica, oferecendo especialmente uma apreciação geral sobre os métodos de recomposição estrutural desenvolvidos na atualidade. O quarto capítulo esclareceu a idealização das massas polivinílicas irradiadas e dedicou-se à prática experimental da pesquisa, reunindo os ensaios de preparação das substâncias, testes e análises sobre o desempenho técnico do material experimental.

2. Patrimônio e restauro

2.1. A problemática da preservação patrimonial

Para Castriota (2009), a articulação de valores sempre foi, e ainda é, o ponto de referência para eleger, classificar e conservar o patrimônio coletivo de um determinado grupo social. O autor lembra que, embora a prática de conservação tenha origem remota, a noção de preservação patrimonial é moderna e Ocidental: surgiu na França, durante a Revolução Francesa, nos fins do séc. XVIII. Para salvar os monumentos distribuídos pelo território francês das destruições iconoclastas desse período, o governo revolucionário nacionalizou as riquezas do Clero, da Coroa e dos emigrados, criou os museus e instituiu o modelo de inventário para classificar as obras que julgaram interessantes de preservar. Em decorrência desses fatos – mais especificamente pela atribuição de valores¹ e interesses econômicos envolvidos nesse contexto – os monumentos passaram a representar o patrimônio coletivo da França, cuja função não seria mais rememorar os fatos do passado, mas simbolizar o prestígio da nação francesa (CHOAY, 2006).

Em função do intenso intercâmbio sociocultural promovido pela Revolução Industrial, todo o aparato teórico, metodológico e institucional adotado nas políticas de preservação francesas serviu de modelo a outras nações. Todavia, enquanto a legislação patrimonial francesa² concedia privilégios de preservação somente às obras clássicas (CHOAY, 2006), outros países desejaram evitar as demolições ou descaracterizações em igrejas góticas, ruínas e documentos antigos³. Logo, houve necessidade de reconfigurar a sistemática existente para incluir critérios de conservação específicos a esses bens patrimoniais.

Este tema foi motivo para a publicação d' *O culto moderno aos monumentos* de autoria de Aloïs Riegl⁴ (RIEGL, 1902; trad. LÓPEZ, 2008). No texto o autor estuda o modo de preservação de várias épocas e observa que as medidas de

¹ Histórico (especialmente) e artístico, entre outros valores cognitivos.

² Faz-se importante observar que a legislação patrimonial francesa foi instituída somente nos fins do século XIX.

³ Interesse que refletia o pensamento iluminista (CASTRIOTA, 2009, p. 63).

⁴ Escritor, professor, conservador e historiador de arte austríaco (1858-1905). A referida publicação constitui os fundamentos teóricos que seriam empregados na reorganização da legislação de conservação dos monumentos austríacos, sob a responsabilidade do autor quando o mesmo presidia a Comissão de Monumentos Históricos da Áustria.

proteção do patrimônio surgiam como um reflexo de épocas precedentes, após um vácuo de assimilação dos valores que lhes são atribuídos. Segundo Sanches (2011), no desejo de antecipar a proteção das obras góticas austríacas já valorizadas no universo coletivo e fundamentar seu argumento, Riegl estruturou os valores do início do século XX e constatou que as classes sociais demonstravam interesses simultâneos e opostos sobre os monumentos. Para explicar essa questão o autor separou os valores de atribuição em duas categorias principais: os valores de rememoração (antiguidade, histórico e não intencional) e os de contemporaneidade (uso e artístico). A partir disso, é possível verificar a concorrência de interesses sobre o patrimônio – entre pessoas instruídas (estudiosos, Estado e Igreja) e da sociedade em geral (usuários, leigos e proprietários) – que, por consequência, constitui a problemática da preservação moderna.

O equilíbrio entre os valores coletivos e as medidas de conservação do patrimônio parece ter sido o objetivo da preservação patrimonial durante todo o século XX e tornou-se o principal desafio do século XXI. É possível verificar os esforços nesse sentido ao analisar as Cartas Patrimoniais internacionais (1931-2010), nas quais se pode perceber também a evolução da noção de patrimônio durante sua fase de modernização e universalização⁵. Alguns desses documentos estão diretamente relacionados ao tema proposto nesse trabalho de pesquisa: a Carta de Veneza (ICOMOS, 1964), que distingue as práticas de conservação e restauração, lhes definindo como atividades interdisciplinares e baseadas no juízo crítico; a Carta de Restauro (MIP/ITÁLIA, 1972), que basicamente sistematiza os protocolos técnico-científicos da restauração moderna; a Carta de Burra (ICOMOS, 1980), que reforça o significado do termo preservação e consolida a separação das práticas de conservação e de restauração; a Carta do México (ICOMOS, 1985), a Conferência de Nara⁶ (UNESCO, 1994) e a Recomendação de Paris (UNESCO,

⁵ A maior parte dessas publicações surge intermediada pela UNESCO (desde 1945) e/ou outras organizações não governamentais, tais como Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS), Conselho Internacional dos Museus (ICOM) e Centro Internacional para o Estudo da Preservação e Restauração dos Bens (ICCROM). De uma maneira geral, os referidos documentos são recomendações para tentar minimizar a ocorrência de destruições, descaracterizações e descontextualizações do patrimônio coletivo.

⁶ Esse documento consolidou a flexibilização do conceito de autenticidade a partir de diferentes noções culturais. Antes disso, compreendia-se autenticidade como uma característica relacionada à originalidade e antiguidade do objeto, associada somente aos aspectos formais e materiais dos bens artísticos. Atualmente, compreende-se a autenticidade como uma qualidade que envolve também o conteúdo simbólico dos bens artísticos.

2003) que em conjunto assinalaram a diversidade cultural humana e apresentaram a mais recente noção de patrimônio:

O patrimônio cultural de um povo compreende [...] **as obras materiais e não materiais** que expressam a criatividade desse povo: a língua, os ritos, as crenças, os lugares e monumentos históricos, a cultura, as obras de arte e os arquivos e bibliotecas (ICOMOS, 1985) [grifo nosso].

Entende-se por patrimônio cultural imaterial as práticas, representações, expressões, conhecimentos e técnicas - **junto com os instrumentos, objetos, artefatos** e lugares culturais que lhes são associados - que as comunidades, os grupos e, em alguns casos, os indivíduos reconhecem como parte integrante de seu patrimônio cultural [e transmitem] de geração em geração [...] (UNESCO, 2003) [grifo nosso].

Portanto, ao final do século XX, o escopo patrimonial adquiriu contornos ainda mais amplos, já que certos legados culturais – antes negados à História por uma predileção ao passado hegemônico – alcançaram o *status* de bem cultural (PELEGRINI, 2009). Não obstante, os bens patrimoniais passaram a ser vistos como evidências materiais e imateriais dos traços de identidade coletiva (classes sociais e gerações) de um determinado contexto espaço-tempo. Dessa maneira, os bens tangíveis tornaram-se suportes de informação cultural e, através disso, os problemas relacionados à preservação patrimonial foram potencializados:

Implementadas tradicionalmente pelos estados, as políticas de preservação trabalham com a dialética lembrar-esquecer: para se criar uma memória, privilegiam-se certos aspectos em detrimento de outros, iluminam-se certos aspectos da história, enquanto outros permanecem na obscuridade (CASTRIOTA, 2009, p. 39).

Parece evidente a dissociação entre as políticas públicas vigentes e a ideologia de preservação contemporânea, as quais carecem de critérios democráticos e sustentáveis para a manutenção de todos os bens culturais. Exatamente por isso ressurgiu, no final do século XX, o interesse pelos ensinamentos de Riegl (SANCHEZ, 2011): pela necessidade de buscar equilíbrio no processo de patrimonialização e de discutir novas diretrizes para o campo patrimonial.

Como parte desse processo e na pretensão de atender as expectativas que surgiram junto às novas noções teóricas, a área técnica da restauração acabou por se dividir em diversas frentes de trabalho nos últimos anos do século XX, como será descrito na sequência.

2.2. A evolução da doutrina do restauro

De uma maneira muito sintética e despretensiosa, é possível dizer que a prática da restauração se divide em duas correntes de trabalho antagônicas: o intervencionismo (restauração), que por razões práticas ou preferências estéticas busca a unidade artística e a revitalização do objeto através de adaptações (subtrações e/ou aditamentos⁷); e o anti-intervencionismo (conservação), que propõe manter os artefatos inalterados por valorizá-los como documentos históricos⁸.

No período oitocentista, a manutenção dos edifícios históricos resumia-se a essas duas abordagens puristas, que ficaram eternizadas nas figuras de Eugène Viollet-Le-Duc⁹ e John Ruskin¹⁰ (CHOAY, 2006). Na passagem do século XIX para o XX, a doutrina da restauração afastou-se desses extremos ao adotar o equilíbrio entre as instâncias estéticas e históricas dos monumentos que conjugam as reflexões de Camillo Boito¹¹ e Aloïs Riegl¹².

Entretanto, na prática, essa transição só foi percebida após findar a Segunda Guerra Mundial (1945). Conforme Kühn (2010), as práticas de intervenção afiliadas à teoria ruskiana – o chamado *restauro filológico*¹³ – foram superadas pela corrente do *restauro crítico* em função das destruições provocadas pela guerra. Para Kühn, o restauro filológico preconizava pelos complementos neutros para distinguir a intervenção do original e, nisso, mostrava-se evidentemente limitado e insuficiente para basear a recuperação dos edifícios histórico-artísticos danificados. O restauro crítico, por sua vez, tendo como referências teóricas Boito e Riegl, trouxe uma postura inovadora ao considerar o monumento histórico como obra de arte, para o qual os aspectos documentais e formais são igualmente importantes no momento da restauração.

⁷ O termo aditamento refere-se a toda e qualquer parte que não pertence ao corpo original do objeto.

⁸ Os conceitos resumem as noções introduzidas na Carta de Veneza e de Burra (ICOMOS, 1964 e 1980).

⁹ Arquiteto e restaurador francês (1814-1879). Viollet-Le-Duc (2006) contribuiu com a teoria moderna de restauração apontando a importância de um estudo detalhado da obra em restauro.

¹⁰ Escritor e crítico de arte inglês (1819-1900). Ruskin (2006) marcou a oposição às práticas de restauração, esclarecendo a relevância histórica dos monumentos.

¹¹ Arquiteto, crítico e historiador de arte italiano (1834-1914). Boito (2008) elaborou princípios moderados para a teoria da restauração, que estão entre as ações invasivas (intervencionismo) e a negligência da conservação integral (anti-intervencionismo).

¹² Como já citado anteriormente, esse teórico organiza os valores rememorativos e contemporâneos e, através disso, contribuiu para legitimar a prática do restauro para fins de preservação.

¹³ Corrente da restauração que dá ênfase ao valor documental da obra, destacando a importância do objeto enquanto testemunho e documento histórico.

Logo, a nova concepção foi divulgada para a área técnica através da publicação da Teoria da Restauração (1963), de Cesare Brandi¹⁴ (2004), e das Cartas de Veneza e do Restauro (ICOMOS, 1964; MIP/ITÁLIA, 1972). Após esses progressos no campo ideológico, a práxis da restauração ficou identificada como corrente do *restauro científico*, passando a exigir uma postura crítica e interdisciplinar no momento da intervenção. Na tentativa de afastar a intuição da ação profissional, foram instruídos os seguintes princípios práticos: a mínima intervenção, o estudo prévio detalhado (pesquisa histórica e análises científicas), a distinguibilidade sem prejuízo ao conjunto (formal e estilístico), documentação minuciosa, respeito à autenticidade da obra, compatibilidade entre o original e a intervenção, assim como a reversibilidade de materiais.

O extremismo com que as regras práticas da restauração foram tomadas por alguns agentes culturais, motivou o surgimento de um movimento reacional ao restauro científico nos fins do século XX (MUÑOZ-VIÑAS, 2010). Por um lado tomou-se consciência de que havia necessidade de flexibilizar os padrões de conduta para resolver os problemas relacionados à preservação moderna; por outro, algumas abordagens de restauro pareciam prejudicar a autenticidade dos objetos patrimoniais (KÜHL, 2010, p. 300).

É possível dizer que as críticas iniciais surgiram como denúncias da própria classe da restauração que, ao apresentar as minúcias de sua atividade e reivindicar algumas necessidades básicas para desenvolvê-la, acabaram por expor as carências das instituições públicas. De fato, os cofres públicos geralmente limitam as verbas para as intervenções no patrimônio e isso se reflete na pouca amplitude do restauro científico dentro da preservação moderna. Por consequência, assistiu-se a multiplicação de práticas de restauro inovadoras¹⁵ que, afastadas dos conceitos fundamentalistas firmados nos documentos do ICOMOS (1964 e 1980), reforçaram o discurso conservacionista por volta da década de 1990.

As críticas relacionadas à prática da restauração dos fins do século XX não tem uma sequência cronológica bem definida, mas foram publicadas em artigos,

¹⁴ Crítico e historiador de arte italiano (1906-1988), que organizou as bases filosóficas da restauração moderna.

¹⁵ As abordagens alternativas adotaram uma terminologia informal para destacar seus objetivos éticos. Como exemplos, citam-se: duas vertentes do restauro que surgiram na Itália – a *hipermanutenção* e a *posição central* (CARBONARA, 1997; MIARELLI MARIANI, 2000; apud. KÜHL, 2006) – e os termos *conservação interventiva*, *conservação reparadora* (ou *direta*, ou *ainda ativa*), *manutenção*, *estabilização*, entre outros (ICOM-CC, 2008, trad. BOLETIM..., 2010).

conferências, na *internet*, dentre outras formas de divulgação, intensificando-se gradativamente quando os valores intangíveis tornaram-se o fundamento básico da preservação cultural (UNESCO, 1994; UNESCO, 2003). A recente publicação da *Teoría contemporánea de la Restauración* (2010), de Salvador Muñoz Viñas¹⁶, deu um sentido orgânico a essas críticas que, de certa maneira, reformularam alguns conceitos e noções teórico-técnicas ligadas à atividade tradicional do restauro¹⁷. Nesse aspecto, tomam forma de “teoria contemporânea”, ao qual o título do livro faz referência.

De acordo com Muñoz-Viñas (2010), a doutrina contemporânea apresenta um pensamento disforme, ainda em fase de expansão e demonstra clara oposição às concepções objetivas e aos conceitos de verdade das “teorias clássicas”, especialmente no que se refere à autenticidade dos objetos patrimoniais. Tal oposição parece ficar mais clara quando o autor passa a analisar os valores dos objetos de preservação, todos eles subjetivos e relativos aos sujeitos que mantêm relações com o universo patrimonial. Para Muñoz-Viñas, são os sujeitos que conferem valor aos objetos, que interpretam os eixos simbólicos e que tomam decisões sobre como conservar determinado bem cultural. Tal pensamento parece se afirmar nos ensinamentos de Riegl e se relacionar com as instruções presentes na Conferência de Nara (UNESCO, 1994) para demonstrar que a validação de princípios objetivos, tomados como regras éticas universais, não são aplicáveis à realidade da restauração contemporânea.

Com relação à autenticidade, Muñoz-Viñas explica que atualmente existe a consciência de que nem todos os objetos patrimoniais são obras de arte, alguns nem sequer são obras, tampouco podem ser classificados como antiguidades ou objetos históricos. Além disso, o patrimônio, estendido a limites culturais, possui significados que variam a interpretação de pessoa para pessoa, nas classes e níveis culturais diversos. As funções culturais dos artefatos também são diversificadas e extrapolam o universo institucional, ou seja, admite-se que a restauração não interessa somente aos *experts*, mas à sociedade em geral, podendo estar

¹⁶ Artista, historiador da arte, professor, conservador-restaurador (especialista na tipologia papel); nascido na Espanha, em 1963.

¹⁷ Um bom exemplo disso é o princípio brandiano de *reversibilidade* que, após os avanços do conhecimento ligado à ciência dos materiais, passou a ser questionado. A tomada de consciência que a total reversibilidade é ilusória quando se trata, por exemplo, de impregnações de adesivos, cuja subtração pode causar riscos ao original, motivou que Appelbaum (1987; apud. MUÑOZ-VIÑAS, 2010, p. 113) sugerisse o termo *retratabilidade* para substituí-lo.

relacionada com valores ideológicos, afetivos, religiosos e muitos outros. Desse modo, a doutrina contemporânea da restauração busca satisfazer um número maior de sensibilidades:

La Restauración [enquanto disciplina] se hace para los usuarios de los objetos: aquellos para quienes esos objetos significan algo, aquellos para quienes esos objetos cumplen una función esencialmente simbólica o documental, pero quizá también de otros tipos. [...] Una buena restauración es aquella que hiere menos um menos número de sensibilidades – o la que satisface más a más gente (MUÑOZ-VIÑAS, 2010, p.176 e 177).

Para assinalar que as práticas de conservação e de restauração já atendiam os planos democráticos da ideologia contemporânea, adotou-se uma nova terminologia para identificar o trabalho técnico dos restauradores (ICOM-CC, 2008, trad. BOLETIM..., 2010), que são:

a) Conservação preventiva: trata-se da atividade de preservação dos bens culturais através de medidas de manejo indireto, enfocando especialmente a melhoria do ambiente circundante e promovendo práticas de manuseio adequado. Deste modo, diz Muñoz-Viñas (2010), não há perigo de alterar a capacidade simbólica dos objetos.

b) Conservação curativa: trata-se da atividade de preservação que se destina a estabilizar a degradação que incide sobre o objeto. A ação interfere diretamente nos materiais e/ou estrutura do artefato, podendo alterar (ou não) o aspecto no qual ele se encontra. Contudo, explica Muñoz-Viñas (2010), a capacidade simbólica do objeto não é alterada.

c) Restauração: nesse caso, a degradação pode não ser evidente e o resultado da intervenção, provavelmente, irá alterar a aparência geral do objeto. A restauração busca a recuperação do uso e da estética do bem cultural, promovendo também a melhoria de sua capacidade simbólica (MUÑOZ-VIÑAS, 2010).

Como é possível perceber, as vertentes contemporâneas da preservação se diferenciam especialmente pelos *meios* escolhidos para executar o trabalho e os *objetivos* para os quais há a intenção de cumprir. Com relação à prática da restauração, não parece haver mudança alguma: os protocolos de análise permanecem importantes, especialmente porque aí se distinguem as ações de

caráter cultural daquelas que estão motivadas por opiniões arbitrárias e pela intuição.

Cabe destacar que Muñoz-Viñas (2010, p. 137) critica o modo como a investigação científica é conduzida desde que foi instituída: “La mayor parte de la investigación científica em Restauración [...] nunca llega a ser convertirse em verdadera ciencia aplicada a la Restauración”. De fato: a sistemática do restauro científico mostra-se eficiente no que diz respeito à documentação dos objetos patrimoniais, assim como auxilia a compreender as causas e efeitos da degradação dos materiais. Apesar disso, muitas intervenções ainda são executadas através de meios empíricos, para as quais a área técnica não discute (e tampouco comprova) se os resultados são eficazes à preservação dos objetos. Nesse aspecto, o autor sinaliza o desejo de que os restauradores se qualifiquem para que a ciência torne-se uma ferramenta aplicada à restauração.

Provavelmente, a maior novidade da doutrina contemporânea é a afirmação do princípio de sustentabilidade dos métodos de intervenção que busca ser um elo entre teoria e a realidade na qual a atividade de restauro se desenvolve. Em linhas gerais, a orientação reforça a importância de refletir sobre os interesses e impedimentos que envolvem a preservação do patrimônio e implica maior responsabilidade aos agentes envolvidos com a guarda patrimonial. Em primeiro lugar, as decisões devem levar em consideração com quem se relaciona determinado bem patrimonial (estado, particulares, pesquisadores, grupos específicos ou sociedade em geral) e quais são as exigências de preservação de hoje e no que se *crê* relevante às gerações futuras. Depois, se a intervenção for realmente necessária, torna-se fundamental organizar a infraestrutura, materiais, equipamentos, pessoal qualificado, verbas e prazos para executar as tarefas de conservação ou de restauração de acordo com as condições oferecidas. Assim, a teoria contemporânea parece propor a pesquisa de métodos de conservação e restauração adequados às problemáticas de preservação de cada cultura.

No Brasil, conforme se esclarece a seguir, o contexto é de transição: percebe-se a continuidade do empirismo, mas também a tentativa de combatê-lo com a difusão da teoria vigente e com estímulos à qualificação do corpo técnico.

2.3. A atividade de restauração no contexto brasileiro

A Restauração é um campo bastante incipiente no Brasil e percebe-se que ainda tenta se consolidar como disciplina independente das áreas da Arquitetura e Artes Plásticas. A atividade do restauro ligada aos acervos públicos foi introduzida no Brasil durante a década de 1950 e se iniciou através de treinamentos práticos, estágios supervisionados e cursos de curta duração (CASTRO, 2009).

Após a redemocratização do país, houve grandes transformações no setor patrimonial: criaram-se repartições regionais, associações de profissionais e multiplicaram-se as estratégias de difusão dos valores das práticas de restauração científica. Por volta da década de 1980, organizou-se a instrução oficial nas universidades públicas nacionais e, assim, a doutrina científica pôde avançar um pouco mais pelo território brasileiro. Contudo, é evidente que as melhores condições para desenvolver essa linha de trabalho ficaram restritas aos grandes centros de referência da Conservação e Restauro – estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia¹⁸. Desse modo, é possível dizer que muitas das demandas de restauração não são atendidas como deveriam e que em muitas localidades a restauração nunca saiu do empirismo.

Para verificar essa questão, basta visitar as instituições públicas localizadas fora do eixo dos grandes centros. Nesses locais, é fácil perceber que as soluções para a conservação das coleções sofrem sérias interferências: a grande maioria das instituições carece de verbas, de infra-estrutura e de pessoal qualificado para suprir as lógicas de preservação. As coleções em geral abrigam uma grande quantidade de objetos (tipologicamente variados), muitos de caráter modesto e/ou moderno que não sofrem manutenção regular. E quando isso acontece, facilmente se deduz que muitas das decisões que deveriam partir de profissionais de restauração, não necessariamente o são. Na falta de legislação que obrigue a contratação de profissionais qualificados¹⁹, aceitam-se outros atuando sem a devida capacitação, o que parece ser um contrassenso numa época em que defendemos as

¹⁸ Esses estados reúnem uma grande soma de profissionais – entre técnicos, especialistas, mestres e doutores – de grande experiência prática e esforço em pesquisa na área em questão. Em vista disso, essas regiões são beneficiadas com informação, equipamentos e materiais que melhor correspondem à prática do restauro científico.

¹⁹ O Projeto de Lei que pretendia regulamentar a profissão do conservador-restaurador (LOBÃO, 2008) foi vetado pela Presidente Dilma Russéf em 18 de setembro de 2013 e, no dia 19 de novembro do mesmo ano, o Congresso Nacional manteve a decisão da Presidência da República.

especialidades e a interdisciplinaridade. Ainda que haja boas intenções, os reflexos disso geralmente são pareceres mal fundamentados e de caráter imediatista que não refletem as premissas da restauração contemporânea. Por isso, KÜHL (2006) acena preocupação com decisões arbitrárias, de parecer exclusivo e equivocado, defendendo a qualificação nesse campo profissional.

Em verdade, o Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional (IPHAN) e o Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM) esforçam-se para solucionar as questões que se manifestam pelos critérios pouco explícitos da atual legislação patrimonial brasileira – Decreto-leis nº 25 (BRASIL, 1937) e nº 3551 (BRASIL, 2000). A publicação do Plano de Gestão Museológica (IPHAN, 2006), a aprovação do Estatuto dos Museus – Lei nº 11.904 (BRASIL, 2009) e o Programa IBRAM de Fomento aos Museus²⁰ são exemplos de medidas introduzidas pelo governo que reconhecem a necessidade de especialistas para manter os acervos museológicos nacionais.

Faz-se importante salientar, porém, que o apoio do IBRAM não contribui à sistematização da restauração brasileira efetivamente, apenas supre as eventuais demandas de preservação com o apoio da iniciativa privada – através das Leis de Incentivo à Cultura (LIC)²¹. As LICs sujeitam as práticas de restauração às lógicas de *marketing* do mundo contemporâneo, motivo pelo qual geralmente os incentivos são direcionados às necessidades de restauração do patrimônio histórico-artístico nacional (de maior impacto e apelo estético), que são consideradas um alto investimento para os cofres públicos. Enquanto isso, os objetos não enquadrados no ideal estético ou que representam os grupos sociais minoritários e étnicos – em geral artefatos de caráter modesto e relativamente recentes – esperam tratamento adequado às suas necessidades.

Desse modo, o sistema de preservação sustentado pelas LICs restringe a competência do restaurador aos objetivos estéticos, contribuindo para que o ofício persista sob um prisma tradicional e insólito. Nessa perspectiva descreve-se o profissional de restauro como uma pessoa paciente, que domina a *essência*

²⁰ Informações disponíveis em: <<http://www.museus.gov.br/premios-e-editais/programa-de-fomento-2012/>>, acesso em 20 nov. 2012.

²¹ A mais conhecida é a Lei Rouanet (BRASIL, 1991).

*subliminar*²² das práticas de intervenção, a quem se confia e se recorre quando algo de valor perdeu seu atrativo físico e/ou está em risco de desaparecimento. Segundo Machado (2007), essa idealização cria em torno do restaurador uma aura de *glamour* que, de certo modo, estimula a continuidade do ofício isolado nos ateliês e laboratórios de restauração. Apesar de já haver a consciência da rotina científica e multidisciplinar a cumprir, com ênfase no estudo dos significados dos objetos culturais, na realidade isso não se reflete totalmente.

Esse tema foi objeto de análise em uma pesquisa desenvolvida no interior de laboratórios de restauro, ateliês, escolas e museus, erguendo um parecer que preocupa: os profissionais observados “se ativeram a um exame metódico e discussão em grupo acerca dos métodos especializados para o restauro da obra, mas sem [...] expressar atenção pelo histórico, estética ou integridade física do objeto” (TOLIN, 2011, p. 2 e 3). Obviamente, isto demonstra uma dissociação entre teoria e prática, nos locais onde deveria se refletir sobre o fundamento pelo qual os objetos são preservados hoje, para, a partir daí, definir uma linha de trabalho a seguir. Hannesch et. al. (2012, p. 7) vão um pouco mais além quando afirmam que os técnicos de restauração brasileiros adotam as receitas de restauro estrangeiras sem adaptá-las aos padrões nacionais de preservação.

Enquanto isso, nos eventos ou em artigos cujo tema é a preservação patrimonial contemporânea, é recorrente o discurso condenando as condutas desse tipo. Ainda que as discussões estejam baseadas em termos teóricos, o principal objetivo disso é formar profissionais capazes de observar as circunstâncias nas quais se trabalha e de refletir sobre questões éticas, metodológicas e técnicas para desenvolver a restauração brasileira sem os “modelos pré-concebidos” da manualística (KÜHL, 2006, p. 25).

Na mesma direção, Botallo (2007) indica o que se espera dos restauradores nos dias de hoje:

²² Em sua semântica, a expressão pretende explicar que existem práticas que são de domínio exclusivo do profissional de restauro e que, se compartilhadas, podem não ser entendidas (MACHADO, 2007). O sentido parece oposto à interdisciplinaridade tão desejada hoje e surpreende que ainda seja aceita para definir a atividade de conservação-restauração.

[...] a prática da intervenção restauradora de bens patrimoniais na contemporaneidade não pode se afastar de sua finalidade essencial, que não se resume na aplicação de técnicas mais ou menos sofisticadas, mas sim na **adequação de métodos que reconheçam características do objeto em questão visando sua preservação** (BOTALLO, 2007, p.59) [grifo nosso].

A mesma referência lembra a responsabilidade social do profissional de restauro em relação ao espaço em que trabalha e à proteção do meio-ambiente: é desejável que as intervenções de restauro sejam planejadas minimizando o uso de materiais tóxicos, para que os procedimentos não se projetem negativamente sobre o gerenciamento institucional, para se evitar doenças e poluição. Além disso, como destaca a Declaração de Vassouras sobre Patrimônio e Sustentabilidade:

Ações de restauração e conservação do patrimônio cultural material devem fazer uso do conhecimento técnico e de inovações tecnológicas atuais, desde que compatíveis com as estruturas e materiais pré-existentes, e não prescindam das práticas e conhecimentos tradicionais da cultura popular, cuja utilização deve ser priorizada para garantir maior compatibilidade das intervenções e permanência da obra (APERJ et. al., 2012, p.3).

Esse panorama ressalta o contexto de transição da restauração brasileira: por um lado, a escassez de pesquisadores na área da restauração e, por outro, a carência de produções científicas direcionadas à área técnica. Ao mesmo tempo, há expectativa de que surjam materiais e métodos de restauração inovadores, que correspondam de maneira mais fidedigna às premissas teóricas e aos princípios práticos contemporâneos, para solucionar as problemáticas particulares do acervo nacional. Dentro disso, é provável que a espera maior seja abordagens interventivas de baixo custo, simples manejo, fácil aplicação e mínima toxicidade. É sob esse viés que esta pesquisa se fundamenta, buscando contribuir com avanços ao propor um trabalho experimental.

3. A arte cerâmica

O processamento cerâmico é um dos legados culturais mais antigos que herdamos de nossos antepassados. É a manufatura básica de uma grande quantidade de artigos produzidos pelo homem, entre os quais alguns se destacam pelos valores de preservação que representam.

Do ponto de vista funcional, podemos separar os bens culturais cerâmicos em duas categorias principais: objetos independentes e bens integrados à arquitetura. Ainda que todas as cerâmicas tenham a mesma gênese histórica e técnica, as práticas de preservação representam caminhos e soluções distintos para estas duas tipologias de bens culturais. Dessa maneira, convém lembrar que essa pesquisa estuda uma solução alternativa de restauração cerâmica para os artefatos utilitários e decorativos que podem estar presentes nas coleções museológicas brasileiras. Por este motivo, as próximas páginas dedicam-se particularmente ao levantamento histórico das cerâmicas independentes da arquitetura²³.

3.1. Cerâmicas utilitárias e decorativas: origem e trajetória

A origem da cerâmica é incerta. Os fragmentos cerâmicos mostrados pela figura 1 talvez sejam os mais antigos conhecidos hoje. As pesquisas arqueológicas relacionadas a estas peças apontam que o processamento cerâmico já era conhecido no Leste Asiático cerca de 20.000 anos atrás – o que corresponde ao Período Paleolítico Médio e à época em que as comunidades humanas eram nômades caçadores-coletores (SHELACH, 2012; WU et al., 2012).

Para os arqueólogos, os fragmentos cerâmicos achados em Xianrendong testemunham um tempo em que houve necessidade de criar um recurso extra de sobrevivência: o objeto teria servido para aquecer e aproveitar os alimentos de maneira mais eficiente em um período de frio intenso ou de escassez durante a última Glaciação. Nessa linha de raciocínio, não havia interesse em manter os objetos cerâmicos: a produção foi limitada e se caracteriza pela simplicidade da modelagem, sendo dispensada quando o homem pôde retomar o estilo de vida nômade.

²³ A evolução da cerâmica integrada à Arquitetura pode ser verificada em Scolari (2012).



Figura 1 – Fotografia de fragmentos cerâmicos pré-históricos. Cerâmica vermelha, achado arqueológico de 20.000 a. C. na caverna Xianrendong, Jiangxi, China. Localização: Instituto Cultural de Relíquias e Arqueologia da Província de Jiangxi. Foto: autor desconhecido, disponível em: <<http://www.eutimes.net/2012/06/ancient-chinese-pottery-confirmed-as-the-oldest-yet-found/>>, acesso em 14 set. 2013.

O aprimoramento da técnica ceramista em sociedades primitivas pode ser acompanhado em Moliner (2006) e Fabrri & Guidotti (2004). As referências informam que foi a sedentarização do homem (5000 – 2500 a. C., Período Neolítico) que possibilitou a fabricação de artefatos cerâmicos em maior quantidade e melhor qualidade no que diz respeito às formas e decorações. Nessa época, surgiram as estatuetas antropomórficas e zoomórficas utilizadas em cerimônias mágicas e religiosas, assim como apareceram tigelas, copos, jarras, garrafas, recipientes geminados, entre outras cerâmicas vermelhas decoradas de caráter utilitário. As ornamentações caracterizam-se pelas impressões e incisões geométricas que denotam maior preocupação na elaboração dos artefatos cerâmicos.

Os autores supracitados informam também que entre 2200 – 1500 a. C surgiram na Mesopotâmia e no Egito alguns progressos de grande importância para a arte ceramista. São eles: o método de refinamento da pasta cerâmica por decantação; o invento do torno; a pintura com engobe creme, vermelho, marrom e preta; o acabamento polido; a câmara de cocção separada da combustão; e as técnicas do vidrado e da esmaltação colorido nas cores azul, turquesa e branco²⁴. No mesmo período surgem em maior quantidade os artefatos cerâmicos fúnebres e as peças utilitárias em maior dimensão e com base anelar (cacimbas para armazenar líquidos e vasos de armazenagem).

²⁴ Segundo Moliner (id.), o torno e o vidrado foram introduzidos pelos mesopotâmicos, mas aprimorados pelos egípcios.

Todas essas inovações técnicas e artísticas permitiram o fabrico de peças mais delgadas, uniformes, resistentes e de características diferenciadas nos acabamentos. O exemplo mais notável dessa evolução surgiu na cerâmica grega, que representa o momento em que os objetos apresentaram formas e função vinculadas de modo mais evidente. A figura 2 ilustra as quatro fases estilísticas da pintura grega sobre cerâmica de extrema qualidade no acabamento artístico: o período Geométrico (1000 – 700 a. C.); a fase das Figuras Negras (750 – 550 a. C.); a fase das Figuras Vermelhas (530 – 330 a. C.); a fase das Figuras sobre Fundo Branco (580 a. C - 31 a. C).



Figura 2 – Fotografias de cerâmicas gregas: A) Ânfora de alça dupla; 850 – 800 a. C., Geométrico; *Kerameikos*, Atenas – objeto utilizado para armazenagem de vinho; B) Cálice; cerca de 530 a.C, Figuras Negras, *Pharsala* – objeto utilizado para misturar vinho e água; C) *Pelike*, 470 a. C., Figuras Vermelhas, *Thespies*, *Boeotia* – objeto para armazenagem de líquidos; D) *Lekythos*; 410 – 400 a. C, Fundo Branco, *Eretria* – objeto utilizado para armazenagem de óleos. Fotos: autor desconhecido, disponível em: <<http://www.namuseum.gr>>, acesso em 16 set. 2013.

O aparecimento de cerâmicas de cor branca na China merece comentários em destaque, pois estes artigos representam características estéticas, técnicas e simbólicas singulares que apresentam uma arte ceramista bastante distinta dos outros povos da Antiguidade. Tudo indica que os ceramistas chineses evoluíram de forma autônoma, aprendendo cedo a selecionar a matéria prima perfeita e a controlar o processamento cerâmico: como resultado surgiram as cerâmicas brancas reconhecidas como grés e que se destacam especialmente por sua resistência. Com

isso, os chineses ousaram na modelagem, compondo formas que evocam uma iconografia bastante detalhista²⁵. A figura 3 ilustra esta deferência à modelagem chinesa: a ânfora torna-se mais delgada e arredondada em comparação com a produção grega. No exemplar em destaque, as alças, que antes representavam um elemento secundário do ponto de vista estético, tornaram-se os elementos principais quando assumem a representação de elegantes dragões que bebem no bocal do vaso.



Figura 3 – Fotografia de uma cerâmica chinesa (grés), séc. VII – X. Ânfora em grés vidrado, alças representando a figura do dragão, (35,5 cm de altura), 618 – 906 d. C., Período *Tang*. Localização: Centro Científico e Cultural de Macau, Lisboa, Portugal. Foto: autor desconhecido, disponível em: <<http://www.cccm.pt>>, *link* grés, acesso em 17 set. 2013.

O grés chinês surgiu entre 1050 – 256 a. C. e progrediu até atingir o auge da perfeição no período entre 960 – 1279 d. C. Tecnicamente, a inovação foi o caminho experimental que facilitou a invenção da porcelana chinesa, cuja origem está estabelecida entre 618 – 906 d. C.²⁶.

A manufatura da porcelana, por sua vez, atingiu o ápice de seu desenvolvimento durante a Dinastia *Ming* (séc. XIV - XVII), período no qual a

²⁵ A iconografia no geral apresenta figuras humanas, formas de animais (peixes, no geral) e temas lendários. Cabe observar que o tratamento detalhista das formas é um legado da tradição chinesa, porém, durante a Dinastia *Tang* (251 – 589 d. C), o contato com o ocidente através da Rota da Seda se intensificou, acabando por repercutir em influências helênicas na arte ceramista chinesa. Informação disponível em: <<http://www.cccm.pt>>, *link* grés, acesso em 17 set. 2013.

²⁶ Reúnem informações de Fabri & Guidotti (2004), Larsson (2008), Scolari (2012) e dados *online* do Centro Científico e Cultural de Macau de Lisboa, disponíveis em: <<http://www.cccm.pt>>, acesso em 17 set. 2013.

produção apresentava cores diferenciadas, resultantes da manipulação de óxidos introduzidos através das relações comerciais com o ocidente. Segundo Larsson (2012), a porcelana chinesa foi levada à Europa pelos portugueses em meados do século XVI e logo conquistou aprovação das elites por ser um produto resistente, fino, leve e de imensa qualidade no acabamento²⁷. Os estilos artísticos estão classificados com base na predominância da cor do esmalte, dividindo-se em três famílias principais: a família Azul e Branca (Figura 4A) e a família Verde (Figura 4B), ambas associadas à Dinastia *Ming*; e a família Rosa (Figura 4C), que se relaciona com a Dinastia *Qing* (séc. XVIII).



Figura 4 – Fotografias de porcelanas chinesas, séc. XVI – XVIII: A) Prato da família azul e branca esmalte sob o vidrado (42cm diâmetro); 1573 – 1620, estilo Swatow, período Ming, reinado de Wanli (1573-1620); B) Prato verde (22 cm diâmetro) 1662 – 1722, período Qing, reinado de Kangxi; C) Prato rosa (21, 6 cm diâmetro), 1723 – 1735, período Qing, reinado de Yongzheng. Localização: CCCM, Lisboa. Foto: autoria desconhecida, disponível em: <<http://www.cccm.pt>>, acesso em 17 set. 2013.

As informações históricas que foram levantadas até o momento confirmam que desde os primórdios os produtos cerâmicos vêm retratando “a vida social e econômica de cada geração: suas aspirações, sua capacidade de transformação, sua estética e seu desenvolvimento criativo” (SCOLARI, 2012; p. 36). No ocidente não foi diferente: a produção ceramista nesta parte do mundo também evoluiu nas suas matérias-primas, formas, decorações e funções, assumindo novas qualidades e grande valor à medida que avançava em nossa cultura.

De acordo com Scolari (2012), entre os séculos XII e XIX a arte cerâmica em certas regiões da Europa foi alavancada por recursos científicos mais avançados, sendo os principais produtores desse período a Itália, Portugal, Espanha, França,

²⁷ Grande parte do sucesso da porcelana chinesa se deve à riqueza da pintura artística, que exhibe iconografia detalhada com motivos do reino animal e vegetal, por vezes intercalada com personagens e cenas da cultura tradicional chinesa.

Inglaterra, Alemanha, Suíça e Áustria. Scolari explica que a manufatura ceramista tornou-se tradicional nesses países e informa quais os aspectos técnicos e artísticos que influenciaram na produção contemporânea. Como complemento, se destacará apenas dois pontos importantes a essas informações: a importância da arte ceramista portuguesa no circuito mundial e o reflexo do surgimento da estampa impressa pelos ingleses.



Figura 5 – Fotografias de faianças portuguesas: A) Terrina, final do século XVII, Convento de Santa Clara, Museu de Évora, Portugal. Foto: autor desconhecido, disponível em: <http://museudevora.imc-ip.pt/>, acesso em 10 jan. 2014. B) Bebedouro de Aves, séc. XVIII – XIX, Real Fábrica da Bica do Sapato, Museu Quinta das Cruzes, Lisboa, Portugal. Foto: Rui Camacho/DRAC, disponível em: <http://www.museuquintadascruzes.com>, acesso em 18 set. 2013.

As ilustrações exibidas na figura 5 apresentam o tipo cerâmico que fez crescer a importância de Portugal no comércio internacional entre os séculos XVII e XVIII. As tentativas para desvendar a técnica da porcelana renderam aos lusitanos o surgimento *faiança*²⁸ (DORDIO, TEIXEIRA & SÁ, 2001). Além de render economicamente para Portugal, a importância desse material é explicada de duas maneiras: por ser mais barata que a porcelana chinesa, a faiança portuguesa auxiliou a minimizar o uso do serviço de mesa e de cozinha produzido com metais, refletindo em melhorias à higiene e saúde humana nesse contexto; as características técnicas e artísticas da produção lusitana combinam influências de

²⁸ O termo *faiança* tem origem no nome da cidade de Faenza, Itália, que foi um importante centro de produção de cerâmicas porosas impermeabilizadas no Ocidente (FABBRI & GUIDOTTI, 2004). Essas cerâmicas são produzidas com argilas muito plásticas, que podem variar de cor e tons entre o branco, o amarelo e o vermelho, tal como acontece com as faianças portuguesas.

antigas tradições ceramistas firmadas no território português e, em vista disso, esses elementos conquistaram *status* nas artes aplicadas e decorativas²⁹.

A produção ceramista portuguesa foi ameaçada especialmente pelo Tratado Luso-Britânico de 1810, assinado em função das invasões napoleônicas a Portugal (1807-1810). A partir disso, o mercado lusitano se abriu aos produtos ingleses, influenciando no declínio da arte ceramista nesse país. O mercado interno só voltou a se reerguer quando cessaram os conflitos entre Portugal e França (1815), na medida em que a produção portuguesa passou a assumir o estilo artístico das cerâmicas inglesas – a estampa impressa³⁰.

A estamparia impressa insere a cerâmica no contexto histórico de início da Revolução Industrial (meados do século XVIII): é o encerramento da era da criação de peças artesanais e o princípio da manufatura industrial. A partir disso, a fabricação de cerâmicas ficou ainda mais ágil e barata e, por consequência, algumas peças utilitárias suplantaram definitivamente certos objetos metálicos. Por outro lado, durante o século XIX, a arte ceramista perdeu parte de seu valor artístico. Diante disso, após 1850, surgem como movimentos reacionários à cerâmica industrial: o *art pottery* (Inglaterra, dentro do *Arts and Crafts*) e a produção cerâmica no estilo *art nouveau*³¹ (Europa e Estados Unidos, dentro do movimento das Artes e Ofícios). Neste caso, os ganhos se direcionaram para a cerâmica decorativa, particularmente associada às peças nos estilos *art déco*³².

No século XX, os progressos científicos possibilitaram a síntese dos compostos cerâmicos e o detalhamento das fases pelas quais a argila passa durante sua queima. Com efeito, o maior domínio do processo de fabricação potencializou as qualidades dos materiais cerâmicos, presenteando a contemporaneidade com produtos avançados e de novos aproveitamentos.

²⁹ Conforme Moliner (2006; p. 59 – 63) e Scolari (2012) as influências artísticas têm raízes árabes. O site do Museu Quinta das Cruzes, disponível em <<http://www.museuquintadascruzes.com>>, fornece o panorama geral sobre os estilos artísticos adotados pelas fábricas portuguesas de faiança utilitária e decorativa.

³⁰ Técnica decorativa popularmente conhecida como decalque ou *transfer*; foi inventada pelo gravador inglês John Sadler, em 1756. Trata-se da transferência de uma gravura impressa em papel para a peça cerâmica, sendo que a imagem é fixada no forno em baixa temperatura pelo vidrado.

³¹ O padrão decorativo do estilo *art nouveau* (1890 – 1920) explora as linhas sinuosas e assimétricas, motivos vegetais, florais e a figura feminina. Informações disponíveis em: <<http://www.itaucultural.org.br>>, acesso em 21 nov. 2012.

³² O estilo *art déco* deriva do *art nouveau*, no entanto, o padrão decorativo é seu oposto: predominam as linhas retas ou circulares, as formas geométricas e o design abstrato. O marco inicial de difusão é a Exposição Internacional de Artes Decorativas e Industriais Modernas (Paris, 1925). Informações disponíveis em: <<http://www.itaucultural.org.br>>, acessado em 21 nov. 2012.

3.2.A diversidade da cerâmica no Brasil

As peças cerâmicas mais antigas encontradas no Brasil remontam 7000 anos antes do presente e são originárias de sítios arqueológicos existentes na Região Amazônica (BANDEIRA, 2008) – cronologicamente a época está relacionada ao Período Pré-Cabralino ou Pré-Colonial (antes do séc. XVI). Essas peças evidenciam que a tradição ceramista já estava firmada no território brasileiro quando os colonizadores aqui chegaram, ao contrário de outras técnicas artísticas que só surgiram após a colonização.



Figura 6 – Fotografias de cerâmicas arqueológicas brasileiras. A) Cariátide com motivos antropomorfos e zoomorfos (s/d), cultura Santarém/Tapajônica, período Cacicados Complexos (1000 a. C – 1500 d. C). Localização: Museu de Antropologia e Etnologia da USP, São Paulo. Foto: autor desconhecido, disponível em: <<http://pt.wikipedia.org>>, acesso 18 set. 2013 B) Vaso zoomorfo (s.d., 10cm de alturaX10cm profundidade), cultura Marajoara, período Cacicados Complexos/Horizonte Policrômico. Localização: Museu Paranaense Emílio Goeldi, Belém/PA. Foto: Catálogo de exposição, disponível em: <http://www.museu-goeldi.br/download/pdf/outros/2011/livros/Catalogo_Ceramica_Marajoara.pdf>, acesso em 23 out. 2012; C) Urna funerária (s.d.), provavelmente subtradição pintada Tupiguarani com influência da tradição Uru, período Pré-Cabralino recente (800 – 1300 d. C). Localização: Museu Histórico e Arqueológico de Vila Bela, Vila Bela da Santíssima Trindade/MT. Foto: autor desconhecido, disponível em: <<http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/amazonica/article/view/885/1278>>, acesso em 18 set. 2013; D) *Cambuchí* (talha), s.d., cultura Tupiguarani, Período Pré-Cabralino recente (400 – 1800 d. C.) Localização: Museu de Antropologia do Rio Grande do Sul/RS. Foto: autor desconhecido, disponível em: <<http://museuantropologico.blogspot.com.br/2013/06/tradicao-tupiguarani.html>>, acesso em 10 set. 2013.

No geral, os arqueólogos encontram fragmentos destes tipos cerâmicos, porém alguns achados em melhores condições informam as características das primeiras peças produzidas no território brasileiro. Nesse contexto, predominam as cerâmicas vermelhas, de caráter utilitário, ritualístico ou que serviram como adornos pessoais. As preferências estéticas estão atreladas à cultura do ceramista: a modelagem adota formas das mais complexas às mais simples, variando também a ornamentação do corpo cerâmico e o acabamento geral da peça – todas pensadas em favor da função dos objetos. Os estilos de arte cerâmica de maior destaque são a arte marajoara, tapajós e guarani, que a figura 6 ilustra³³.

Durante os primeiros anos do Brasil Colônia, chegaram ao Brasil alguns religiosos católicos e vários artífices, entre os quais estavam os barreiros e os santeiros. Estes homens acompanharam as frentes de ocupação portuguesa e dedicaram-se à instalação e à ornamentação das primeiras capelas e igrejas brasileiras. De um modo geral, a arte desse período reflete a influência portuguesa adaptada às dificuldades de mão de obra e de materiais.

A partir do século XVII surgem os primeiros elementos artísticos classificados no estilo Barroco Brasileiro e, como artes independentes da arquitetura figuram obras associadas à Arte Sacra Colonial. No geral, as cerâmicas desse contexto se assemelham a obra ilustrada na figura 7A, para as quais predomina o anonimato³⁴.

Segundo Alcântara (2008), a imaginária sacra produzida em argila vermelha foi iniciada dentro das escolas conventuais jesuítas, beneditinas e franciscanas³⁵, mas avançou para uma produção popular um pouco mais tarde (Figura 7B). As cerâmicas populares também são produzidas a partir da modelagem da argila colorida, mas nem sempre passam pela fase da queima. Esse universo artístico

³³ Cabe ressaltar que o patrimônio arqueológico brasileiro constitui um conjunto bastante diversificado no que diz respeito à cultura de proveniência e multiplica-se significativamente a partir das inter-relações entre os povos ameríndios e de influências do homem branco. Estes desdobramentos crescem em importância nos dias atuais junto às pesquisas ligadas às áreas da Arqueologia e da Antropologia. Outras informações sobre a cultura guarani que ocupou o território do Rio Grande do Sul, por exemplo, e sobre a arte ceramista tradicional e missionária ligada aos guaranis ver Santinelli (2005), Zuse & Milder (2008), Milheira (2008), Milheira, Farias & Alves (2013) e o vídeo *12000 Anos de História: Arqueologia e Pré-História do Rio Grande do Sul*, disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=9gl7X5xpvFg>>, acesso 19 set. 2013.

³⁴ Noções históricas mais aprofundadas sobre a Arte Sacra Colonial podem ser conhecidas em Tirapeli (2005).

³⁵ Permanece o anonimato para este tipo de manifestação artística, excetuando às obras de origem beneditina, do qual Frei Agostinho da Piedade (1580-1661) e Frei Agostinho de Jesus (1600-1661) são os ceramistas mais citados (ALCÂNTARA, 2008).

admite características formais e estéticas bastante distintas, pelo qual algumas obras não exibem pintura e/ou impermeabilização, por exemplo.



Figura 7 – Fotografias de cerâmicas associadas à imaginária sacra colonial: A) Nossa Senhora da Piedade (43 x 46 cm); barro cozido policromado, séc. XVIII, anônimo, Arte Sacra Colonial. Localização: Museu de Arte Sacra de São Paulo. Foto: autor desconhecido, disponível em: <<http://www.starnews2001.com.br/aleijadinho/imagens.htm>>, acesso em 19 set. 2013; B) Santa Ana, barro cozido, peça policromada. Arte Sacra Colonial, vertente popular, gênero *Paulistinha*, Localização: Museu de Arte Sacra de São Paulo. Foto: autor desconhecido, disponível em: <<http://espaber.uspnet.usp.br/espaber/?materia=fe-arte-e-historia-em-homenagem-a-sao-paulo>>, acesso em 19 set. 2013.



Figura 8 – Fotografia de uma cerâmica popular brasileira, séc. XX. Lavadeira, de José Antônio da Silva, o Zé Caboclo (1921-1973) – 15cm x 20cm x 11 cm, 685 g, barro cozido policromado. Localização: Museu Casa do Pontal. Fonte: Couto (2008, p.40).

Pelo viés popular surgiram outros desdobramentos artísticos, tais como, as figuras do presépio e bonecos mamulengos de catequização, que aos poucos

adotaram formas profanas, passaram a representar o cotidiano popular brasileiro, consolidando-se como uma tradição artística em certas regiões do Brasil³⁶. Essas peças são cerâmicas do gênero Arte Popular Brasileira (século XX) e apresentam similaridades com a estatueta exibida na figura 8. O tipo artístico foi recentemente reconhecido na sua importância cultural³⁷, mas até pouco tempo atrás era considerado fruto de artes menores, para o qual não havia qualquer valorização.

Por outro viés, os pesquisadores informam que algumas cerâmicas importadas – peças utilitárias e decorativas – chegaram ao Brasil a partir dos fins do século XVI, todavia a maior parte desses elementos chegou ao Brasil após a assinatura do Tratado Luso-Britânico de 1810 (Período Joanino, 1808 – 1821). Em maior número está o serviço de mesa fino proveniente da Índia, China, Alemanha, Inglaterra, França e Portugal³⁸, que já formam um conjunto bastante desigual no que diz respeito aos aspectos artísticos. As coleções desse tipo simbolizam as exigências à mesa da elite inserida no Período Colonial (1500 – 1815), Reinado (1815 – 1822) e Imperial (1822 – 1889). O reconhecido valor desses tipos cerâmicos permite optar por suprimir a ilustração de exemplos, porém é possível conhecer algumas peças no site oficial do Museu Histórico Nacional.

As primeiras louças que foram produzidas no Brasil, por sua vez, estão representadas pela figura 9. Os artigos cerâmicos rústicos (Figura 9A), surgidos entre os fins do século XVIII e início do XIX, contaram com uma mão de obra despreparada (negros e caboclos), matéria prima de pouca qualidade e com fornos das olarias pioneiras fundadas para fabricar principalmente materiais de construção³⁹. Durante o Período Joanino (1808 – 1821), porém, os artífices receberam estímulos para conceber produtos de melhor qualidade e delicadeza,

³⁶ Informação disponível no site do projeto experimental de pesquisa em artes e artesanato da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais (EBA/UFMG). Disponível em: <<http://www.eba.ufmg.br/alunos/kurtnavigator/arteartesanato/origem.html>>, acesso em 27 out. 2012.

³⁷ As observações acerca da recente valorização da Arte Popular Contemporânea foram destacadas do texto de apresentação do Caderno de Conservação e Restauro de Obras de Arte Popular Brasileira (COUTO, 2008), de autoria de Vicent Defourny, representante da UNESCO. Em outra publicação, o ICOM/UNESCO declara o valor da cerâmica popular brasileira para as pesquisas ligadas à Antropologia. Disponível em: <<http://www.revistamuseu.com.br/noticias/>>, seção de Notícias Internacionais online de 30/08/2008, acesso pela última vez em 12 nov. 2013.

³⁸ Cf. Dordio, Teixeira & Sá (2001), Pereira (2008) e Scolari (2012).

³⁹ As primeiras olarias portuguesas foram instaladas próximas à capital da província – Rio de Janeiro, nesta época – e sua principal linha de produção eram tijolos, telhas e sifões de esgoto. Maiores informações sobre os materiais cerâmicos rústicos constam em Carvalho (2007).

semelhantes (até certo ponto) aos padrões dos artigos importados. Conforme Carvalho (2001):

A indústria de olaria se expande acentuadamente após a chegada da Família Real. Começa então uma grande diversificação dos artigos fabricados (talhas, canecas, pratos, boiões, sopeiras, garrafas, moringas, urinóis, escarradeiras, medalhões decorativos, ornamentos para fachadas e jardins, vasos, etc) e um grande esforço para a melhoria técnica destes artigos [cerâmicos] (artigo *on-line*).



Figura 9 – Fotografias de cerâmicas utilitárias brasileiras (séc. XVIII – XIX). A) Jarras e ânfora, séc. XIX; Minas Gerais. Localização: Coleção Paulo Vasconcellos. Foto disponível em: <<http://www.eba.ufmg.br>>, link imagem/cerâmica, acesso em 23 out. 2010. B) Talha decorada em ouro (950mm de alturaX630diâmetro), séc. XIX, Maricá/RJ. Localização: MHN/RJ, coleção de Interiores. Foto: Rômulo Fialdini, disponível em <<http://www.museuhistoriconacional.com.br/>>, acesso em 23 out. 2012.

Nessa época, as jazidas de argila de boa qualidade, encontradas nos fins do século XVIII já eram exploradas. Na região de Minas Gerais, por exemplo, existiam dois tipos de argila: a primeira era quase negra e concebia produtos cinzentos, grosseiros, pesados, que eram vidrados de forma rudimentar com óxido de ferro e pedra moída (Figura 9B); a outra, composta basicamente por caulim, serviria à fabricação de cerâmicas brancas (CARVALHO, 2007).

Mas, se o Período Joanino demarca a época no qual as cerâmicas utilitárias nacionais foram diversificadas, o final do Período Imperial (1822 – 1889) marca o princípio da industrialização, cujo produto final está representado na figura 10. Na década de 1880, nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia, surgiram as primeiras unidades fabris especializadas na produção de cerâmicas decorativas e utilitárias aos moldes europeus. Dentre os empreendimentos fabris pioneiros está a Fábrica de Louças Colombo (1880 – 1926), instalada na Villa Colombo, Curitiba, Paraná. Segundo Morales (2008), essa fábrica

recebeu incentivo público em 1897 para produzir artigos cerâmicos de primeira linha. Observa-se que o contexto é posterior à abolição da escravidão (1888), coincidindo com época da Primeira República (1889 – 1930): nesta circunstância, os incentivos do governo facilitaram a busca das modernidades européias (tecnologia e tendências artísticas) e a substituição da mão de obra despreparada pelos ceramistas imigrantes italianos e alemães. A partir desse momento, foi possível produzir faianças e porcelanas em muitas regiões do Brasil⁴⁰.



Figura 10 – Fotografia de uma faiança produzida no Brasil no século XIX. Sapato (1897 – 1900), faiança fina (25 cm X 9 cm), ornamentação artesanal policrômica, provavelmente de João Orlani, Fábrica de Louças Colombo, Curitiba (PR). Localização: Acervo particular de Hilton Trevisan. Foto: Martha Helena L. B. Morales, disponível em Morales (2010, p. 64).

Além das peças cerâmicas ordenadas acima, existem ainda os elementos direcionados aos estudos antropológicos e etnográficos ou à fruição artística, especialmente. As ilustrações exibidas nas figuras 11 e 12 representam essas vocações de uma maneira distinta dos exemplares mostrados anteriormente: a primeira é uma peça estrangeira que lembra a importância da arte ceramista africana para a cultura brasileira; a segunda faz referência à Arte Contemporânea e ao patrimônio cerâmico do estado do Rio Grande do Sul.

⁴⁰ Os nomes de algumas fábricas de cerâmicas brasileiras fundadas nos primeiros anos do século XX podem ser conhecidos em Scolari (2012, p. 73).



Figura 11 – Fotografia de cerâmica estrangeira estudada no Brasil: Ânfora ritualística, s.d., Cultura Africana Ocidental. Localização: MAE/USP, coleção Etnologia Africana e Afro-Brasileira. Foto: autor desconhecido, disponível em: <<http://www.mae.usp.br/acervo/etnologia-africana-e-afro-brasileira/>>, acesso em 10 set. 2013.



Figura 12 – Fotografia de uma cerâmica artística contemporânea. Constança, estas laranjinhas a mãe cortou para ti, cerâmica esmaltada em branco e 240 peças de terracota (35,4 diâmetro), 1984, Marlies Ritter, Porto Alegre/RS. Localização: MARGS, Coleção de cerâmicas. Foto: autor desconhecido, disponível em: <<http://www.margs.rs.gov.br>>, acesso em 11 set. 2013.

Como foi visto, as cerâmicas estão presentes na história do homem desde os tempos mais remotos e o estudo de peças muito antigas é fundamental à ceramografia⁴¹, especialmente quando não existem fontes escritas a pesquisar (CRUZ & CORREIA, 2007). De um modo geral, esse atributo de ser suporte de informação cultural é o motivo da manutenção de certos elementos sem a

⁴¹ Ciência relativamente nova, que estuda a cerâmica como suporte cultural. Do objeto são extraídas as informações associadas à tecnologia de produção (tratamento da matéria-prima, configuração espacial, estética, funcionalidade entre outros) e à trajetória do objeto. A ceramografia tem como expoente teórico o arqueólogo inglês William Flinders Petrie (1835-1942).

preocupação com a recuperação das formas – tais como, por exemplo, os fragmentos que não apresentam peças complementares.

No entanto, para além dos fragmentos isolados, as ilustrações mostram a diversidade do patrimônio cerâmico. Muitas vezes os objetos encontram-se quebrados e necessitam de restauração, especialmente quando os interesses relacionados à preservação cultural envolvem o estudo das formas originais ou a exposição dos artefatos cerâmicos. Nessa direção, as próximas páginas levantam aspectos técnicos das cerâmicas para introduzir os temas de sua deterioração e restauração.

3.3. Classificação tipológica da cerâmica

A diferenciação básica entre as cerâmicas leva em conta o tipo de fabricação e a qualidade da decoração desses materiais. Como foi dito na seção anterior, podem existir produtos cerâmicos que não sofreram processamento ao forno e esses materiais são identificados como peças de barro (cru). As peças de barro se destacam pela fragilidade do corpo cerâmico, enquanto que os elementos cuja manufatura envolve o forno – as peças cozidas – são materiais mais resistentes.

As cerâmicas cozidas são diferenciadas pela cor e a compactação do corpo cerâmico, dividindo-se em quatro tipos principais: as estruturas coloridas e porosas, identificadas como *terracotas*; as coloridas densas, denominadas *grés*; as brancas porosas são as *louças*; e as brancas densas estão classificadas como *porcelanas*⁴². As peças que não receberam revestimento são subclassificadas como *biscoito*⁴³; as demais são subclassificadas conforme a qualidade geral de seu acabamento⁴⁴. Os acabamentos podem ser:

a) Não impermeabilizantes: envolvem técnicas que podem ser aplicadas tanto em peças de barro como nos materiais cozidos. São elas: o brunido (ou polimento), que através de algum instrumento diminui a porosidade superficial das

⁴² A classificação de cerâmicas cozidas está de acordo com as informações de Fabbri & Guidotti (2004, p. 80 – 86) e Pascual & Patino (2005, p. 10 – 11).

⁴³ Sinônimos técnicos de biscoito: barro cozido ou chacota (SCOLARI, 2012, p. 45), assim como o termo francês *biscuit*, que significa biscoito (trad. livre).

⁴⁴ Os altos ou baixos relevos produzidos durante a etapa de modelagem possuem menor importância para efeito de diferenciação entre os objetos.

cerâmicas e confere a elas um aspecto relativamente brilhante; e as pinturas argilosas (*engobe* e/ou *pátina*) ou sintéticas⁴⁵.

b) Impermeabilizantes: envolve a técnica do vidrado e está particularmente relacionado às cerâmicas cozidas, pois necessita de forno para sua fixação (800°C – 1400°C). A aparência final determina o tipo de acabamento: *verniz*, que se caracteriza pelo aspecto transparente e brilhante do revestimento, e *esmalte*, que cobre a cor original do corpo cerâmico⁴⁶. As designações *faiança* e *maiólica* (ou *majólica*) se referem às terracotas impermeabilizadas com esmalte⁴⁷.

A tabela 1 resume as informações acima descritas.

Tabela 1 – Classificação tipológica da cerâmica.

| Corpo cerâmico | | Revestimento | Classificação cerâmica |
|----------------|--------|--------------|--------------------------------|
| Não cozido | | Talvez | Barro cru |
| Colorido | Poroso | Sem | Terracota biscoitada |
| | | Pátina | Terracota patinada |
| | | Engobe | Terracota engobada |
| | | Vidrado | Terracota vidrada |
| | | Esmaltado | Faiança |
| | | | Maiólica |
| | Denso | Sem | Grés biscoitado |
| | | Vidrado | Grés vidrado |
| | | Esmaltado | Grés esmaltado |
| Branco | Poroso | Vidrado | Louça vidrada |
| | | Esmaltado | Louça esmaltada |
| | Denso | Sem | Porcelana biscoitada (biscuit) |
| | | Com | Porcelana decorada |

Fonte: tabela adaptada de Fabbri & Guidotti (2004, p. 81).

Essa forma de classificar as cerâmicas pode divergir da nomenclatura utilizada por alguns autores. Nesse sistema não existe, por exemplo, a “louça

⁴⁵ O engobe e a pátina são produzidos a partir de diluição de argilas em água, sendo que o primeiro é a mistura com maior proporção de líquido. Outras informações sobre a diferenciação dessas duas técnicas de pintura podem ser aprendidas em Moliner (2006, p. 22) e Fabbri & Guidotti (2004, p. 82 – 84). A pintura moderna não é mencionada nas referências que foram consultadas, pois os autores se preocupam em levantar as características de cerâmicas muito antigas. Todavia, essa inclusão foi necessária por que as cerâmicas classificadas como Arte Popular Brasileira podem apresentar uma fina camada de têmpera moderna, como é possível verificar em Dickstein et. al. (2008, p. 54).

⁴⁶ Conforme Moliner (2006, p. 23), os vidrados são misturas de partículas minerais muito finas aplicadas na forma de suspensão coloidal aquosa (revestimento cru) ou na forma de composto vítreo (fritas). Contêm basicamente sílica, que é combinada com quantidades variáveis de outros óxidos (fundentes, estabilizantes, corantes e opacificantes) que determinam a aparência final do revestimento. Algumas matérias primas estão disponíveis em: <<http://www.ufrgs.br/lacad/materiasprimas.html>>, acesso em 30 nov. 2012.

⁴⁷ Essas qualidades de cerâmicas adotaram o nome do centro de produção original: respectivamente Faenza, Itália, e Ilha de Maiorca, Espanha. Conforme Fabbri (2004, p. 84) são diferenciadas pela composição do vidrado, cuja cobertura da maiólica tem maior transparência por que possui uma menor quantidade de opacificantes.

ordinária de cozinha”, as “faianças brancas” ou “meias faianças” (MORALES, 2008, s.p.; SCOLARI, 2012, p. 33 – 34, 71). De certa forma, a terminologia particular expressa uma informação complementar, baseada na diferenciação entre peças de produção rudimentar dos produtos que aparentam maior cuidado na seleção da matéria prima e maior qualidade no que diz respeito ao processamento e acabamento. De qualquer forma, para planejar intervenções seguras, será preciso conhecer a composição química e as características físicas de cada objeto.

3.4. Características físico-químicas das cerâmicas

Segundo Moliner (2006, p. 25 – 37), a tecnologia cerâmica tem cinco fases essenciais: i) o preparo da argila (seleção de matéria prima e beneficiamento); ii) a modelagem manual ou moldagem em formas; iii) a secagem das peças; iv) a *sinterização*⁴⁸ dos produtos moldados; v) e o resfriamento dos corpos sólidos. Parte dessas informações foi selecionada para estudar as características físico-químicas dos corpos cerâmicos: a composição química das argilas e algumas informações das etapas de secagem e sinterização. A compreensão dessas etapas facilita a documentação correta do substrato cerâmico e auxilia nas tomadas de decisão sobre eventuais intervenções de conservação-restauração.

A argila é uma substância heterogênea de minerais associados à água e a compostos colorantes. Tecnicamente, esses elementos desempenham algumas funções importantes na tecnologia cerâmica, conforme indica a tabela 2⁴⁹.

⁴⁸ Nome científico do processamento de queima de peças cerâmicas. Define-se sinterização como um processo físico, termicamente ativado, que faz com que um conjunto de partículas, antes em contato somente, adquiram certa resistência mecânica.

⁴⁹ Para organizar os dados, as informações de Moliner (2006) e de Cardodo (s.d.) foram complementadas com literatura específica sobre tecnologia cerâmica e da área da química. As referências estão disponíveis em: <<http://www.rc.unesp.br/museudpm/banco/silicatos/silicatos.html>>; <<http://www.ufrgs.br/lacad/matprglossario.html>>; <<http://www.ige.unicamp.br/>>, acessos em 22 nov. 2012.

Tabela 2 – Principais compostos argilosos.

| Classificação tecnológica | | Classificação química | | | | |
|---------------------------|------------|-----------------------|----------------|--|--|---|
| | | Classe | | Denominação | Fórmula química/cor | |
| Fundente | Essenciais | Silicatos | Filosilicatos | Aluminossilicatos hidratados | Caulita | $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ |
| | | | | | Quando puro é branco, mas varia os tons de cinzas a azuis quando impuro. | |
| | | | | | Montmorillonita | $(\text{Mg}, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Si}_5\text{O}_{10} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ |
| | | | | | | Branco, cinza, rosas e azuis |
| | | | | | Ilita | $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2, \text{H}_2\text{O}]$ |
| | | | | | | OBS: semelhantes às micas. |
| | Aditivos | Micas | Diversos | Basicamente compostos de $[\text{Si}_2\text{O}_5]$ e $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ e $[\text{Al}(\text{OH})_3]$, podendo haver a presença de sódio e cálcio. | | |
| | | | | Preto, cinza, marrom, amarelo e verde. | | |
| | | Tecnosilicatos | Feldspatos | Diversos | Basicamente compostos de $[\text{SiO}_2]$ e $[\text{AlO}_4]$, sódio, potássio, cálcio (Ca), lítio (Li) e ocasionalmente de bário (Ba) e célio (Cs). | |
| | | | | | Branco, cinza, amarelo, vermelho e verde. | |
| | | Óxido metálico | | Alumina | Al_2O_3 | |
| | | | | | Branco | |
| | | Carbonatos | | Calcita | Basicamente CaCO_3 | |
| | | | | | Quando puro é branco, variando em tons cinzas-escuros, vermelhos, verdes, azuis e amarelos quando impuro. | |
| Refratários | Mineral | Silicatos | Tecnosilicatos | Sílica | Também conhecido por quartzo, basicamente formado por dióxido de silício $[\text{SiO}_2]$. | |
| | | | | | Incolor, branco, vermelho, preto, cinza, em tons leitosos | |
| Colorantes | Óxidos | | | | Os principais combinam com o elemento químico ferro (Fe) e cálcio (Ca), mas também pode haver combinações com sódio (Na), potássio (K), magnésio (Mg), titânio (Ti), entre outros. Brancos, vermelhos, marrons, amarelos | |
| | Hidróxidos | | | | | |
| | Sais | | | | | |

Fonte: autora, 2013.

Assim, a argila é uma mistura de:

a) Compostos fundentes: são partículas muito finas e de alta plasticidade, que passam do estado sólido ao fluido (acima de 1000°C), envolvem a sílica e no resfriamento concedem resistência e dureza à cerâmica.

b) Compostos refratários: trata-se de partículas antiplásticas, que suportam o calor elevado e auxiliam na consolidação da massa argilosa sem que haja deformação da moldagem. Na tecnologia cerâmica, a sílica é o composto refratário principal.

c) Desengordurantes: são compostos de maior volume granulométrico, cuja função é equilibrar as argilas demasiadamente plásticas. Os principais são a sílica e o *chamote*⁵⁰.

d) Água: a água influencia no volume das argilas e lhes torna plásticas. Sua presença deve ser compreendida em dois níveis: água de hidratação, maior responsável pela plasticidade do material argiloso e que está apenas em contato com as partículas sólidas; e a água de constituição, que está quimicamente combinada às partículas sólidas.

e) Compostos colorantes: são partículas plásticas, formadas por matéria orgânica de origem animal ou vegetal, ou ainda óxidos, hidróxidos e sais. A matéria orgânica funciona também como colóide natural das partículas minerais, porém será posteriormente incinerada durante a sinterização. Os colorantes dividem as argilas em dois tipos: as brancas, podendo variar em tons de cinzas amarelados e verdosos; e as vermelhas, englobando argilas de tons mais alaranjados e róseos.

Na fase da secagem em temperatura ambiente, a água de hidratação da argila evapora até não haver mais umidade livre. Por consequência, formam-se os poros e as partículas minerais se aproximam. Na sinterização, primeiro ocorre a eliminação da água quimicamente combinada e a queima dos compostos orgânicos, que são efeitos físicos que aproximam ainda mais as partículas minerais e minimizam o tamanho dos poros. Esses fenômenos são sucedidos pela expansão, fluidificação e fusão dos fundentes com sílica se houver condições adequadas para isso: o tempo de queima e a taxa de temperatura irão influenciar diretamente na compactação e fusão de alguns minerais. Em resumo: a peça moldada contrai, assume a cor dos elementos minerais e se solidifica em diferentes níveis de porosidade.

⁵⁰ São fragmentos cerâmicos moídos em variadas granulometrias. Assim como a sílica, o chamote concede estabilidade às massas cerâmicas durante a secagem e a queima. Informações disponíveis em: <<http://www.ufrgs.br/lacad/matprglossario.html>>, acesso em 22 nov. 2012.

As informações qualitativas e quantitativas da composição podem ser úteis nas análises de microscopia, quando não há certeza da classificação do material. Desse modo, torna-se importante saber que as cerâmicas porosas apresentam partículas soltas, de grande variabilidade em sua qualidade, cor e tamanho. As cerâmicas não porosas, por sua vez, possuem uma massa uniforme de raras partículas soltas e que, de um modo geral, são similares.

O arranjo das partículas após a sinterização influencia no grau de resistência das cerâmicas. Os materiais porosos são refratários: são resistentes ao calor, mas são mais frágeis química e mecanicamente. Os produtos de maior densidade, as estruturas vitrificadas, são mais resistentes química e mecanicamente, pois apresentam alta dureza; por outro lado, não suportam o calor elevado. A louça e a grés são consideradas cerâmicas refratárias: a primeira difere-se das terracotas pelo pouco teor ou ausência de colorantes; o grés se distingue especialmente pela vitrificação parcial e mínima evidência de poros. Além disso, certas imperfeições resultantes de um processamento incompleto (ou excessivo) provocarão fragilidades diferenciadas em determinadas peças.

As diferenças gerais dos corpos cerâmicos estão representadas nos desenhos esquemáticos mais abaixo (Figuras 13 e 14).

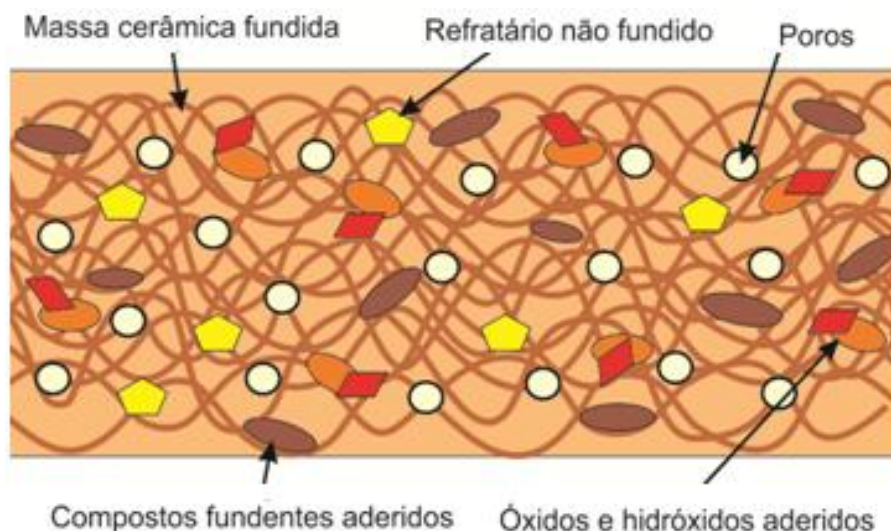


Figura 13 – Desenho esquemático do corpo cerâmico refratário. Fonte: autora, 2013.

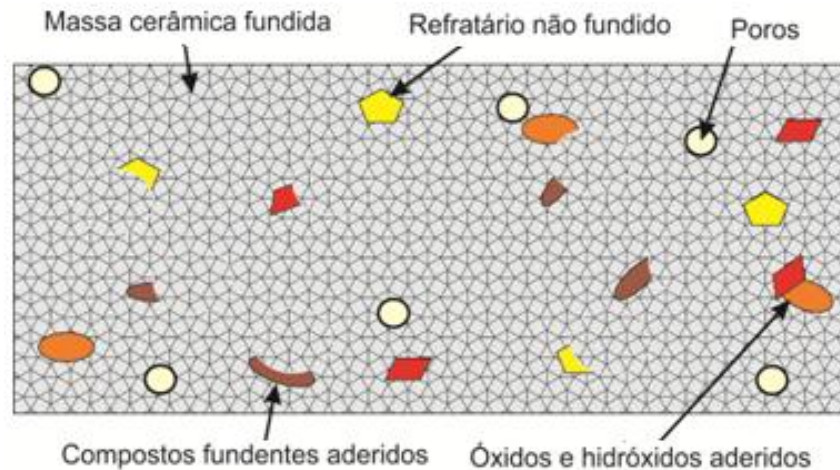


Figura 14 – Desenho esquemático do corpo cerâmico vitrificado. Fonte: autora, 2013.

Em resumo: os artefatos cerâmicos apresentam características particulares e uma resistência relativa frente aos diferentes estímulos externos associados à degradação.

3.5. Degradação das cerâmicas

Segundo Muñoz-Viñas (2010), os danos nos bens patrimoniais podem ter dois eixos de percepção: um objetivo, que é a tomada de consciência das alterações físicas nos objetos; e outro subjetivo, que resulta da avaliação do *expert* sobre o risco dessas alterações progredirem e prejudicarem a capacidade simbólica do bem cultural.

Para conservar e restaurar adequadamente uma cerâmica, e [sic.] além de conhecer o tipo e os acabamentos do objeto em questão, deve-se analisar o tipo de deterioração que tem. As deteriorações são de natureza diversa e têm diferentes causas, resultando daí defeitos que, por vezes, levam a destruição total do objeto. Por isso, o seu conhecimento estabelece as bases das reparações a fazer e a forma mais adequada de realizar a conservação e exposição correctas, eliminando eventuais riscos no futuro (PASCUAL & PATINO, 2005, p.26).

As causas da degradação têm fatores endógenos ou exógenos, como explicado a seguir.

3.5.1. Fatores endógenos de degradação

Os fatores endógenos de degradação são desencadeados por alterações químicas e físicas que causam o envelhecimento natural dos corpos cerâmicos. Associando as informações de Fabbri & Guidotti (2004), Pascual & Patino (2005) e Moliner (2006) é possível resumir as fragilidades das cerâmicas da seguinte maneira:

a) Friabilidade: todos os corpos cerâmicos são friáveis, ou seja, são frágeis aos impactos – trincam e rompem-se facilmente⁵¹. Na quebra, a estrutura interna fica exposta a contaminantes que podem gerar outros tipos de degradação.

b) Porosidade: as peças porosas são mais frágeis em condições ambientais extremas e inconstantes, em situações de esfoliação (abrasão) e na presença de ácidos e sais.

c) Qualidade do processamento cerâmico: de um modo geral, quanto mais rudimentar a tecnologia de fabrico do objeto for, maior será a probabilidade de padrões defeituosos nos corpos cerâmicos. Por consequência, as cerâmicas rudimentares são mais frágeis perante os fatores externos de degradação.

d) Aspectos formais: os artefatos que possuem espessura delgada e zonas salientes demonstram menor resistência frente às causas de degradação, principalmente se sofrerem impactos.

e) A trajetória do objeto: as peças arqueológicas soterradas e submersas, os artefatos que foram expostos a contaminantes ou que sofreram com as variações ambientais abruptas apresentam fragilidades particulares. O uso original do objeto também pode alterar a resistência da estrutura de alguma maneira.

3.5.2. Fatores de degradação exógenos

As causas exógenas de degradação são desencadeadas por fatores externos, que podem ser químicos, físicos, biológicos e antrópicos⁵². São eles:

⁵¹ Tal característica está relacionada com a propriedade de resistência mecânica de baixa tenacidade adquirida após a sinterização (PAGANI, MIRANDA & BOTTIN, 2003).

⁵² São fatores de degradação impostos pelo homem.

a) Fatores físicos: são condições involuntárias impostas aos objetos que estão relacionadas ao ambiente de conservação. Segundo Fabbri & Guidotti (2004), as peças cerâmicas sofrem com as variações ambientais abruptas⁵³, esfoliação eólica, atritos constantes (fluxo de água contínuo, por exemplo), formas de tensões e pressão intensas ou incessantes (sobrepeso e vibrações drásticas, por exemplo), entre outras situações.

b) Fatores químicos: a permanência em água por um longo tempo predispõe as peças ao risco de contaminação por sais solúveis⁵⁴, à lixívia⁵⁵ e reargilização⁵⁶; contato com materiais nocivos, tais como metais enferrujados, limpeza química, substâncias ácidas; e o ataque de partículas sólidas contaminantes (fuligem, sais cristalinos e poluição, por exemplo); entre outros motivos diversos. As causas químicas podem afetar a aderência do revestimento, pulverizar a estrutura cerâmica (meteorização) e alterar o pH do objeto (acidificação e alcalinidade).

c) Fatores biológicos: ataques e excrementos de animais, infestações microbiológicas (mofos) e macrobiológicas (líquens e algas, principalmente).

d) Fatores antrópicos: negligência em relação à conservação preventiva durante o salvamento arqueológico, por exemplo, maus cuidados durante a manipulação do artefato e seu transporte, vandalismo, intervenções anteriores⁵⁷, entre outras situações.

No geral, as alterações físicas de envelhecimento demoram a progredir e, por isso, as cerâmicas são consideradas artefatos resistentes. Por outro lado, os corpos cerâmicos são suscetíveis às fissuras, pulverizações, fraturas e faltas que, por vezes, estimulam o avanço de determinada patologia. Para solucionar esses

⁵³ Levando em consideração a radiação luminosa, temperatura, umidade relativa e pressão. O melhor exemplo disso é o resgate abrupto de peças arqueológicas soterradas ou submersas.

⁵⁴ A contaminação por sais é a principal e mais séria manifestação patológica das cerâmicas, denominada por Pascual & Patino (2005, p. 31) de “doença ou cancro da cerâmica”. Em meio aquoso, os sais solúveis migram para o interior do corpo cerâmico e, na ausência de água, são levados à fase cristalina. Isso pode ocorrer no interior da cerâmica ou na camada superficial (eflorescência de sais); em ambos os casos fragilizam o corpo cerâmico.

⁵⁵ É a solubilização e remoção de componentes cerâmicos através da água contaminada com ácidos (Fabbri & Guidotti, 2004, p. 106).

⁵⁶ Termo traduzido de *riargillificazione* (FABBRI & GUIDOTTI, 2004, p. 106). Trata-se do retorno de alguns compostos cerâmicos à forma plástica original. Ocorre geralmente em peças porosas e pouco cozidas em situações de soterramento em meio aquoso acidificado.

⁵⁷ Fator mencionado por Pascual & Patino (2005, p. 30) e Fabbri & Guidotti (2004, p. 101). Porém, cabe ressaltar que as prováveis perdas provocadas pela subtração dos aditamentos antigos ou pela abrasão durante o acabamento da intervenção em andamento não são consideradas nos danos, mas na opinião da autora deveriam, já que isso sugere alterações físicas aos objetos.

problemas o restaurador pode se valer de métodos de conservação preventiva para excluir as causas da degradação e minimizar os efeitos nocivos. Ou pode entender que é necessário uma intervenção direta para estabilizar a degradação do objeto (conservação curativa), ou ainda pode decidir pela restauração estética para tornar discretos os danos mais evidentes.

A tabela 3 relaciona o ambiente aos quais as cerâmicas estão sujeitas com os fatores e os efeitos da degradação.

Tabela 3 – Principais efeitos de degradação das cerâmicas.

| Condição do artefato | Manifestação patológica por fatores exógenos | | | | Danos |
|--|---|---|---|--|--|
| | Fatores físicos | Contaminação química | Ataque biológico | Fatores antrópicos | |
| Peças soterradas | Contaminação por ácidos/sais Estresses físicos | Reargilização Meteorização Lixiviação Migração de sais Contaminações Acidificação Alcalinidade | Reações químicas aos subprodutos de micro-organismos | Remoção abrupta | Redução de massa, desgastes, fissuras, fragilidades, fraturas, perdas de partes, alterações no revestimento e decorações |
| Peças expostas às condições atmosféricas normais | Fissuras Esfoliações Atritos Fraturas Quebras Faltas | Pulverização Eflorescência de sais Cristalização de sais Contaminações por poluentes Exposição aos ácidos Oxidação | Reações químicas aos insetos em decomposição Reações químicas aos excrementos de insetos | Maus cuidados Vandalismo, Intervenções anteriores e contemporâneas | |
| Peças submersas | Fragilização Esfoliações de animais marinhos Migração de sais | Reargilização Meteorização Lixiviação Migração de sais Contaminações Acidificação Alcalinidade | Reações físico-químicas à incrustação de líquens e algas | Remoção abrupta | |

Fonte: tabela adaptada de Fabbri & Guidotti (2004, p. 112).

4. Restauração cerâmica

Essa seção revisou teoricamente a restauração de cerâmicas, aprofundando particularmente as informações sobre os métodos de recomposição estrutural desses materiais. Os objetivos foram demonstrar a necessidade de construir um método alternativo para essa etapa da restauração e, ao mesmo tempo, buscar parâmetros ético-práticos para desenvolver a fase experimental dessa pesquisa.

A recomposição estrutural foi compreendida de duas formas nesse trabalho e pesquisa: como tratamento de *estabilização física*, de objetivo curativo, e como tratamento de *recomposição formal*, de objetivo restaurativo.

a) Estabilização física

Trata-se da recomposição volumétrica de cerâmicas e não envolve a produção de aditamentos. Desse modo, as soluções se limitam a evitar a progressão dos estragos sofridos, conferindo resistência física às estruturas fragilizadas. A recomposição cerâmica fica restrita à estabilização quando o suporte evidencia valor documental histórico, como é o caso, por exemplo, de alguns artefatos arqueológicos. Citam-se como exemplos: a fixação de fragmentos cerâmicos e o preenchimento de fendas. Constam como sinônimos técnicos: *anastilose*⁵⁸, integração formal, reintegração formal, reestruturação, reconstrução, montagem, remontagem, reparação e, em casos de preenchimentos de fendas, consolidação.

b) Recomposição formal

Trata-se das abordagens que envolvem a produção de aditamentos e que são muitas vezes o complemento dos procedimentos curativos. Por esse viés, a ação de restauro tem por objetivo devolver a configuração espacial (volume) e os aspectos artísticos (formas, texturas e relevos) originais das cerâmicas. As zonas aditadas devem ser evidenciadas para que não se configurem como falsificações⁵⁹. A recomposição formal destina-se às cerâmicas de potencial expográfico que se

⁵⁸ O termo *anastilose* é compreendido como reconstituição de partes existentes, mas fragmentadas e deslocadas, que talvez seja preciso identificar o local correto por associações com a decoração, por exemplo.

⁵⁹ De um modo geral, a manualística não reflete sobre o risco de falsificação em corpos cerâmicos. Moliner (2006), por exemplo, preocupa-se com o falso na fase de acabamento cromático da intervenção.

encontram prejudicadas na sua capacidade de simbolizar iconográfica e iconologicamente um determinado contexto no espaço-tempo⁶⁰. São exemplos de recomposição formal: os preenchimentos de aprofundamentos causados por desgaste; moldagem de regiões muito fragmentadas e que já não são possíveis de reintegrar ao corpo cerâmico principal; produção de partes faltantes; entre outros de tratamentos de recomposição do volume e da forma. Constan como sinônimos técnicos: restauração formal, restituição formal, recomposição estética, reconstrução volumétrica, reconstrução tridimensional, aditamentos e construção (ou preenchimento) de lacunas e faltas.

Foram selecionados para embasar esse aspecto da investigação, a manualística, artigos técnicos sobre a restauração cerâmica, publicações ligadas à conservação arqueológica, literatura sobre materiais de restauração e trabalhos críticos sobre as práticas de restauro. A maior parte das referências é estrangeira: os países de origem das publicações possuem maior tradição no restauro científico, melhores condições no que respeito à infraestrutura adequada para as tarefas de conservação-restauração e melhor acesso aos materiais desenvolvidos especialmente para a restauração de bens culturais. Essa observação torna-se importante por que permite compreender a inaplicabilidade de certos métodos de restauração no Brasil.

4.1. Evolução das práticas de restauração cerâmica

As evidências arqueológicas atestam que a restauração cerâmica remonta a pré-história de alguns povos (DOOIJES & NIEUWENHUYSE, 2009; ENGLISH, 2005). Os primeiros reparos tinham objetivos práticos: evitavam o descarte de utensílios essenciais à sobrevivência do homem antigo ou que eram de difícil reprodução e aquisição em certas localidades.

As referências acima citadas indicam que as soluções para o restauro cerâmico sempre foram diferenciadas, apesar das óbvias limitações tecnológicas em tempos remotos. É possível dividir as antigas reparações de três maneiras: fixações

⁶⁰ Compreende-se iconografia como o estudo da linguagem visual expressa nas obras de arte, e se baseia na descrição da imagem ou formas que o objeto apresenta; iconologia é a interpretação dos ícones e do simbolismo que determinado tema artístico abrange. Disponível em: <http://www.itaucultural.org.br/aplicexternas/enciclopedia_ic/index.cfm>, acesso em 16 jun. 2013.

sustentadas por reforços estruturais evidentes (Figura 15), colagens reforçadas e disfarçadas com pastas de nivelamento e somente aplicação de pastas de preenchimento para refazer lacunas.



Figura 15 – Fotografia representando os métodos de restauração da Antiguidade. Reparo com o reforço de cinta de chumbo derretido (seta amarela) e braçadeira de chumbo (setas brancas). Manutenção do séc. II a. C. em uma cerâmica de grande dimensão, localizada em Caseggiato dei Doli em Ostia. Fotografia: JTP. Disponível em: Peña (2007, p. 217).

De acordo com os estudos arqueológicos, as primeiras soluções de restauração cerâmica aparentam ter relação com a disponibilidade dos recursos naturais em cada território, com os problemas apresentados pelos objetos e com as intenções do homem para o reaproveitamento dos artefatos. Ou seja, não se diferenciam muito dos atuais critérios que os restauradores devem observar para selecionar os materiais e técnicas de restauração. Os materiais envolvidos nas restaurações arcaicas foram:

- a) Reforços estruturais: as cordas vegetais e fios de couro para amarrações e cintas, madeira enxertada (pinos e cintas); fios e braçadeiras metálicas (no geral, chumbo e cobre);
- b) Materiais adesivos: cola de amido, goma arábica e o betume;
- c) *Alien fragments*⁶¹: compensação de perdas com partes de outros objetos;
- d) Pastas de nivelamento/preenchimento: argila ou combinações de diversos agregantes e cargas (argilas artificiais) para cobrir as fendas e para

⁶¹ Nomenclatura citada por Koob (1998).

reconstituir as zonas perdidas. Além dos materiais citados no item *b* foram utilizados como agregantes: a gordura animal, o óleo de linhaça, a resina de pinheiro (mástique), resina de casca de bétula, a goma laca e a cera de abelha; para as cargas foram empregues materiais orgânicos e inorgânicos, tais como o algodão, o alcatrão, o gesso, a cal, o chamote moído, o enxofre, esteatita⁶², limalhas de metais (chumbo e ferro) e vidro moído.

As reconstituições no período moderno são bastante escassas, mas é possível conhecer alguns antecedentes sobre esse assunto através das publicações de Koob (1998) e Fabbri & Guidotti (2004). Esses autores indicam que, entre os séculos XV – XVIII, os materiais de restauração cerâmica foram basicamente os mesmos descritos acima, porém, no final desse ciclo surgiram argilas artificiais mais refinadas e similares aos corpos cerâmicos⁶³. Isso trouxe melhorias para o acabamento dos reparos, que atingiram o ápice tecnológico dentro das oficinas especializadas em recuperar cerâmicas comercializadas no mercado de arte (entre os séculos XVIII e XIX). Nessa época, foram comuns as restaurações com argilas cozidas (fundentes de baixo ponto de fusão), pois assim a intervenção tornava-se imperceptível. As argilas cozidas funcionavam como adesivo para fixar fragmentos e revestimentos (ao forno) e, também, serviram para produzir zonas perdidas através do processamento cerâmico.

No século XIX observa-se maior engenhosidade artística e a multiplicação de materiais ligados à restauração cerâmica que, pouco a pouco, resultaram restritos a uma lista mínima. Koob (1998) explica que essas restrições acompanharam as últimas evoluções sofridas na ideologia da restauração e constam nos manuais práticos que surgiram após a década de 1960.

Em grandes lacunas, por exemplo, os sistemas metálicos de sustentação mais grosseiros foram substituídos por armações mais leves e discretas, tais como estruturas de *papier collé* e *maché*, grampos e fios metálicos. Ultimamente, admitem-se apenas os reforços metálicos, mesmo assim, o método é visto com

⁶² Mineral do grupo dos *filosilicatos* encontrado em certas rochas metamórficas. Sinônimos técnicos: talco e pedra sabão. Para aprofundar o assunto, consultar <<http://www.rc.unesp.br/museudpm/banco/silicatos/silicatos.html>>, acesso em 14 jul. 2013.

⁶³ Geralmente as misturas renascentistas eram preparadas por cozimento e em cada aplicação precisavam ser aquecidas (FABBRI & GUIDOTTI, id.).

ressalvas porque de certa maneira interfere na configuração original dos corpos cerâmicos.

Outra mudança refere-se aos materiais que produzem aditamentos imperceptíveis nas análises de bens culturais, cujos exemplos são: as argilas cruas misturadas com adesivos naturais⁶⁴, as argilas cozidas e os “*alien fragments*”. Segundo Craddock (2009), essas práticas foram afastadas principalmente porque criavam aditamentos que hoje são considerados falsificações históricas e artísticas.

As restrições relacionadas às pastas de preenchimento estão destacadas na sequência.

4.2. Pastas de preenchimento obsoletas

A manualística limitou os materiais empregados nas pastas de preenchimento especialmente por resultados estéticos e técnicos insatisfatórios. Entre as massas de preenchimento obsoletas estão:

- a) As argamassas de cal e cimento, devido ao peso resultante do aditamento e a migração de sais solúveis;
- b) As pastas com pigmentos ou fibras celulósicas (alcatrão, algodão e *papier maché*, por exemplo), porque a estrutura final não se assemelhava aos compósitos cerâmicos originais e evidencia fragilidade após algum tempo.
- c) As argilas artificiais produzidas com agregantes lipídicos, resinosos e betuminosos, especialmente pela sua falta de praticidade e pelas alterações físico-químicas de alguns materiais⁶⁵.

Os adesivos e as resinas sintéticas foram introduzidos na composição dos estuques para substituir os materiais mencionados acima. No entanto, alguns materiais e métodos comuns entre os fins do século XIX e meados do século XX

⁶⁴ O material cru também não apresenta estabilidade em situações de alta umidade. A cola animal foi então misturada à argila crua para aumentar a longevidade da intervenção, mas o resultado pouco foi favorável (KOOB, 1998). Não poderia ser diferente já que a cola animal também apresenta baixa resistência frente à umidade e é suscetível a biodegradação (SCICOLONE, 2002).

⁶⁵ Refere-se especialmente às pastas renascentistas e suas adaptações, que em cada aplicação e ajuste precisavam ser aquecidas para se tornarem plásticas. Além disso, os agregantes como o óleo de linhaça, a terebentina, a cera de abelha, a resina *mástique* e o betume melhoravam a flexibilidade das misturas, mas causavam manchas nos objetos, além de que, com o tempo, entravam em colapso.

logo entraram em obsolescência. Os principais motivos disso foram: a complexidade e periculosidade de alguns métodos, as alterações físico-químicas de certos aditamentos, as dificuldades de remoção da intervenção ou o encerramento da fabricação de alguns produtos (KOOB, 1998). Na lista de materiais obsoletos no século XX constam: o *silicato de sódio* (água de vidro), a *gutta-percha* (látex), nitrato de celulose, acetato de celulose, resinas de poliéster, e as massas de preenchimento AJK e BJK⁶⁶.

Apesar das informações descritas na literatura, alguns métodos permanecem nos dias atuais, tal como, por exemplo, a variação da pasta lipídica desenvolvida no Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade da Bahia (MAE/UFBA). As ilustrações exibidas na figura 16 apresentam uma abordagem para recompor cerâmicas de grande dimensão envolvendo o *estruque*⁶⁷ de cera de abelha/gesso. A preferência por esta pasta de preenchimento está explicada no site oficial do MAE/UFBA⁶⁸: “*Trata-se de um procedimento com alta possibilidade de reversão, boa plasticidade e excelente resultado estético*”.

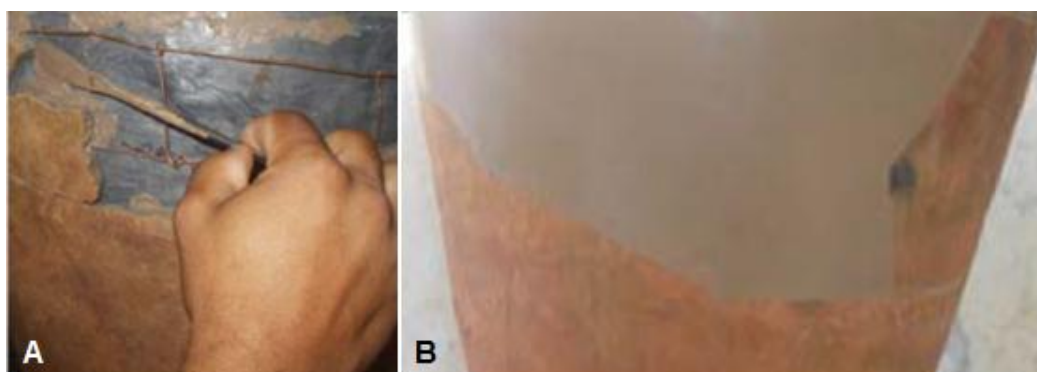


Figura 16 – Fotografias das etapas de uma restauração com estruque lipídico (cera de abelha + gesso): A) detalhe da sustentação com fios de cobre; B) aparência final do aditamento com estruque lipídico. Recomposição formal em Vaso Periforme – opérculo (tampa) de urna funerária cerâmica indígena, tradição Aratu, 50cm (d) X 59cm (h), s.d.. Trabalho desenvolvido no laboratório do MAE/UFBA. Fotografia: autor desconhecido, publicada em Costa & Camerlato (2008, p. 18). Disponível em: <<http://www.mae.ufba.br/BA693e698.pdf>>, acesso em 09 dez. 2012.

A cera de abelha é um composto natural cujas propriedades de plasticidade (ponto de amolecimento por volta de 30°C) e de impermeabilidade tornam-se

⁶⁶ Massas de preenchimento industriais à base de polímeros vinílicos, fibras de juta e *carbonato de cálcio* (Koob, 1998).

⁶⁷ Considera-se estruque toda a argamassa, produzida com agregados minerais e um agregante qualquer, que depois de seca adquire grande dureza e durabilidade. Para uma definição mais completa, ver Corona & Lemos (1972).

⁶⁸ Disponível em: <<http://www.mae.ufba.br/>>, link prestação de serviços/trabalhos laboratoriais, acessado em 11 dez. 2012.

bastante interessantes para um agregante de pastas de preenchimento. O gesso concede maior estabilidade à cera de abelha que, em teoria, estaria desaconselhada para o clima brasileiro. Calvo (1997, p. 54), desaconselha o uso da cera de abelha em regiões de climas tropical e subtropical, pois o material pode fundir e deslocar-se facilmente. No entanto, parece ser improvável que o estuque lipídico desmantele ou cause manchas em função da temperatura ambiente se a proporção de gesso for satisfatória.

Costa & Carmelato (2008, p. 16 – 18) não explicam detalhadamente o procedimento, mas provavelmente o estuque está em constante aquecimento para sua aplicação e correção das formas. Nesse aspecto, o método não é prático e sugere alguns riscos ao trabalhador e ao espaço onde se desenvolve a restauração. Por outro lado, os compósitos do estuque lipídico são facilmente adquiridos no Brasil e seu custo é acessível. Além disso, o material pode ser preparado previamente, reservado para posterior utilização e, aparentemente, seus descartes serão mínimos. Desse modo, o método oferece bom aproveitamento da matéria prima e responde bem às questões relacionadas à sustentabilidade e à proteção ambiental. Por último, os aditivos lipídicos exibem a vantagem de ser facilmente notados, mas infelizmente são compatíveis apenas com cerâmicas porosas e mais espessas.

4.3. Pastas de preenchimento contemporâneas

Atualmente, são poucos os materiais adesivos recomendados para a estabilização de artefatos cerâmicos, quais sejam esses: resinas vinílicas, acrílicas e epoxídicas. Esses materiais surgem eventualmente como agregantes de pastas de preenchimento, que para serem estudadas foram divididas em dois grandes grupos: os estuques industriais e os artesanais.

Dentre os estuques industriais figuram as pastas vinílicas e acrílicas originalmente aplicadas em técnicas artísticas ou como materiais de acabamento predial. Esses materiais destacam-se pelo retardo no endurecimento, pela sua capacidade de adesão (em superfícies porosas), porosidade e certa dureza final – atributos que alguns autores consultados julgam inconvenientes⁶⁹. De fato, tais

⁶⁹ Cf. Craft & Solz (1998), Fabbri & Guidotti (2004, p. 147 – 149), Frangova (2007) e Pérez (2007, 117 – 119).

características complicam o manejo do objeto restaurado, a durabilidade da intervenção e a remoção do aditamento. Porém, as maiores desvantagens desses materiais parecem ser as alterações durante a secagem e a falta de informação de fórmulas pelos fabricantes. Em vista desses fatos, hoje em dia as pastas vinílicas e acrílicas industriais são recomendadas apenas para o preenchimento de fissuras de cerâmicas porosas.

Dentre os estuques artesanais, as misturas gessosas são aquelas que a manualística mais recomenda⁷⁰. Em vista disso, a técnica merece considerações em destaque.

4.3.1. Estuques gessosos

Os estuques gessosos são produzidos basicamente com gesso⁷¹ e água. A essa mistura é possível acrescentar: pigmentos minerais, como aditivos de coloração, e cola branca PVA⁷² para aumentar a plasticidade da massa gessosa e conceder maior resistência à estrutura final.

O preparado inicial é simples: o gesso (ou a mistura de gesso e pigmentos) é despejado à água ou à solução adesiva PVA. Logo em seguida, o preparado é aplicado nas lacunas do objeto.

As ilustrações exibidas pela figura 17 indicam que os estuques gessosos não oferecem simplicidade no seu manejo geral: emprega-se uma substância líquida no preenchimento de fissuras e pequenas lacunas (Figura 17.A), que não mantém estabilidade, podendo escorrer e avançar além da lacuna; o estado semilíquido é mais adequado ao preenchimento de grandes lacunas por espatulado (Figura 17.B), mas a superfície resulta bastante rugosa; o gesso pastoso oferece melhores resultados em uma pré-moldagem de elementos (Figura 17.C), pois o material reage

⁷⁰ Entre as publicações consultadas, estão: Pascual & Patino (2005), Santinelli (2005), Moliner (2006), Bergeron (2007), Pérez (2007), Dickstein (2008), Ulmasov (2010).

⁷¹ *Sulfato de cálcio semi-hidratado*, cuja fórmula química é $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$. A literatura da restauração refere-se a esse material através dos seguintes expressões: *sulfato de cálcio hemidratado*, *hemidrato de gesso*, *hemidrato cálcico*, gesso-de-paris, gesso vivo e gesso grosso. Na mistura com água, gesso precipita rapidamente: o material exhibe plasticidade durante 10min e, após esse tempo, não pode ser reaproveitado; quimicamente torna-se *sulfato de cálcio dihidratado* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

⁷² Emulsão aquosa de acetato de polivinilo, também identificado por poliacetato de vinila, poliacetato de vinil. As informações técnicas desse material será objeto de análise mais adiante, pois trata-se do compósito adesivo em estudo. Além disso, como aditivo dos estuques de gesso, as propriedades da cola PVA são quase imperceptíveis.

rápido nessa condição. Em todas essas situações, para o bom acabamento da intervenção, será necessário o nivelamento da parte aditada (Figura 18). Mesmo que esse processo seja cuidadoso, a abrasão local pode danificar o original e o resultado estético depende, sobretudo, da habilidade de quem executa essa tarefa.

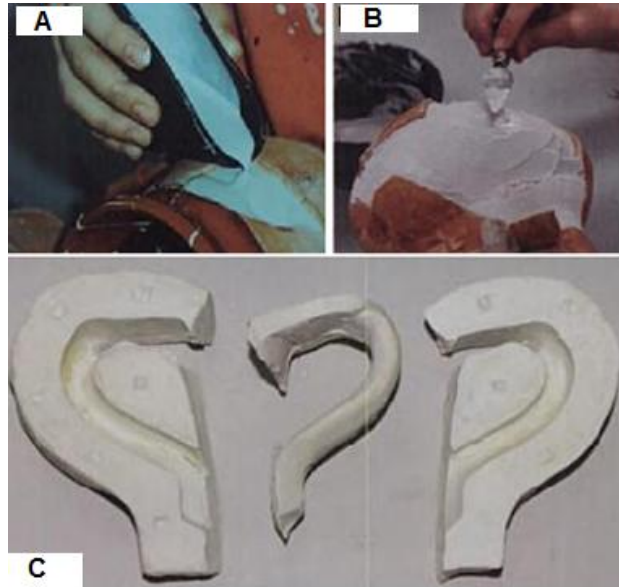


Figura 17 – Fotografias das etapas de uma restauração com estuque de gesso: A) Preenchimento de pequenas lacunas – estuque de gesso líquido. B) Preenchimento de grandes lacunas – estuque de gesso semilíquido. C) Produção de elementos tridimensionais – estuque de gesso pastoso. Fonte: Moliner (2006, p. 111 e 114).



Figura 18 – Fotografia da etapa de nivelamento do estuque de gesso. Fonte: Moliner (2006, p. 115).

É preciso considerar que a adição excessiva de determinados compósitos altera as propriedades do gesso. Pérez (2007, p. 110 – 111), por exemplo, preocupa-se com o excesso de pigmentos de má qualidade. Na verdade, sabe-se que são comuns as misturas empíricas e adição de sólidos ou líquidos para acelerar ou retardar a reação do gesso. Entretanto, esse mau uso do material pode alterar as

fases de transição do gesso em demasia e causar o desperdício de matéria prima. Além disso, os aditamentos perdem em estabilidade e durabilidade em função de características físicas e mecânicas impróprias (entre si e em relação ao original), pelos quais a intervenção pode pulverizar, trincar e soltar mais adiante.

De acordo com Fabbri & Guidotti (2004, p. 146 – 149), o desempenho técnico dos estuques gessos artesanais se compara àquele que as pastas vinílicas e acrílicas apresentam. Ou seja: são pouco flexíveis, concebem estruturas de difícil remoção e são compatíveis apenas com cerâmicas porosas.

Além das considerações levantadas na manualística da restauração cerâmica, torna-se interessante observar o que outros autores informam sobre os estuques gessos. De Francia (1991, p. 158 e 164) e Fantuzzi (2010), por exemplo, indicam que o gesso não é um material inerte, pois o *sulfato de cálcio* pode reagir e desencadear reações que prejudicam os componentes do substrato cerâmico. Em verdade, a informação parece estar relacionada à inconveniência do gesso na restauração de peças arqueológicas, de processamento rústico, com alto percentual de *carbonato de cálcio* e que estão sujeitas a condições de alta umidade. A capacidade de penetração do gesso quando líquido, assim como sua porosidade e higroscopia quando sólido pode favorecer reações químicas que acabam por eliminar o composto original na forma de *dióxido de carbono* e *óxido de cálcio*.

Levando em conta a responsabilidade profissional e social do restaurador, é bom lembrar que o pó de gesso em suspensão produz bastante sujeira e adere facilmente às superfícies, características que complicam as diversas e simultâneas demandas de trabalho que ocorrem dentro de uma instituição⁷³. Pode, ainda, causar alergias se inalado, especialmente se não existirem exaustores e ventilação nos locais de trabalho (CICHINELLI, 2007), e é lixo químico altamente poluente ao meio ambiente (MUNHOZ, 2006). Desse modo, os descartes do gesso precisam de um destino adequado, o que nem sempre acontece já que o material é considerado inócuo⁷⁴.

Neste sentido, convém observar que as restrições de materiais e os problemas relacionados às pastas de preenchimento promovem metodologias de

⁷³ Lembrando que geralmente o restaurador se ocupa de diversas tipologias de bens ao mesmo tempo, que não raro se encontram em etapas distintas de trabalho, cujas mais avançadas podem ser comprometidas pela contaminação com gesso.

⁷⁴ Ver Munhoz (2006) para saber mais sobre o gesso como lixo químico.

restauro alternativas que, em tese, atendem aos objetivos de restauração cultural: preservam os artefatos e as informações a eles relacionadas. Geralmente, os materiais e métodos são adaptados às circunstâncias nas quais o trabalho se desenvolve, resultando em intervenções cujos resultados de longo prazo vêm sendo discutidos pelos pesquisadores da área da conservação-restauração.

As próximas páginas dedicam-se a tecer breves considerações sobre as pastas de preenchimento alternativas desenvolvidas na atualidade.

4.3.2. Pastas de preenchimento alternativas

A pesquisa sobre as práticas alternativas de recomposição cerâmica forneceu resultados para dois tipos de pastas de preenchimento artesanais: o estuque epoxídico e as argilas polivinílicas.

4.3.2.1. Estuque epoxídico

A resina epoxídica geralmente recomendada para a restauração de bens culturais é o Araldite®, cujo fabricante é a indústria Ciba-Geigy⁷⁵. Esse produto veio substituir os adesivos nitrocelulósicos na restauração de cerâmicas não porosas e funciona muito bem como um adesivo. Por outro lado, parece ser incomum seu uso como agregante de minerais em misturas artesanais.

Checucci & Poletti (2007) informam os excelentes resultados estéticos de uma pasta de preenchimento composta de resina epoxídica e fibra de celulose na restauração de uma cerâmica delgada e não porosa ilustrada na figura 19. O material parece oferecer bons resultados para a fixação de partes soltas e para o preenchimento de fissuras e lacunas mínimas, mas para as partes lacunares de maior dimensão a matéria prima varia um pouco e o método se torna mais complexo⁷⁶. Como é possível também perceber através da imagem (Figura 19), o material avança além da lacuna na aplicação, sendo recomendável a proteção de

⁷⁵ Fabbri & Guidotti (2005, p. 146), Burgi, Mendes & Baptista (1990, p. 8) e Scicolone (2002, p. 220 – 221). O Araldite® é da classe de adesivos de fusão, à base de resina sintética epóxi, geralmente de característica viscosa e cor translúcida.

⁷⁶ Segundo López (2012, p.116 - 117), os estuques epoxídicos industriais como o Araldit Madera e EPO 127 C.T.S são empregados eventualmente na restauração cerâmica na Espanha. Na prática, os estuques dessa classe são reservados para recomposições desmontáveis, sendo que as microesferas de vidro as cargas mais adequadas.

partes íntegras e a remoção dos excessos com bisturi após a secagem do preparado. Neste sentido, a limpeza exige habilidade, delicadeza e exatidão para não danificar revestimentos frágeis e a própria intervenção.



Figura 19 – Fotografia de uma reintegração com estuque epoxídico. Detalhe da reintegração de resina epoxídica e fibra de celulose (antes da remoção dos excessos). Restauração no *Piato del Servizio Este-Gonzaga*, provavelmente porcelana, decoração estilo medieval, datado de 1579. Peça pertencente à coleção de arte aplicada e gravuras cívicas do Castello Sforzesco, Milão. Foto: Anna Sipirito – Albisolo; utilização da imagem autorizada por Barbara Checcuci. Disponível em: <http://www.flickr.com/photos/restauro_ceramica>, acesso em 17 dez. 2012.

O uso da fibra celulósica não foi explicado, mas, ao contrário do que indica a literatura técnica, é pouco provável que os aditamentos percam estabilidade em função desse compósito. Em verdade, as propriedades relacionadas ao desempenho técnico da mistura em questão são concedidas pelo Araldite®, cujas principais características constam em Fabbri & Guidotti (2004). Elas são: tempo de manejo de 1h, cura completa em 24hs (23°C), excelente poder de adesão (estabilidade imediata), fácil remoção através de ar quente (50°C), repulsa ao ataque biológico, inércia química e resistência aos esforços físicos mecânicos.

Abaroa (2005) de certa maneira contradiz essas informações, pois esclarece que os adesivos epoxídicos bicomponentes possuem alta durabilidade porque apresentam propriedades notáveis de dureza e tenacidade (não são flexíveis); são resistentes ao calor, à luz e à água, solubilizando-se somente com a ação de solventes orgânicos. Ou seja, os estuques epoxídicos podem ter difícil remoção, especialmente quando aplicado em substratos porosos.

Em relação aos riscos higiênicos, a resina pode ser considerada alergênica na sua aplicação, tóxica e inflamável, especialmente em função do seu catalisador⁷⁷.

Ao mesmo tempo, os ingredientes do estuque epoxídico utilizado por Checucci (2007) são facilmente encontrados e sua preparação é prática: basta cuidar para produzir misturas suficientes para aplicação imediata. Com esse

⁷⁷ Cf. Burgi, Mendes & Baptista (1990).

cuidado, o método sugere bom aproveitamento da matéria prima, mínimo descarte e, portanto, se ajusta bem às questões relacionadas à proteção ambiental.

4.3.2.2. Argilas polivinílicas

Baco & Faccio (2006) utilizaram uma massa composta de argila natural e emulsão PVA na restauração de uma cerâmica pré-histórica de dimensão considerável. Os autores justificaram o uso desta mistura na busca do equilíbrio entre as instruções de durabilidade e retratabilidade, concluindo que o método contribui para preservação do objeto sem impedir futuras restaurações. A figura 20 ilustra a aplicação desta massa, que serviu apenas para colar os fragmentos: os preenchimentos de fendas e de faltas mais graves foram solucionados com aplicação de argila natural.



Figura 20 – Fotografia de uma restauração com argila natural + cola PVA. Detalhe da restauração de uma urna funerária pré-histórica (s.d.). Peça proveniente do Sítio dos Neves, São Paulo (BR). Restauração executada por Hiuri Marcel di Baco. Fotografia: Neide Barrocá Faccio. Disponível em: Baco & Faccio (2006, s.p.).

A combinação de argila natural e cola PVA é um arranjo simples, de fácil aplicação e remoção, que não causa grandes preocupações com riscos higiênicos e à poluição. Porém, o uso de uma argila natural (úmida e não purificada) e a falta de informação sobre o adesivo podem provocar suspeitas com relação à estabilidade dos aditamentos.

Nesse sentido, levando em consideração as recomendações da literatura da restauração, bastam simples adequações: a argila natural pode ser substituída por compósitos argilosos em pó – tais como, carbonato de cálcio, sílica (SiO_2), chamote

moído, entre outros compósitos cerâmicos acessíveis e de baixo custo no Brasil – e seria recomendável o uso de um agregante adesivo listado como material de restauro em nosso país⁷⁸.

A nova composição, porém, implica na avaliação de uma proporção adequada de ingredientes. A argila polimérica deve se assemelhar à argila natural para que seu manejo permita uma fácil aplicação e moldagem. Ao mesmo tempo, a estrutura final deve sugerir semelhanças e diferenças com os corpos cerâmicos, além de permitir uma remoção não aquosa⁷⁹. Nesse aspecto, o uso de resinas polivinílicas pode facilitar uma remoção com solventes ou através do calor⁸⁰.

As possibilidades de uma mistura polivinílica estimularam a pesquisa de formulações similares concebidas ou estudadas por especialistas em conservação-restauração.

No México, por exemplo, desde a década de 1970 a restauração cerâmica envolve a *pasta de costillas* e a *pasta cerámica*⁸¹, que são fórmulas originárias das extintas pastas AJK e BJK. Trata-se de misturas ligeiramente diferenciadas, compostas de resinas polivinílicas dissolvidas em acetona, etanol e *acetato de etila*, e que recebem fibra de vidro, caulim e carbonato de cálcio como cargas⁸². A produção desses materiais não é simples, especialmente porque envolve o preparo cuidadoso dos ingredientes. Por outro lado, ambas as misturas podem ser guardadas em vidros para o uso posterior, pigmentadas, mescladas entre si, entre outras vantagens práticas.

Como as ilustrações da figura 21 indicam, a *pasta de costillas* e a *pasta cerámica* se completam. A primeira é estendida entre filmes plásticos, cortada em tiras, submetida à secagem em lugar ventilado e as pequenas porções secas servem para formar uma estrutura de sustentação nas grandes lacunas (Figura 21A). A outra é a verdadeira pasta de preenchimento: serve para preencher fissuras

⁷⁸ Burgi, Mendes & Baptista (1990) listam alguns materiais de conservação-restauração facilmente encontrados no Brasil.

⁷⁹ Como já foi dito, a água facilita a penetração de contaminantes que fragilizam as cerâmicas porosas.

⁸⁰ Como se verá mais adiante, os adesivos polivinílicos possuem propriedade termoplástica que, em certos casos, permite utilizar sopradores térmicos na remoção.

⁸¹ Cf. Silva & Muñoz (2002, p. 4); Richy (2010); Peyron, Zapata & Hernández (2011).

⁸² Para a *pasta de costillas* usa-se Mowithal®; na pasta de superfície, o Mowilith®. Ambos os produtos são fabricados pela Hoechst, apresentam-se em grânulos e surgem frequentemente nas recomendações da literatura estrangeira. Infelizmente, esses materiais são de difícil aquisição no Brasil. Informações mais aprofundadas sobre os referidos adesivos e a receita padrão das pastas mexicanas constam em Ricky (2010).

superficiais, completar pequenas lacunas e os vazios entre as “*costillas*” (Figura 21.B).



Figura 21 – Fotografia representando a restauração com as pastas mexicanas. Detalhe da recomposição de um artefato cerâmico poroso: A) estrutura de preenchimento produzida com a *pasta de costillas*; B) nivelamento com a *pasta cerâmica*. Fotografia: Maximiliane Richy. Disponível em: Richy (2010, p. 91 e 92).

Ricky (2010) avalia positivamente as propriedades e as características gerais das pastas mexicanas e indica o método para a recomposição de cerâmicas porosas. Por outro lado, o autor esclarece que o procedimento é extremamente tóxico: precisa constantemente da adição de acetona para que as misturas se tornem plásticas. Isso está relacionado à forma do preparo da resina PVA (solução com solventes), tornando interessante avaliar uma fórmula com a resina emulsionada.

As desvantagens dos materiais e métodos de recomposição cerâmica difundidos na atualidade motivaram um estudo técnico na Bulgária que avalia o desempenho de uma massa plástica a base de resina *policloreto de vinil* (PVC) na produção de zonas perdidas, que são sinterizadas por energia calorífica⁸³ (FRANGOVA, 2007). Portanto, tudo indica que o estudo busca restaurações desmontáveis: os fragmentos moldados e cozidos à parte foram fixados aos originais com um adesivo.

A resina PVC é um composto sintético termoplástico, da classe das resinas vinílicas. De um modo geral, o material é recomendado para a restauração de obras contemporâneas cujos componentes são plásticos. A principal desvantagem desse

⁸³ O material experimental está baseado na confecção de produtos artesanais com a massa Fimo®, que é um produto industrial da marca alemã Staedtler. A massa Fimo® geralmente é processada no forno a gás (110-130°C, 30min). O material é comercializado no Brasil em lojas especializadas em materiais artísticos e papelarias, mas seu custo é relativamente alto. Algumas informações estão disponíveis em: <<http://www.massafimo.com.br>>, acesso em 03 nov. 2013.

material é a baixa resistência ao intemperismo: em condições extremas a resina envelhece rapidamente liberando ácido clorídrico, torna-se rígida, quebradiça e insolúvel na maioria dos solventes (CALVO, 1997, p.59). Por outro lado, em um aquecimento controlado, o material incha, amolece, torna-se viscoso e, ao resfriar, a estrutura polimérica apresenta alta densidade (FRANGOVA, 2007). Em verdade, a argila PVC estudada pela pesquisadora búlgara sofre influências dos aditivos e, por isso, seu desempenho não pode ser comparado ao da resina isolada.

O estudo de Frangova (2007) considerou diferentes concentrações de resina PVC dispersas em solução aquosa com um plastificante, um estabilizante e algumas cargas minerais inertes⁸⁴. O preparo da fórmula envolveu a seleção cuidadosa de materiais, adição de ingredientes de ordem específica e a espera da maturação da mistura. Assim, deve-se considerar que, a exemplo das pastas mexicanas, a produção da argila PVC não oferece praticidade.

O processamento do material experimental foi observado de duas formas: no forno a gás (70°C, 2h30min) e em um forno de micro-ondas convencional (700W, potência máxima, 5min). Em ambas as circunstâncias foram concebidas estruturas satisfatórias nos quesitos estéticos e técnicos, destacando-se a significativa praticidade do uso do forno de micro-ondas.

Segundo a pesquisadora búlgara, o material que foi analisado apresentou as seguintes vantagens e desvantagens: possibilidade de armazenagem sem qualquer alteração de sua viscosidade durante várias horas, porém, lentamente o material se tornou rígido; a massa apresentou boa plasticidade na moldagem dos elementos⁸⁵; ausência de alterações e estabilidade da cor durante o processamento do aditamento; perigos mínimos relacionados à toxidez; possibilidade de ajustes e de revestimento após a configuração da forma; durabilidade e retratabilidade.

⁸⁴ O conhecimento do trabalho artesanal com a massa Fimo® permite dizer que essa é uma característica do material quando ele está em descanso: as porções que são corretamente armazenadas devem ser amalgamadas (aquecidas por entre as mãos) para que a plasticidade do material retorne seja possível a moldagem.

⁸⁵ Parece ser importante acrescentar e ressaltar que o método não está indicado para o complemento de fissuras, fendas e pequenas faltas, pois isso envolveria os objetos cerâmicos no cozimento do material de restauração.

5. Estudo experimental: Argila polivinílica irradiada

O tema do trabalho apresentado, de certa maneira, é similar às pesquisas estrangeiras que buscam alternativas de restauração cerâmica: avalia-se o desempenho técnico de uma massa polivínica para recompor objetos cerâmicos. Basicamente, o presente estudo diferencia-se das pesquisas precedentes porque envolve o uso de uma emulsão PVA comercial como agregante das cargas minerais e a desidratação do preparado inicial por irradiação micro-ondas.

As próximas páginas são dedicadas a esclarecer a idealização do método e demonstram que o novo arranjo corresponde aos princípios práticos de restauração.

5.1. Idealização do método

A idealização do novo método levou em consideração que, para cumprir os requisitos práticos da restauração dos bens culturais, é importante que as massas de preenchimento apresentem as seguintes características gerais⁸⁶:

- a) Compatibilidade física com o corpo cerâmico em restauro, envolvendo materiais de composição similar;
- b) Facilidades de aplicação e acabamento: uma consistência planejada para limitar-se ao completamento da lacuna, que proporcione o tempo necessário para executar o trabalho e um resultado que permita correções;
- c) Características estáveis logo após a aplicação: para evitar o deslocamento da massa de preenchimento e para manejar com o objeto restaurado mais rapidamente;
- d) Durabilidade e fácil remoção: um resultado que sugira estabilidade de longo prazo, mas que não imponha riscos aos originais se houver necessidade de remoção⁸⁷;
- e) Distinguilidade: um resultado facilmente detectável nas análises de bens culturais.

⁸⁶ Esses atributos foram destacados das informações de Moliner (2006), Fabbri & Guidotti (2004), Checcuci & Poletti (2007) e Craddock (2009).

⁸⁷ Desse modo, considera-se importante ressaltar que as instruções relacionadas à estabilidade e à retratabilidade estão no mesmo patamar de importância.

Partindo dessas instruções, buscaram-se opções de materiais e métodos que pudessem oferecer facilidades na etapa de recomposição estrutural de cerâmicas.

Das antigas massas de preenchimento foi utilizada apenas a idéia de selecionar cargas minerais para produzir o novo material de restauro. Porém, atualmente as cargas podem ser selecionadas a partir das análises dos objetos em restauro, considerando que assim talvez sejam minimizados os riscos de reação com os compósitos cerâmicos.

Para substituir os antigos agregantes, escolheu-se, dentre os adesivos e resinas hoje recomendadas, a emulsão PVA. Esse material foi escolhido pela sua múltipla aplicação: pode funcionar como adesivo para fixação de partes soltas, como aditivo plástico na estucaria e, também, como agregante das cargas minerais na produção de massas de preenchimento. Com isso, planejava-se simplificar o processo interventivo e, talvez assim, as instruções de estabilidade e retratabilidade resultassem equiparadas.

O uso do forno de micro-ondas para desidratar os preparados foi aprendido junto à artesanaria popular na produção de uma massa de modelagem decorativa denominada *porcelana fria*⁸⁸. O aparelho permite que a mistura inicial da porcelana fria (basicamente amido e emulsão PVA em traço equilibrado) torne-se uma massa polivinílica extremamente plástica e adesiva, indicando que o processamento no forno de micro-ondas não altera as propriedades da emulsão PVA. De um modo mais específico, a massa da porcelana fria apresenta as seguintes vantagens práticas:

- a) Ótimo aproveitamento da matéria prima: quase não há descarte de material durante o processamento e na fase de aplicação;
- b) Fácil manejo: a massa pode ser reservada em embalagem plástica e a sua reutilização não requer reaquecimento ou solubilização com solventes; na modelagem exige pouca infraestrutura, aparelhagem e mínimo instrumental;

⁸⁸ A autora experimentou por 10 anos a produção da massa da porcelana fria atuando como artesã no período de 1998 – 2008. O conhecimento empírico somou-se às informações adquiridas no curso de conservação-restauração, assim como às pesquisas sobre a evolução das técnicas decorativas e de restauração com argilas artificiais, originando o estudo científico que tenta adaptar a técnica da porcelana fria às práticas de restauração de bens culturais (SANTOS, 2011).

c) Versatilidade na aplicação: aplica-se a frio, ajusta-se à moldagem manual ou com formas e pode ser fixada por pressão;

d) Exatidão e fácil correção: a consistência da substância evita o deslocamento da zona de aplicação; é possível sobrepor e remover partes defeituosas sem prejudicar todo o trabalho, permitindo ajustes por um tempo mais prolongado; a limpeza durante o manuseio é automática, requisitando apenas a leve umidificação da superfície a ser corrigida;

e) Secagem natural, sugerindo estabilidade física e biológica nas condições ambientais normais de Pelotas (RS)⁸⁹.

Essas características, quando comparadas às descritas para os estuques, pastas e massas estudadas na revisão são excelentes, podendo facilitar significativamente o trabalho de recomposição estrutural das cerâmicas. A partir disso, avaliou-se a possibilidade de substituir o amido por cargas minerais produzindo uma substância com características similares à massa artesanal.

5.2. Elaboração da composição

Partindo das observações descritas acima, os experimentos práticos se iniciaram com a escolha de objetos cerâmicos que careciam de restauração.



Figura 22 – Fotografias das peças cerâmicas envolvidas no estudo. A) Vaso verde – cerâmica vermelha, substrato poroso; B) *cachepot* branco – cerâmica branca, substrato não poroso. Peças pertencentes à Sr^a. Elisa Quincozes Velleda. Fotos: Karen Caldas e autora, 2012.

⁸⁹ Parâmetros ambientais: clima subtropical úmido, temperatura média anual de 17,5°C e umidade relativa em torno de 85%.

Foram escolhidas duas peças não institucionais, apresentadas na figura 22: uma possui um substrato vermelho e poroso, está pintada e vitrificada; a outra apresenta um corpo branco, não poroso, pintado e com acabamento fosco. A escolha das diferentes peças pretende demonstrar que o método poderá ser ajustado à composição de classes cerâmicas bastante distintas.

A partir da análise dos fragmentos dessas cerâmicas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e por espectrometria de energia dispersiva de raios-X (EDX) foi possível classificar as cerâmicas conforme os critérios estabelecidos por Pascual & Patino (2005) e Fabbri & Guidotti (2004). As análises no MEV e no EDX confirmaram a categoria de faiança para o vaso verde, mas para o *cachepot* branco, inicialmente classificado apenas como porcelana, indicaram a necessidade da subclassificação: a morfologia do substrato (Figura 23) não apresentou vacúolos e microinclusões normalmente descritos para a porcelana em outros estudos de restauração⁹⁰, assim como a composição elementar do fragmento analisado exibe um traço mínimo de cálcio (Tabela 4). As características do *cachepot* refletem os avanços técnicos na fabricação de cerâmicas brancas no século XX, assim, classifica-se o objeto como *porcelana avançada*⁹¹.

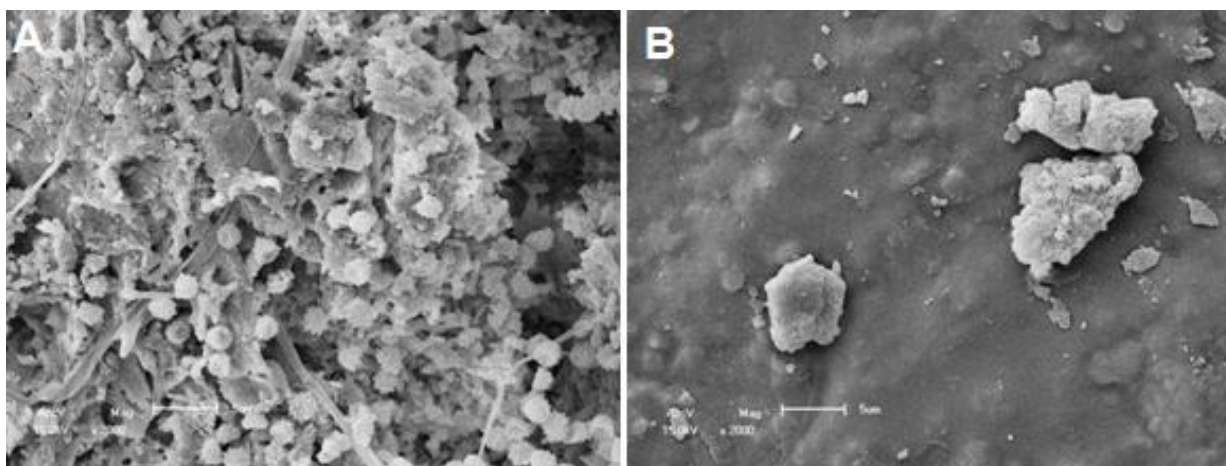


Figura 23 – Micrografias dos fragmentos cerâmicos, obtidas por MEV. Exame X2000: A) Corpo cerâmico vermelho e poroso; B) corpo cerâmico branco e não poroso. Fonte: Edilson Pollnow (2012).

⁹⁰ Cf. Larsson (2008).

⁹¹ Terminologia sugerida em Fabbri & Guidotti (2004, p. 79).

Tabela 4 – Composição química das cerâmicas a serem reconstituídas.

| Elementos | (% em peso) | |
|---------------------|--------------|--------------|
| | Porcelana | Faiança |
| Si (Silício) | 86.30 | 31.20 |
| K (Potássio) | 15.50 | 6.00 |
| Fe (Ferro) | 4.55 | 30.45 |
| Ca (Cálcio) | 0.80 | 37.70 |
| Ti (Titânio) | 0.65 | 1.90 |
| Pb (Chumbo) | – | 15.75 |
| Cu (Cobre) | 0.65 | – |
| Rb (Rubídio) | 0.30 | – |
| Zr (Zircônio) | 0.25 | – |
| Sr (Estrôncio) | 0.20 | 0.50 |

Média dos resultados apresentados nos anexos A, B, C, D e E. Fonte: autora, 2012.

Os resultados do EDX (Tabela 4) foram associados ao estudo dos compostos argilosos para selecionar os minerais presentes nas massas de restauração⁹². Eles são: para o substrato colorido, dióxido de silício (SiO_2), carbonato de cálcio (CaCO_3) e óxido de ferro vermelho e amarelo (hematita, Fe_2O_3 , e hidróxido férrico, FeOOH); para o substrato branco, dióxido de silício e carbonato de cálcio. Todos esses materiais são sólidos micropulverizados, de fácil obtenção no Brasil e apresentam as seguintes características e qualidades para a mistura polimérica em questão:

- a) Dióxido de silício: material inerte, resistente ao intemperismo e altas temperaturas (ponto de fusão por volta de 1600°C), que funciona basicamente como agente espessante⁹³;
- b) Carbonato de cálcio: material alcalino, resistente ao calor de até 800°C , que funciona como desacidificante da emulsão PVA, agente espessante e carga branca;
- c) Hematita: material resistente ao aquecimento de até 1500°C ; age como pigmento vermelho;
- d) Hidróxido férrico: resistente ao calor de até 135°C ; age como pigmento amarelo.

⁹² Os elementos químicos em menor concentração foram desprezados. Os principais compósitos cerâmicos estão disponíveis na seção 3.4.

⁹³ Espessante é uma substância que auxilia a aumentar a viscosidade das soluções, emulsões e suspensões.

A emulsão PVA selecionada para servir de agregante desses sólidos minerais foi a cola Cascorez Extra, rótulo azul, produzida pela Henkel. A escolha desse produto levou em consideração três pontos principais: i) a manualística da restauração cerâmica geralmente aconselha emulsões PVA de fácil acesso para a etapa de recomposição estrutural dos artefatos, talvez por que essa tipologia de objeto seja considerada resistente de um modo geral; ii) o produto está listado como material de restauração em Burgi, Mendes & Baptista (1990, p. 3 – 4); iii) as especificações técnicas do fabricante apresentam um adesivo do tipo *homopolímero*⁹⁴, de boa resistência ao calor, à umidade e à biodegradação, cuja aplicação a quente (até 90°C) permite o processamento por irradiação micro-ondas⁹⁵.

Os anexos F e G destacam parte dos boletins técnicos da cola Cascorez, nos quais ainda é possível verificar o pH ácido da substância (pH= 4 – 5) e seu teor de sólidos (40% – 45%), cujos elementos, infelizmente, não estão especificados.

Já foi lembrado anteriormente que a falta de informação sobre produtos industriais costuma ser um problema aos olhos dos cientistas da conservação: presume-se que certos compósitos desconhecidos possam prejudicar a durabilidade das zonas de intervenção. Na presente pesquisa essa visão será levada em consideração, porém, nesse momento, basta centrar atenção no alto percentual de líquido da cola Cascorez – o gráfico ilustrado na figura 24, que considera a média do percentual de sólidos, auxilia na fixação dessa informação.

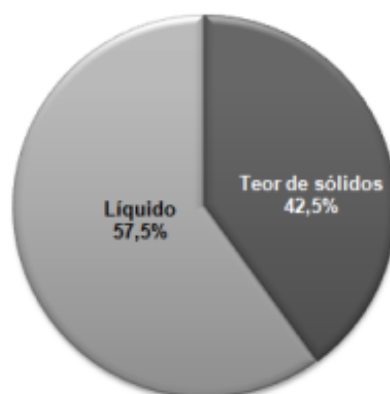


Figura 24 – Gráfico da relação sólidos-líquido da emulsão PVA estudada. Fonte: autora, 2013.

⁹⁴ Os homopolímeros são produzidos a partir de um único composto químico (monômero), que se repete para formar o polímero. Em torno disso, é mais previsível a reatividade do material polimérico.

⁹⁵ Informações disponíveis em: <www.aphox.com.br/fispq/FISPQ%20-%20Cascorez.pdf> e <<http://www.madenova.com.br/FISPQCascorezExtra.pdf>>, acessos em 11 jun. 2013.

Grande parte dos problemas relacionados ao uso das emulsões PVA é o alto percentual de água na composição, que faz com que o material seja inconveniente por contrair de maneira significativa logo após a aplicação, reagir com o meio onde está exposto e aos poucos perder sua eficácia em função do envelhecimento químico. Portanto, a visualização do gráfico ilustrado na figura 24 permite dizer que a desidratação do sistema emulsionado pode ser um meio de preservar as características adesivas do produto.

O pensamento está relacionado à compreensão das propriedades químico-físicas da matriz polimérica (a emulsão PVA), que normalmente a bibliografia da conservação-restauração não esclarece. Em verdade, os adesivos dessa classe são descritos de maneira genérica na literatura⁹⁶. Em resumo, as referências informam: adesivo de composição plastificante e de pH ácido, que é pouco alergênico na sua aplicação e que resulta em uma película transparente, flexível, de alto poder adesivo e de coesão, que é estável na presença de luz e em variações ambientais normais, porém perde resistência quando aquecida e no envelhecimento se oxida, se torna rígida e amarelada; solúvel em água, álcool e acetona.

Essas informações, porém, são insuficientes para apoiar a reflexão quando o adesivo está combinado com cargas e/ou sofre algum processamento prévio – tal como o caso envolvido no estudo. Para refletir sobre o desempenho técnico das massas polivinílicas irradiadas foi preciso ter em mente um conhecimento mais aprofundado sobre o compósito mais reativo: a matriz polimérica PVA.

5.2.1. Noções químico-físicas sobre emulsões PVA

Conforme Ferreira (2011), as resinas vinílicas são duras, insolúveis em água e possuem natureza ácida. Esse tipo de material foi introduzido em 1928 e primeiramente seu uso envolvia solventes orgânicos. A aplicação em conservação-restauração data de 1932, mas não havia grandes preocupações com a toxicidade das soluções PVA.

As emulsões PVA a base d'água, por sua vez, surgiram por volta de 1945 e, por sua baixa toxicidade, logo conquistaram espaço nas práticas de conservação-

⁹⁶ Cf. Burgi, Mendes e Baptista (1990, p. 3 - 4); Calvo (1990, p. 11 – 12); Scicolone (2002, p. 213 – 215), Carvalho (2004) e Abaroa (2005).

restauração. Contudo, a nova apresentação evidenciou problemas de rigidez e de amarelecimento logo que surgiu, provocando dúvidas em relação ao desempenho técnico da matriz polimérica. Os mesmos problemas estimularam os estudos voltados à compreensão do envelhecimento dos adesivos emulsionados e, de um modo geral, a resina PVA apresenta grande estabilidade.

A fórmula ilustrada na figura 25 representa a organização química estrutural do PVA do tipo homopolímero, onde podemos conhecer a unidade de repetição entre colchetes – o *monômero de acetato de vinil*⁹⁷ (VAM). Uma molécula de PVA pode conter milhares de VAM, quantidade que é definida para massa molecular do polímero (Mw_{pol}).

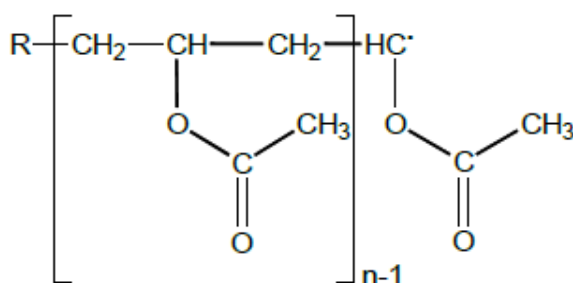


Figura 25 – Fórmula estrutural do *poliacetato de vinil*. R= radical iniciador. Fonte: Ferreira (2011, p. 5).

A união de vários monômeros resulta em uma cadeia principal formada por ligações apolares carbono – carbono (C – C) e ligações laterais com o grupo funcional acetato. Segundo o que indicam Figueiredo Jr. (2012, p. 70 – 75) e Ferreira (2011, p. 4 – 6), as ligações C – C remetem à *termoplasticidade*⁹⁸ e à estabilidade química dos materiais derivados dessa classe. Por outro lado, a cadeia lateral sugere a formação de ácido acético (CH₃COOH) se houver quebra de ligação e associação com o hidrogênio. A formação de ácido acético aumenta a acidez do polímero e leva ao envelhecimento químico do material.

A acidificação do PVA pode ter origem em certos componentes da fórmula, mas se o produto estiver dentro do prazo de validade, o fenômeno ocorre e estaciona, sem que os efeitos do envelhecimento molecular se tornem evidentes.

⁹⁷ Monômero é a unidade de repetição do polímero. O composto orgânico acetato de vinil, cuja fórmula química é C₄H₆O₂, é o monômero do polímero PVA.

⁹⁸ Dinâmica mecânica de expansão e contração em função do aquecimento. Em teoria, os polímeros termoplásticos podem ser repetidamente amolecidos, moldados e tensionados quando aquecidos, e no resfriamento retornam a sua condição anterior. De certa maneira a propriedade mantém a estabilidade química e física dos filmes PVA até certa taxa de temperatura.

Causa maior preocupação a ação da intempérie: os fatores ambientais⁹⁹ têm um efeito sinérgico e provocam por vias distintas a produção contínua de ácido acético. Porém é bom lembrar que em condições museológicas ideais – isto é, boa ventilação e respeito aos índices universais de temperatura (19°C – 22°C), umidade relativa (50% – 60%) e intensidade de luz (50 – 80lux) – a acidificação progride lentamente. Segundo Figueiredo Jr. (2012, p. 75), se houver controle dos fatores ambientais, espera-se uma estabilidade de 100 anos para os filmes PVA, sem modificações significativas nas suas características físicas evidentes.

Para compreender a cinética do envelhecimento dos produtos da classe PVA é preciso conhecer o processo de produção desses materiais. De modo bastante resumido, a emulsificação é a reação de poliadição de VAM em meio aquoso. Para isso, são necessários alguns aditivos: primeiramente um *iniciador*¹⁰⁰ diluído em água e um *surfactante*¹⁰¹. A estabilização da mistura, isto é, a interrupção da polimerização, conta ainda com um *plastificante*¹⁰², que por vezes atinge a concentração de 20%. Particularmente, a origem do ácido acético é o emprego do álcool polivinílico (PVAL) como plastificante e, desse modo, é aconselhável evitar os adesivos com esse compósito (Ferreira, 2011).

Na etapa de produção, as emulsões apresentam uma proporção equilibrada de polímero e água (V/V=50:50). Depois disso, a matriz polimérica é mais diluída em água, aumentando a probabilidade de reações químicas e as emulsões PVA podem receber compósitos sólidos de função específica em baixa concentração, tais como espessantes, fotoestabilizantes, biocidas, dentre outros. Tais componentes podem agir como sensibilizantes ou como protetores, dependendo da sua natureza química. Assim, os produtos derivados da emulsão PVA – as tintas e os adesivos a base de emulsão aquosa PVA, por exemplo – se diferenciam na sua estabilidade química e irão formar filmes relativamente distintos nesse aspecto.

De um modo geral, os sistemas adesivos PVA emulsionados de boa qualidade apresentam um teor de sólidos por volta de 50 a 60% em peso. Na fase da secagem, a reação de polimerização se reinicia: as macromoléculas do polímero

⁹⁹ Ação da luz visível, os raios ultravioletas (UV) e infravermelhos (IF), temperatura climática ou fonte de calor (T), umidade do ar (O₂+H₂O), a poluição atmosférica e contaminantes – todos esses fatores, juntos, provocam alterações químicas no PVA.

¹⁰⁰ Responsável por fazer com que o VAM inicie sua polimerização.

¹⁰¹ Aditivo que permite a dispersão do polímero, que nessa etapa se organiza em macromoléculas que se assemelham a bolhas.

¹⁰² Além da estabilização, o plastificante auxilia a tornar a resina flexível.

aproximam-se e se ajustam; ao mesmo tempo a evaporação da água faz surgir poros. Após a secagem, se observa uma película transparente, flexível, lisa e uniforme macroscopicamente, mas microscopicamente o material é um sólido poroso de superfície irregular¹⁰³. O desenho esquemático apresentado na figura 26 ilustra a micromorfologia do filme PVA, com destaque para o *arranjo vítreo linear*¹⁰⁴ das longas cadeias do polímero.

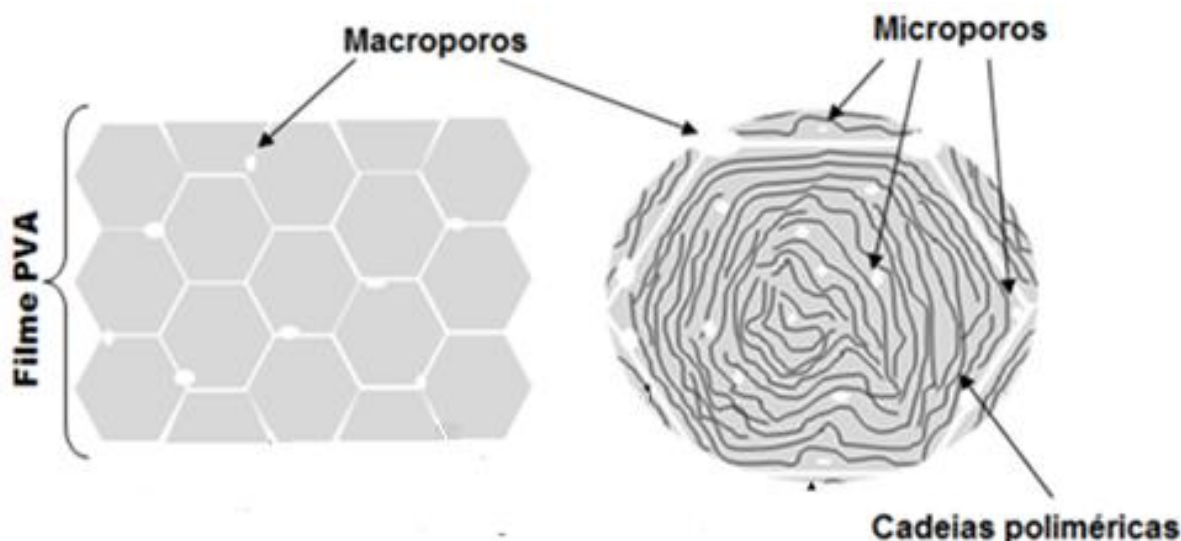


Figura 26 – Representação esquemática da micromorfologia do filme PVA. Fonte: baseado nas informações de Figueiredo Jr. (2012) e Ferreira (2011).

A película PVA adquire e mantém suas melhores características se os parâmetros da t_g da matriz polimérica forem respeitados. Em termos experimentais a t_g é o parâmetro utilizado para avaliar a dureza/flexibilidade dos polímeros em função de uma determinada temperatura. Nesse aspecto, cada produto PVA tem uma reatividade própria em função de sua fórmula e características gerais do material sólido (Mw_{pol} , teor de sólidos, porosidade, assim por diante). A literatura¹⁰⁵, porém, informa parâmetros gerais, que são:

¹⁰³ Cf. Ferreira (2011, p. 7).

¹⁰⁴ No arranjo vítreo as cadeias poliméricas se apresentam desordenadas, mas emparelhadas lado a lado dentro das macromoléculas. Essa característica está relacionada de um modo especial à mobilidade das cadeias poliméricas e à flexibilidade do polímero, que no envelhecimento resultam prejudicadas.

¹⁰⁵ Os parâmetros da t_g do PVA reúnem informações de Burgi, Mendes e Baptista (1990), Gómez González (2000), Scicolone (2002), Carvalho (2004), Abaroa (2005), Ferreira (2011) e Figueiredo Jr. (2012).

a) Entre 10°C – 28°C , respectivamente a temperatura mínima de formação do filme (TMFF) e o ponto de vitrificação da resina (P_v): nesse estágio, o adesivo seca naturalmente, assume o estado sólido e mantém as características desejadas se não houver elevação da temperatura. Do contrário, o ponto de vitrificação também estabelece a taxa de temperatura na qual o material sólido aumenta sua flexibilidade e vai em direção ao ponto de fusão (P_f).

b) O P_f é quando o adesivo sólido tenta retornar ao estado líquido como reflexo de alterações provocadas por energia calorífera. Para esse ponto, as referências divergem e indicam maior variabilidade (de 28°C ou 60°C a 200°C) em função da diferenciação entre os produtos PVA.

c) Ponto de ebulição (P_e) é fixo na faixa de 100°C : é quando inicia a combustão do polímero, acompanhada da liberação de substâncias voláteis, nocivas e poluentes.

As substâncias puras apresentam o P_v e o P_f na mesma faixa de temperatura, mas nas misturas de duas ou mais substâncias isso geralmente não acontece. Existe um intervalo de amolecimento entre o P_v e o P_f associado à termoplasticidade dos produtos PVA e às temperaturas que os materiais dessa classe suportam sem sofrer alterações químicas significativas. Essa capacidade tem seu lado benéfico e seus inconvenientes: como lado positivo é possível citar a *estabilidade química* dos adesivos na aplicação a quente¹⁰⁶ e a *aderência* dos filmes PVA em determinadas superfícies de aplicação¹⁰⁷. Por outro aspecto, na elevação da temperatura, o filme aquece, incha e seus poros dilatam, aumentando a probabilidade absorção de umidade e de penetração de contaminantes.

Nesse ponto, chega-se ao momento em que é possível refletir sobre o envelhecimento molecular do filme PVA em função do intemperismo. Dentre os fatores ambientais, a umidade e a temperatura são os principais agentes de deterioração dos adesivos PVA: a presença de umidade instala as condições favoráveis para (re)iniciar as reações químicas nocivas, mas para que isso de fato ocorra, será necessária uma energia de ativação proveniente de uma fonte de calor

¹⁰⁶ Desde que se conheça o limite seguro de temperatura.

¹⁰⁷ Refere-se à estabilidade física: são menores as chances de ocorrer descolamentos e trincas se houver compatibilidade entre a dinâmica mecânica do filme PVA e da superfície de aplicação.

ou de irradiação (GÓMEZ GONZÁLEZ, 2000, p. 348 – 349). São dois os mecanismos de deterioração molecular: as reações de oxidação e de acidificação¹⁰⁸.

De acordo com Ferreira, Melo & Ramos (2010) e Ferreira (2011), as consequências da oxidação e da acidificação têm relação direta com o desempenho mecânico dos filmes PVA: a cisão e a *reticulação*¹⁰⁹ da cadeia polimérica, que são acompanhadas pela formação de certos compostos intermediários e pela liberação de produtos voláteis¹¹⁰. Os compostos intermediários estão associados aos grupos funcionais das cetonas (C=O), hidroperóxidos (COOH) ou às duplas ligações carbono-carbono (C=C), que se transformam em funções polares (alcoóis, ésteres, aldeídos e cetonas) e, por fim, podem se polimerizar de modo semelhante ao PVA ou provocar o desaparecimento de parte da cadeia polimérica original (alteração da Mw_{pol}). As evidências de tudo isso são, além da acidez, a maior dureza e rigidez do filme adesivo, assim como a diminuição de sua solubilidade de um modo geral.

Para o caso em estudo, todas essas informações sobre a cinética do envelhecimento das emulsões PVA – e dos filmes formados pelo mesmo material – são parâmetros a refletir. Considera-se que a desidratação do sistema emulsionado diminuirá a probabilidade de alterações químicas que podem surgir em função do alto percentual de água da matriz polimérica e, ao mesmo tempo, a estrutura do material sólido será menos porosa e mais resistente. Por outro lado, torna-se fundamental compreender o efeito do processamento no forno de micro-ondas, pois através disso as reações de oxidação e de acidificação podem ser potencializadas. Espera-se, no entanto, que isso não ocorra, especialmente por que as cargas minerais devem auxiliar na resistência física das massas polivinílicas e agir como inibidores da acidificação¹¹¹.

¹⁰⁸ Segundo Figueiredo Jr. (2012, p. 94): “A oxidação de um composto orgânico pode ser compreendida como a entrada de um oxigênio em sua fórmula ou a saída de um hidrogênio”. A radiação pressupõe a provável participação de fótons na reação de oxidação, passando a chamar-se fotooxidação. A acidificação, por sua vez, pode ser compreendida como reflexo das reações em cadeia iniciadas com a oxidação/fotooxidação e que causam o aumento progressivo de ácido acético no sistema.

¹⁰⁹ O arranjo linear das cadeias poliméricas, que favorece à flexibilidade do adesivo, se altera: em determinados pontos surgem ligações cruzadas que prejudicam a mobilidade das cadeias poliméricas.

¹¹⁰ Tais como, o monóxido de carbono (CO), o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), entre outros.

¹¹¹ De um modo especial, o carbonato de cálcio tem a capacidade de neutralizar soluções onde o ácido acético está presente (CALVO, 1997, p. 50).

5.3. Estudo da radiação emitida por um forno de micro-ondas

Na atualidade, as micro-ondas representam praticidade e eficiência. O uso de aparelhos que produzem esse tipo de radiação é cada vez mais comum no ambiente doméstico e é visível a crescente importância científica desse tipo de tecnologia. Apenas para ilustrar essa questão, citam-se as pesquisas ligadas à engenharia de materiais buscando eficiência na produção de objetos cerâmicos e materiais poliméricos¹¹², bem como os estudos das micro-ondas para dessalinizar materiais pétreos e para descupinizar bens em madeira na conservação-restauração de bens culturais móveis e integrados¹¹³. Portanto, a abordagem de pesquisa envolvendo a tecnologia das micro-ondas é uma realidade e, ao menos para a conformação de materiais cerâmicos e poliméricos, torna-se bastante promissora.

O estudo dos efeitos do forno de micro-ondas sobre a emulsão PVA, parte da definição e classificação da energia que o aparelho emite. Segundo Elbern (s.d.), as micro-ondas são um tipo de energia transmitida por ondas eletromagnéticas classificadas como radiação não ionizante, que não possui capacidade de emitir fótons¹¹⁴. Mai, Balzaretto & Schmidt (2007, p. 25) completam:

Radiações **ionizantes** são aquelas que têm energia suficiente para **arrancar elétrons dos átomos**, como é o caso dos raios ultra-violeta C, raios x e raios γ . [...] As **micro-ondas não têm** energia suficiente para provocar esse efeito, portanto **não são ionizantes** (grifo nosso).

Portanto, as referências indicam que a irradiação micro-ondas é incapaz de (foto) oxidar os materiais a ela submetidos.

Para explicar o efeito térmico deste tipo de irradiação recorre-se à representação do espectro eletromagnético ilustrado na figura 27. As micro-ondas estão entre os raios infravermelhos e as ondas de rádio e, logo acima, é possível verificar o tipo de onda produzido: o longo comprimento indica a baixa frequência sobre a matéria e, ao mesmo tempo, uma alta intensidade. A baixa frequência indica

¹¹² Keyson et. al. (2006), Menezes, Souto & Kiminami (2007), Sugandha & Jha, (2013), Vasconcelos et. al. (2007), Ribeiro et. al (2012).

¹¹³ Cf. Price (1996, P. 16) e Ridou (2008, p. 148). Para lembrar, Frangova (2007) também ensaia a produção de uma cerâmica polimérica por irradiação microondas.

¹¹⁴ Informações coletadas no artigo *Radiações não-ionizantes: conceitos, riscos e normas*. Disponível em: <<http://www.prorad.com.br/cursos/Cursos/rni.pdf>>, acesso em 01 nov. 2012.

que a energia micro-ondas incide pouco sobre a matéria; a alta intensidade sugere a longa permanência da energia no interior do material submetido às micro-ondas.

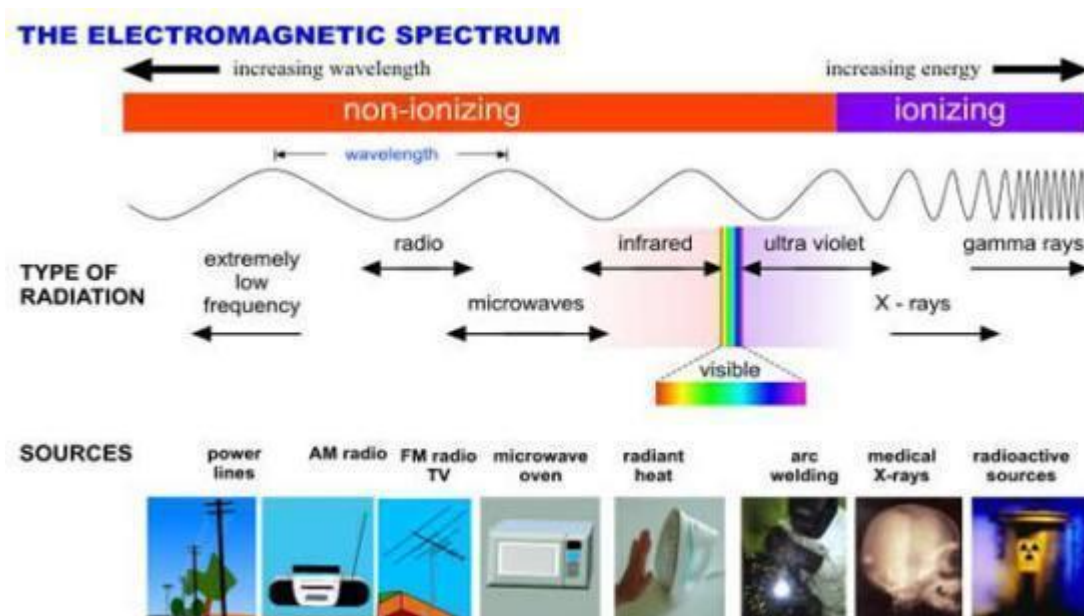


Figura 27 – Representação esquemática do espectro eletromagnético. Disponível em: <biomedicaltopics.net/radiacoes-parte-1-tipos-de-radiacao-radiacao-ionizante/>, acesso em 29 set. 2011

Em verdade, os fornos de micro-ondas utilizam ondas com frequência de 2,45 GHz (ou 2450 MHz) que permitem aumentar a energia cinética de moléculas polares, especialmente as da água, gorduras e açúcares (MAI, BALZARETTI & SCHMIDT, 2007, p. 13, 20 – 21). Assim, as micro-ondas são convertidas em energia calorífera. O calor se concentra na superfície do material em princípio (2 – 4 cm) e se propaga através da vibração molecular transmitida por condução até envolver todo o material¹¹⁵.

Em teoria, portanto, já que o polímero apresenta característica química apolar, a irradiação não afetará diretamente a resina PVA. Nas substâncias polivinílicas em estudo, as micro-ondas irão ativar as moléculas de água, que serão as responsáveis por aquecer todo o material antes de sua evaporação.

Nesse aspecto, cabe observar duas questões principais: primeiro alguns aditivos da emulsão PVA podem ser eliminados junto com a água (na evaporação); depois, certa quantidade de água precisará permanecer no sistema por que é isso

¹¹⁵ Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/microondas.asp>>, acesso em 29 set. 2011.

que garante a plasticidade do material de restauração¹¹⁶. Sobre o primeiro ponto será difícil refletir, pois não se sabe a fórmula química exata do produto Cascorez. Com relação à desidratação parcial, as moléculas de água que permanecem não serão ionizadas e, desse modo, o polímero não deve ser afetado quimicamente por esse fator – não ao menos durante o processamento. Resta então verificar os efeitos físicos causados pela irradiação e pelas alterações que podem surgir após o processamento das misturas polivinílicas, através de técnicas analíticas instrumentais. Fundamentalmente, esta foi a direção que o plano prático de investigação do trabalho foi conduzido.

Com relação ao planejamento do processamento das misturas polivinílicas, torna-se importante considerar que os equipamentos de micro-ondas variam bastante na sua capacidade, especialmente em função de sua potência e frequência. Esses parâmetros influenciam de modo direto no grau de temperatura que as misturas atingirão durante a sua desidratação. A quantidade de material que será exposto à radiação, também, interfere em um tempo maior ou menor desse processo.

Com isso, alguns cuidados precisaram ser tomados para que as misturas polivinílicas não ultrapassassem o parâmetro máximo de 90°C, estabelecido pelo fabricante da Cascorez, e para que o tempo de processamento não causasse a desidratação além do desejável. Em verdade, essa situação foi resolvida quando uma receita padrão foi elaborada, assunto apresentado no capítulo a seguir.

5.4. Elaboração da receita padrão das massas polivinílicas

Os ensaios iniciaram com a proporção equilibrada de cargas minerais e emulsão PVA Cascorez (50:50, percentual em peso). Posteriormente, as fórmulas foram ajustadas no pH, na cor e no tom, alterando ligeiramente os percentuais de compósitos¹¹⁷. As tabelas apresentadas nos apêndices B, C, D, e E organizam as informações gerais sobre as amostras de melhores resultados nessa etapa: F1, F2,

¹¹⁶ A eliminação parcial da água faz a substância mudar seu estado físico de pastoso para uma massa moldável.

¹¹⁷ O pH foi analisado com o kit de análise de pH-Fix 0-14, da Macherey-Nagel. A dosagem correta de carbonato de cálcio permitiu a neutralização do pH das substâncias. A proporção correta de óxidos de ferro permitiu produzir massas polivinílicas com a cor e o tom próximos às características da cerâmica vermelha. Depois disso a fórmula foi balanceada.

P1 e P2. Todas as substâncias foram desidratadas em um forno de micro-ondas Eletrolux, modelo MEF41, cujos dados técnicos se encontram no anexo H.

A temperatura de processamento ficou estabelecida na taxa aproximada de 80°C, sendo que foi monitorada com um termômetro (200°C). O protocolo foi executado em intervalos regulares de tempo e imediatamente após a abertura do aparelho, quando o preparo das massas era interrompido para homogeneização das misturas¹¹⁸. A partir disso foi possível verificar a temperatura que as substâncias atingem em diferentes níveis de potência da radiação¹¹⁹.

As massas polivinílicas de melhores resultados foram a F1 e a P2: tinham um peso inicial de 90,11g (colorida) e 85g (branca) e foram processadas em potência média (50) por 2 minutos e 30 segundos. A temperatura média alcançada no processamento das misturas foi de 79,5°C para a colorida e de 75°C para a branca. Após o preparo, o material ofereceu plasticidade, adesividade, pH neutro¹²⁰ e uma perda de massa de, respectivamente, 20% e 18%. Depois, separou-se 14g para modelar amostras em formas de silicone (12,0 cm x 1,2 cm x 0,5 cm; comprimento, largura e espessura, respectivamente) e o restante do material foi embalado em saquinhos de polietileno (Figura 28). Verificou-se que em três dias as amostras modeladas apresentaram superfície mais resistente; aos 7 dias o material aparentava estar seco e coeso, evidenciando também variações laterais mínimas (0,5cm) e perda de massa (8% e 7%); aos 14 dias o material apresentava semelhanças físicas com as cerâmicas originais, sem quaisquer outras alterações evidentes; aos 30 dias apenas as massas brancas adquiriram um tom amarelado na parte inferior¹²¹.

¹¹⁸ A homogeneização é necessária para que a desidratação aconteça de modo uniforme. Ao mesmo tempo isso permite que as amostras resfriem um pouco. Quando o processamento foi executado de modo contínuo o material ultrapassou os 90°C de temperatura.

¹¹⁹ Os níveis de potência exigiram um maior ou menor tempo de processamento. A temperatura variou em algumas situações, provocando diferenças significativas na plasticidade do material. A partir disso, passou-se a observar a eficiência do processamento entre as potências 50 e 100.

¹²⁰ Análise executada umidificando a superfície da amostra.

¹²¹ Nessa fase as amostras secaram dentro das formas. Posteriormente foram produzidas novas amostras que secaram livremente, onde a alteração de cor não ocorreu.



Figura 28 – Fotografia das massas polivinílicas embaladas. Foto: autora, 2012.

A monitoração das amostras foi continuada por mais 90 dias, com verificações a cada duas semanas. Durante esse período foi percebido apenas alterações relacionadas à secagem das amostras embaladas: perda de massa (g), alterações nos tons das cores (mas sem amarelecimento nas massas brancas), diminuição da plasticidade e de adesividade, além do aumento da resistência. Aos 75 dias o percentual de massa perdido atingiu aproximadamente 26% para a massa F2 e 25% para a massa P2 e aos 90 dias essas amostras foram encontradas completamente secas, sem qualquer outra mudança evidente. Salienta-se que nem amostras embaladas, tampouco as secas, apresentaram indício de biocolonização ou alteração do pH.

Após todas essas verificações, o desempenho das massas F2 e P2 foi considerado satisfatório e, assim, os percentuais de seus compósitos tornaram-se referências para todos os outros ensaios. A visualização dos gráficos apresentados nas figuras 29 e 30 permitiu distinguir as principais diferenças de composição entre as massas polivinílicas coloridas e brancas, antes e depois do processamento. Chama-se a atenção para o percentual de água que permaneceu no sistema (Figuras 29.B e 30.B), que foi de 5,3% para a massa F2 e 6,75% para a massa P2, sem que isso tenha provocado acidificação do material.

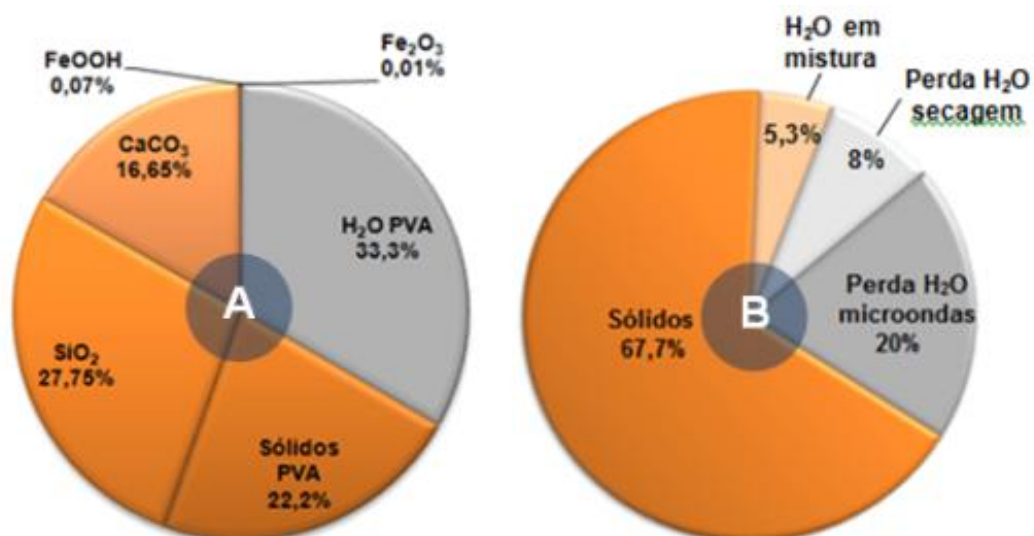


Figura 29 – Gráficos do percentual de compósitos da amostra F2. Análise da evolução da desidratação: A) Compósitos das misturas; B) Resultado após 90 dias. Fonte: autora, 2014.

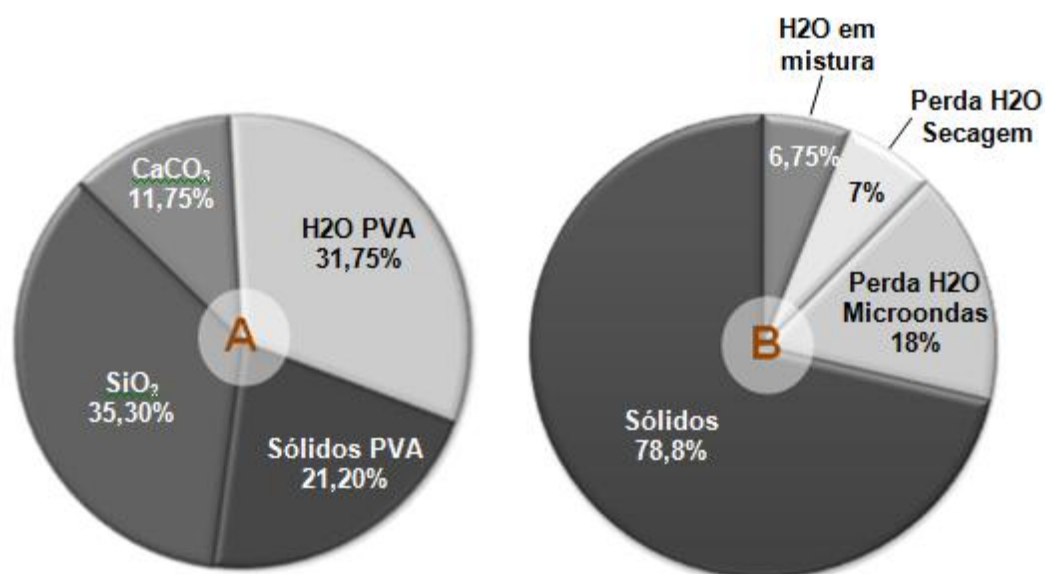


Figura 30 – Gráficos do percentual de compósitos da amostra P2. Análise da evolução da desidratação: A) Compósitos das misturas; B) Resultado após 90 dias. Fonte: autora, 2014.

Planejou-se também um ensaio considerando receitas em quantidades maiores (100g, 200g e 500g). Partindo dos parâmetros de potência (50) e de tempo (5 x 30s) de F2 e P2, foram produzidas receitas em duplicata para verificar os ajustes necessários relacionados a esses fatores de processamento. A tabela 5 apresenta os resultados.

Tabela 5 – Comparação do processamento variando a potência de irradiação.

| Misturas | | Compósitos (g) | | | | | Potência | t | | Temperatura (°C) | Massas | |
|----------|-----|----------------|------------------|-------------------|-------|--------------------------------|----------|-------------|----------------|------------------|--------|---------|
| | | PVA | SiO ₂ | CaCO ₃ | FeOOH | Fe ₂ O ₃ | | min | seg | | (g) | Perda % |
| Amos. | (g) | | | | | | | | | | | |
| F2 | 100 | 55,5 | 27,7 | 16,6 | 0,07 | 0,01 | 50 | – | 5X30 | 70 | 83 | 17 |
| | | | | | | | 100 | 2X1 | – | 80 | 80 | 20 |
| | 200 | 111 | 55,5 | 33,3 | 0,14 | 0,06 | 50 | – | 10X30 +4X30 | 65 | 170 | 15 |
| | | | | | | | 100 | 3X1 +1 | – | 82 | 159 | 20,5 |
| | 500 | 277,5 | 138,75 | 83,25 | 0,35 | 0,15 | 50 | – | 20X30 +2X30 | 65 | 430 | 14 |
| | | | | | | | 100 | 4X1 +2X1 | – | 82 | 402 | 19,6 |
| P2 | 100 | 53 | 35 | 12 | – | – | 50 | – | 5X30 | 71 | 82,5 | 17,5 |
| | | | | | | | 100 | 2X1 | – | 79 | 82 | 18 |
| | 200 | 106 | 70 | 24 | – | – | 50 | – | 10X30 +3X30 | 66 | 184 | 16 |
| | | | | | | | 100 | 3X1 +30s | – | 80 | 182 | 18 |
| | 500 | 265 | 175 | 60 | – | – | 50 | – | 20X30 +30 | 63 | 185 | 15 |
| | | | | | | | 100 | 4X1 +1 | – | 83 | 182 | 18 |

Fonte: autora, 2013.

A partir da tabela 5 é possível verificar-se que:

a) O nível de potência 50 deve ser utilizado para preparar massas polivinílicas de até 100g. Isso permite o processamento do material sem elevar demasiadamente a temperatura.

b) O nível de potência 100 pode ser usado no preparo de massas acima de 100g. Nessa condição, o tempo de preparo das massas é menor, mas a temperatura se mantém moderada. Em quantidades maiores, a potência média implica em maior tempo de preparo: a desidratação torna-se mais lenta por que a temperatura que as substâncias atingem é menor.

c) Para substâncias de 100g ou mais, os intervalos de tempo para homogeneização podem ser ajustados para 1min para atingir o ponto de plasticidade mais rápido, porém, acima de 1min, a temperatura das substâncias pode atingir níveis inconvenientes.

Com esse ensaio ficou claro que o tempo total de irradiação irá variar de acordo com o percentual de água envolvido no sistema, mas também dependerá da

quantidade de material a ser preparado. Se por acaso for necessário preparar massas polivinílicas em quantidades variadas, basta maior atenção nos últimos intervalos de processamento: se a substância demonstra estar pegajosa às mãos, o material carece de mais tempo de desidratação. O ponto de plasticidade é quando o material exibe elasticidade e flexibilidade para que possa ser modelado e moldado a frio.

5.5. Preparação das amostras

As amostras serviram para delimitar a utilização prática do material experimental e averiguar os efeitos da irradiação micro-ondas na mistura polivinílica que se estuda. O conjunto de amostras reúne fragmentos cerâmicos e substâncias polivinílicas irradiadas e não irradiadas.

As amostras de massas irradiadas e não irradiadas foram separadas para servir às análises instrumentais ou foram moldadas em formas de silicone (bastonetes medindo 12,0cm X 1,2cm X 0,5cm; comprimento, largura e espessura, respectivamente) e postas a secar em temperatura ambiente¹²². Ao todo, as amostras somam 35 unidades: 2 bastonetes feitos com emulsão PVA; 4 massas não irradiadas e 4 irradiadas para os ensaios de termogravimetria (TGA e D-TGA) e espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR); 4 massas reservadas em embalagem de polietileno e 13 bastonetes para a monitoração durante a secagem, caracterização física e reometria. Removeu-se 8 microamostras das amostras secas para analisar a porosidade do material por microscopia ótica¹²³.

Posteriormente, foram produzidas novas amostras de massas irradiadas para serem conformadas em formas de silicone de dimensões variadas: em bastonetes e em placas medindo 9,5cm X 9,5cm X 2,5cm; 9,5cm X 9,5cm X 1,8cm, 9,5cm X 9,5cm X 0,9cm e 45,0cm X 4,5cm X 1,5cm; comprimento, largura e espessura, respectivamente. Com isso, foi possível conhecer os problemas relacionados às alterações físicas que diferentes quantidades de material evidenciam durante sua secagem. Essas amostras somam oito unidades e serviram

¹²² Deve se considerar que a secagem está sob as condições climáticas de Pelotas/RS (clima subtropical úmido, temperatura média anual de 17,5°C e umidade relativa em torno de 85%).

¹²³ As partes removidas foram apenas postas entre vidros para correta fixação e foram analisadas no microscópio ótico a fresco.

também aos ensaios de revestimento. O que restou das massas foi embalado em plástico de polietileno e, posteriormente, foi aplicado na restauração dos objetos cerâmicos envolvidos no estudo.

5.6. Utilização prática do material experimental

Essa etapa do trabalho teve por objetivo demonstrar o desempenho das massas polivinílicas como material de restauração. Os ensaios foram divididos em quatro fases: i) teste de aplicação direta sobre os objetos cerâmicos; ii) teste de aplicação em grandes extensões (moldagem em formas); iii) ensaios de remoção; iv) testes de acabamento e revestimento.

5.6.1. Teste de aplicação

Para procedimento do teste, as massas polivinílicas foram aplicadas na recomposição dos objetos cerâmicos. Após 30 dias de secagem, as zonas reconstituídas foram examinadas para verificar suas condições. Por último, as partes restauradas foram submetidas à análise de fluorescência para destacar sua fácil distinção.

Alguns fragmentos do vaso em faiança foram reservados para análise no microscópio óptico (MO) – equipamento da marca Celestron, LCD Digital Microscope, modelo 44340. As zonas reconstituídas do *cachepot* de porcelana foram observadas com o microscópio digital USB, pois os fragmentos dessa peça eram demasiadamente grandes e não puderam ser submetidos à análise no MO convencional.

Na aplicação, observou-se o manejo geral do material de restauro: instrumentos, facilidades, dificuldades, possibilidades, resultado estético, entre outros dados. Avaliou-se, por exemplo: a aplicação da massa polivinílica na fixação de partes soltas, como disfarce de fissuras e na construção de zonas faltantes de pequena dimensão¹²⁴. Cabe salientar, portanto, que o trabalho não envolveu outros materiais, nem mesmo a emulsão PVA isolada para fixar os fragmentos.

¹²⁴ De um modo geral, os fragmentos dos objetos completavam as lacunas. Poucos espaços foram reconstituídos, especialmente no que diz respeito à porcelana, que é uma peça de pequeno porte.

As ilustrações a seguir representam a aplicação da massa polivinílica. Como era esperado, durante a execução do trabalho de restauração o material experimental demonstrou praticidade: aplica-se a frio, fixa-se por pressão ou com leve umidificação, permite ajustes por um tempo mais prolongado, além de exigir pouca infraestrutura, aparelhagem e mínimo instrumental. A consistência do produto evitou o deslocamento dos aditamentos, sendo que os excessos foram removidos facilmente com uma espátula de precisão, buchas de algodão ou *swabs*¹²⁵ levemente úmidos em água destilada (Figura 31B).

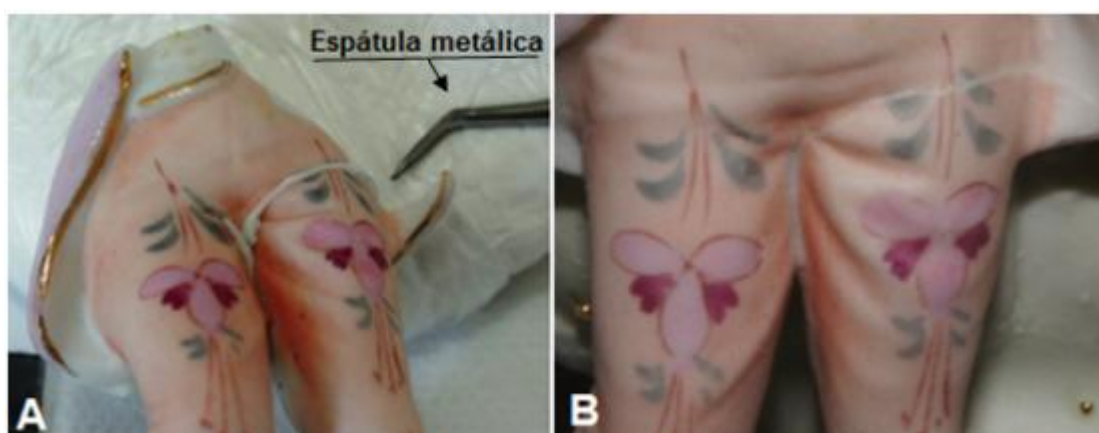


Figura 31 – Fotografias representando a remoção de excessos. Etapa de fixação de partes no *cachepot* de porcelana: A) logo após a aplicação; B) após a remoção. Fonte: autora, 2013.

A plasticidade da massa foi potencializada pelo calor das mãos no amalgamento¹²⁶ e a adesividade pode ser controlada com leve umidificação. Foi possível colar partes soltas (Figuras 31 e 32), preencher lacunas (Figura 33), além de sobrepor e remover partes defeituosas sem comprometer parte do trabalho. Quando a moldagem resultou insatisfatória, removeu-se o aditamento e a massa foi reutilizada; os eventuais descartes aconteceram em função da rigidez superficial do produto. O tempo total envolvido no trabalho de restauração foi de dois dias para a porcelana e sete dias para a faiança. As aplicações delgadas – associadas de um modo especial à porcelana (Figuras 31 e 33) – apresentaram estabilidade e resistência em aproximadamente 4hs, sendo que a completa secagem dos

¹²⁵ O *swab* é uma haste de madeira cuja extremidade pontiaguda é envolvida com algodão (semelhante a um cotonete). Trata-se de um instrumento de precisão que serve controlar a limpeza a úmido.

¹²⁶ A característica refere-se ao manejo da massa sem luvas. A dispensa do material de proteção é possível porque a massa polivinílica em questão não envolve diluição com solventes e é pouco tóxica e alergênica.

aditamentos foi percebida após três dias; em zonas mais espessas, similares as que o vaso em faiança apresentam (Figuras 32 e 34) estenderam um pouco o tempo de secagem de produto sem que surgissem problemas em função disso. Não houve necessidade de lixar ou polir nenhuma superfície no acabamento e após 15 dias não foram observadas contrações, fissuras, desprendimento ou qualquer sinal de acidez ou oxidação.

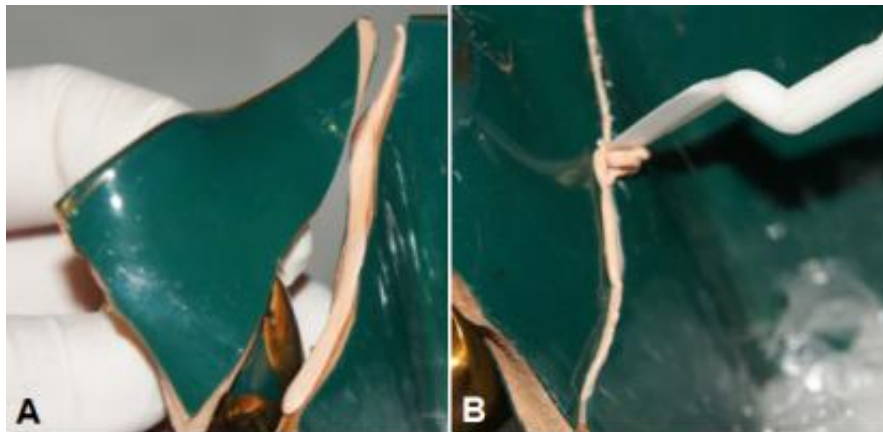


Figura 32 – Fotografias representando a colagem de fragmentos. Etapa de restauração na faiança: A) junta de fixação; B) remoção automática de excessos. Fonte: autora, 2013.

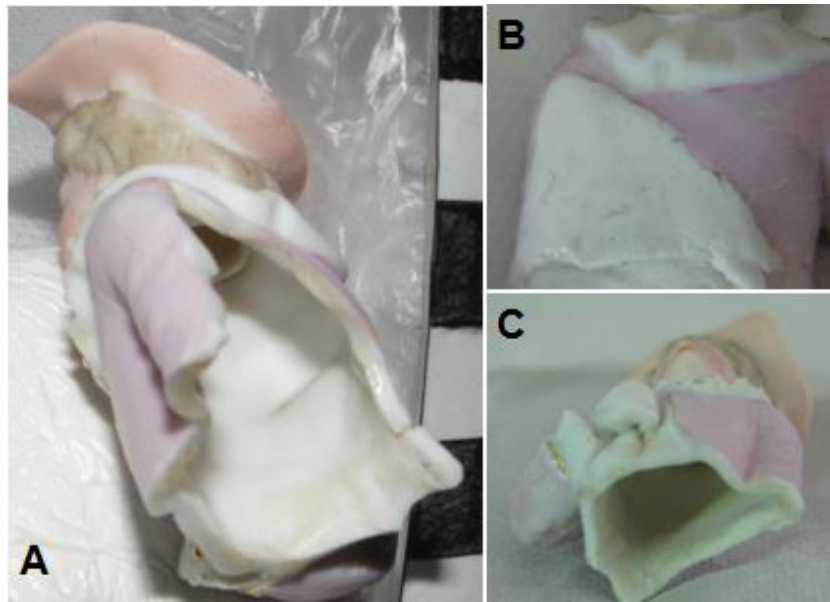


Figura 33 – Fotografias representando o preenchimento de lacunas. Etapa da recomposição do objeto de porcelana: A) lacuna; B) face externa do aditamento logo após a aplicação da massa; C) face interna do aditamento. Fonte: autora, 2013.



Figura 34 – Fotografia representando aditamentos espessos. Detalhe da recomposição da alça do vaso em faiança logo após a aplicação da massa polivinílica. Fotografia: autora, 2013.

Após a secagem, as zonas restauradas foram inspecionadas com lupa de mão e por microscopia óptica e não foi constatado nenhum descolamento. As partes restauradas da porcelana foram observadas com o microscópio digital USB, pois o objeto não possuía pequenos fragmentos para submeter à análise no equipamento convencional. Os fragmentos de faiança, por sua vez, foram examinados no microscópio óptico Celestron, LCD Digital Microscope, modelo 44340.

As macrofotografias exibidas na figura 35 e as micrografias ilustradas na figura 36 representam as perfeitas condições das zonas de intervenção: as massas polivinílicas aderiram perfeitamente sobre o substrato cerâmico e as alterações dimensionais não causaram problemas de descolamento.

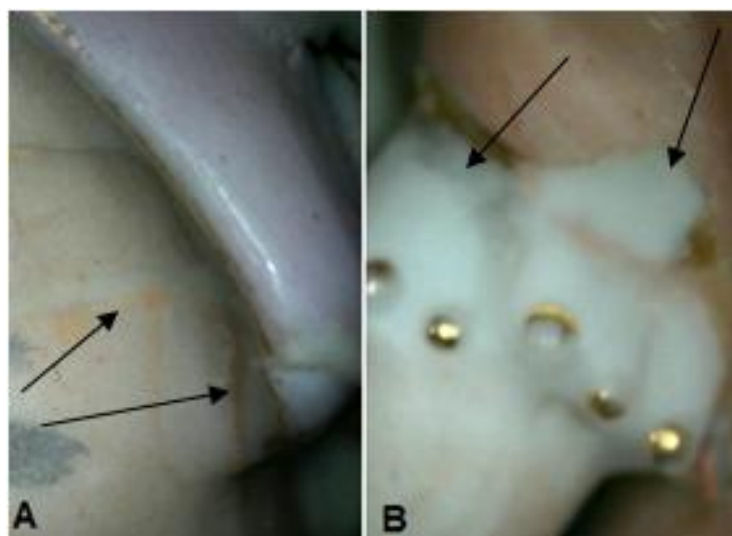


Figura 35 – Macrofotografias representando a boa aderência da massa branca. Detalhes da recomposição do *cachepot* de porcelana: A) junta de fixação das pernas da figura masculina; B) preenchimento de aprofundamento na veste da figura feminina. Fonte: autora, 2013.

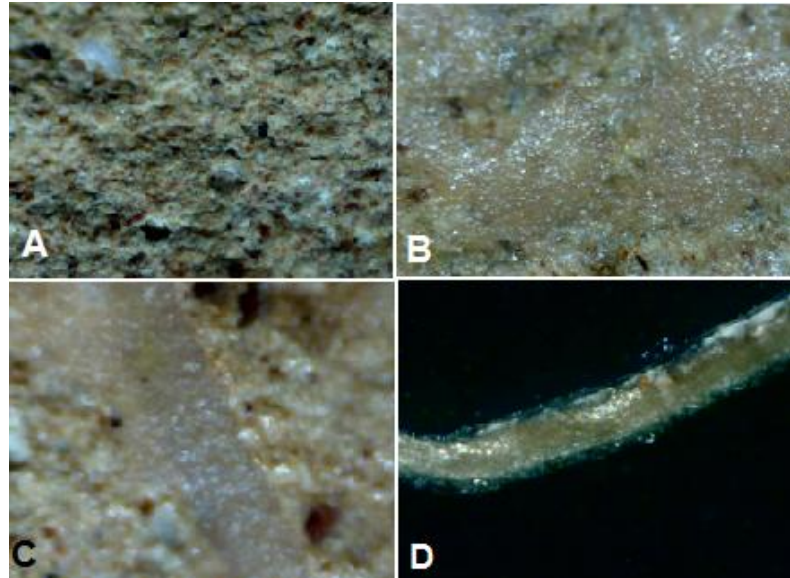


Figura 36 – Micrografias representando a boa aderência da massa colorida. Detalhes da recomposição do vaso em faiança visualizadas com um aumento de X40: A) substrato cerâmico original; B) substrato cerâmico coberto com a película de massa polivinílica (fragmento reservado para os ensaios de aplicação); C) interface entre dois fragmentos cerâmicos (face interna); D) interface entre dois fragmentos cerâmicos (face externa). Fonte: autora, 2013.

Posteriormente, foi executada a análise de fluorescência (lâmpada UV) para verificar a distinguibilidade da intervenção. As figuras 37 e 38 ilustram a fácil diferenciação entre as zonas aditadas e o corpo cerâmico original.

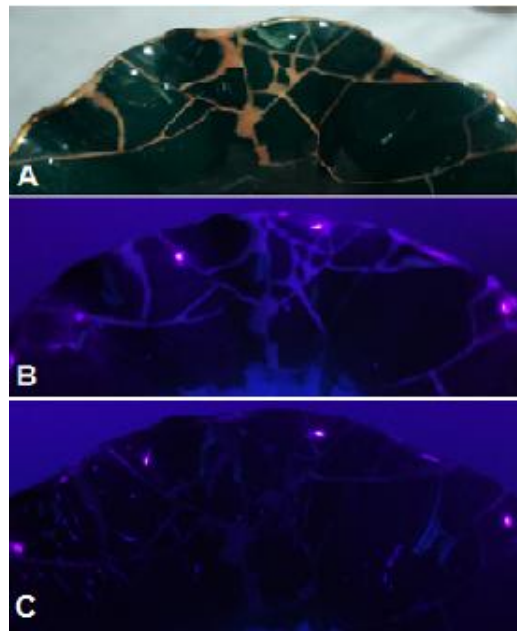


Figura 37 – Fotografias representando a fácil detecção da intervenção no vaso em faiança. Recomposição do bocal: A) observação envolvendo luz branca fluorescente, massas sem revestimento apresentando a coloração róseo-alaranjada; B) observação sob lâmpada UV, massas sem o revestimento aparentando uma coloração esbranquiçada; C) observação sob lâmpada UV, massas pintadas em verde e envernizadas mostrando uma coloração negra. Fonte: autora, 2013.

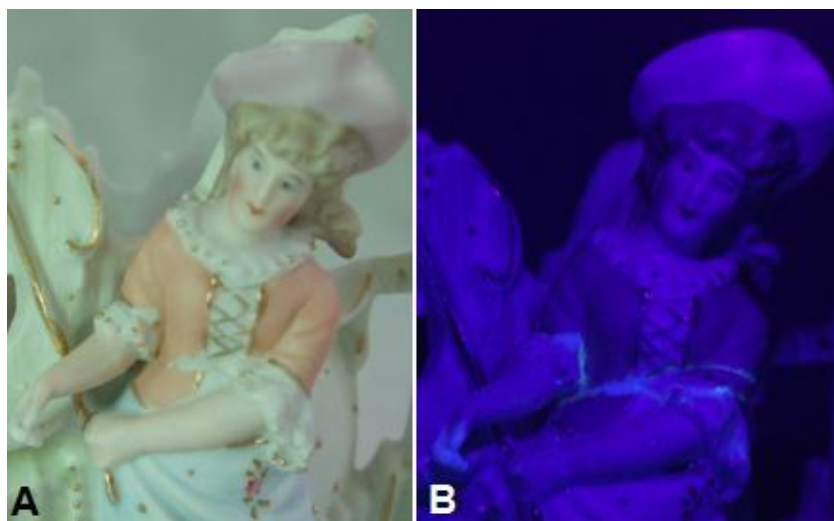


Figura 38 – Fotografias representando a fácil detecção da intervenção no *cachepot* de porcelana. Preenchimento de fissuras na figura feminina: A) observação envolvendo luz branca fluorescente, massas sem o revestimento apresentando a coloração branca; B) observação sob lâmpada UV, imagem representando o resultado idêntico das massas com e sem o revestimento – zonas evidenciam uma coloração branca brilhante). Fonte: autora, 2013.

O resultado geral do estudo de aplicação das massas polivinílicas e a aparência dos objetos restaurados sob luz UV estão ilustrados nos apêndices F e G.

5.6.2. Teste de aplicação em grandes extensões

Essa etapa do estudo prático teve o objetivo de verificar se as massas polivinílicas serviriam para reconstituir lacunas de maior extensão. O teste foi baseado na moldagem de formas de dimensões variadas uma vez que os objetos cerâmicos não apresentavam lacunas graves a reconstituir. As amostras de massa foram pesadas, conformadas em formas de silicone e logo destacadas do molde para que sua secagem fosse monitorada.

Nessa etapa observou-se especialmente o tempo de secagem e as alterações físicas dos elementos (Tabela 6).

Tabela 6 – Alterações físicas em estruturas de maior extensão.

| Amostra | | Dimensões da fôrma | Massa inicial (g) | t (dias) | Alterações físicas | | | | |
|----------|------|--------------------|-------------------|----------|--------------------|--------------|---------|---------|--------------------|
| | | | | | Largura X Profund. | Altura | Deform. | Trincas | Perda de massa (%) |
| Colorida | G1 | 9,5cmx9,5cmx2,5cm | 333g | 45 | Aprox. 0,35cm | Não evidente | Sim | Sim | 26% |
| | G2 | 9,5cmx9,5cmx2cm | 211g | 27 | Aprox. 0,35cm | Não evidente | Sim | Não | 27% |
| | G3 | 9,5cmx9,5cmx1cm | 118g | 15 | Aprox. 0,4cm | Não evidente | Sim | Não | 28% |
| | PEQ1 | 4,5cmx4,5cmx1,5cm | 46g | 18 | Aprox. 0,15cm | Não evidente | Sim | Não | 28% |
| Branca | G4 | 9,5cmx9,5cmx2,5cm | 333g | 50 | Aprox. 0,35cm | Não evidente | Sim | Não | 23% |
| | G5 | 9,5cmx9,5cmx2cm | 211g | 31 | Aprox. 0,3cm | Não evidente | Sim | Não | 25% |
| | G6 | 9,5cmx9,5cmx1cm | 118g | 17 | Aprox. 0,25cm | Não evidente | Sim | Não | 25% |
| | PEQ2 | 4,5cmx4,5cmx1,5cm | 46g | 19 | Aprox. 0,15cm | Não evidente | Sim | Não | 24,5% |

Fonte: autora, 2013.

A partir do que foi registrado, foi possível perceber que os elementos de maior espessura e dimensão perderam massa (g) de forma similar às primeiras amostras produzidas. Isso significa que as estruturas de maior espessura não retêm água no seu interior, o que comprometeria a estabilidade dos aditamentos após algum tempo. Por outro lado, todos os elementos demoraram a secar e apresentaram deformações e trincas, tais como a figura 39 ilustra.



Figura 39 – Fotografias apontando alterações físicas durante a secagem: A) Deformações por contração; B) Trincas. Fonte: autora, 2013.

Apesar das evidências, tais alterações não inviabilizam a aplicação do material experimental em regiões mais espessas e extensas: na prática, os danos são em maior grau estéticos e podem ser solucionados com ajustes por adição de camadas, por exemplo. Ao mesmo tempo, as contrações sugerem a ocorrência de tensões e deslocamentos que prejudicam o trabalho de restauração e podem danificar a peça em restauro.

O problema técnico pode ser solucionado com ajustes no método de aplicação: para recompor lacunas graves com as massas polivinílicas não se deve aplicar o produto de forma maciça; o correto é trabalhar por adição de camadas, sobrepondo pequenas porções de massa. Um bom exemplo dessa técnica de aplicação é a restauração com as pastas mexicanas, que envolvem uma estrutura de sustentação e camadas de nivelamento. A demonstração disso, no entanto, extrapola a prática experimental planejada para essa pesquisa e, talvez, em outra oportunidade possa ser executada sobre objetos que necessitem de restauração.

5.6.3. Ensaios de remoção

Essa fase do trabalho prático envolveu amostras de massas polivinílicas irradiadas (elementos produzidos em 2012), fragmentos cerâmicos onde a massa de restauração foi aplicada e a remoção de partes aditadas aos objetos cerâmicos¹²⁷.

Os ensaios de remoção levaram em consideração a propriedade termodinâmica da resina polivinílica e sua solubilidade em solventes de menor toxicidade. Duas amostras (1 colorida e 1 branca) foram submetidas ao calor do soprador térmico Skil, modelo 8003, no primeiro nível de temperatura (aproximadamente 60°C), a uma distancia de aproximadamente 10cm, por 15min; as demais amostras foram cortadas nas dimensões 0,5cm X 0,5cm X 1,0cm (comprimento, largura e altura, respectivamente), pesadas (0,5 g), depositadas em tubos de ensaio preenchidos com 4ml de substâncias solventes produzidas com água deionizada, acetona e etanol em diversas concentrações e monitoradas por 1h, 3h e 5h¹²⁸.

A instrumentalização do ensaio de solubilidade é exibida na figura 40. A figura 41 apresenta a aparência das amostras após a finalização do teste de solvência e a tabela 6 registra o comportamento do material na presença de calor e de substâncias solventes.

¹²⁷ Ensaio executado nas zonas completamente secas, após 30 dias da finalização da intervenção.

¹²⁸ Os ensaios de remoção levaram em consideração os experimentos sugeridos por Ricky (2010, p. 59-60) e Masschelein-Kleiner (2005, p. 67).



Figura 40 – Fotografias da instrumentalização do ensaio de solubilidade. A) apresentação dos solventes; B) execução do ensaio. Fonte: autora, 2013.



Figura 41 – Aparência das amostras após o teste de solubilidade. A) Partes do sólido polivinílico branco após 5hs imerso nas substâncias solventes; B) Partes do sólido polivinílico colorido após 5hs imerso nas substâncias solventes. Fonte: autora, 2013.

Tabela 7 – Avaliação das possibilidades de remoção das massas polivinílicas.

| Método | | Resultados | | | | | |
|--------|--------------------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1h | | 3h | | 5h | |
| | | F2 | P2 | F2 | P2 | F2 | P2 |
| 1 | Ar quente (aproximadamente 60°C) | F | F | - | - | - | - |
| 2 | 100 % água fria deionizada | SE | SE | SE | SE | SE | SE |
| 3 | 100 % água morna deionizada | SE | SE | DPF | DPF | DPQ | DPQ |
| 4 | 30% água deionizada + 70% etanol PA | SE | SE | DPF | DPF | DPF | DPF |
| 5 | 50% água deionizada + 50% etanol PA | SE | SE | DPF | DPF | DPF | DPF |
| 6 | 70% água deionizada + 30 % etanol PA | SE | SE | DPF | DPF | DPQ | DPQ |
| 7 | 100 % etanol PA | SE | SE | DPQ | DPQ | DPF | DPF |
| 8 | 30% etanol PA + 70% acetona PA | DPF | DPF | DPQ | DPQ | DPS | DPS |
| 9 | 50% etanol PA + 50% acetona PA | DPF | DPF | DPF | DPF | DPQ | DPQ |
| 10 | 70% etanol PA + 30 % acetona PA | DPF | DPF | DPF | DPF | DPQ | DPQ |
| 11 | 100 % acetona PA | DPF | DPF | DPQ | DPQ | DPS | DPS |

Legenda: sem efeito (SE), flexibilidade (F), dissolução total (DT) e dissolução parcial – fracamente solúvel (DPF), quase solúvel (DPQ), solúvel (DPS). Fonte: autora, 2013.

No aquecimento, as amostras se tornaram bastante flexíveis e isso sugere o fácil destaque da região restaurada. O ensaio de solubilidade mostrou que as estruturas polivinílicas não perderam resistência facilmente: as camadas superficiais se dissolveram ou desagregaram, mas o interior apresentou certa estabilidade. Conforme visto na revisão, esse comportamento pode ser explicado pela reticulação do adesivo PVA somado ao fato de que o material experimental foi reforçado com as cargas minerais. A solubilidade parcial do material sugere que a remoção por solvência pode acontecer sem danos aos objetos porque pode ser controlada.

A prova de remoção sobre os fragmentos cerâmicos teve o objetivo de verificar os riscos que a remoção por calor ou por solvência podem causar aos corpos cerâmicos (Tabela 8). Na primeira situação respeitou-se um distanciamento de aproximadamente 10cm dos objetos; na outra, o teste foi executado com buchas de algodão embebidas nos solventes¹²⁹ (Figura 42).

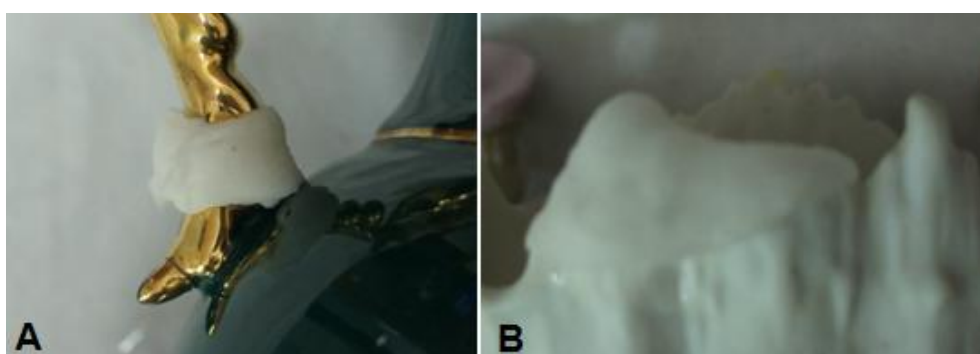








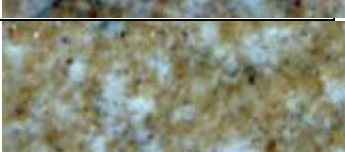
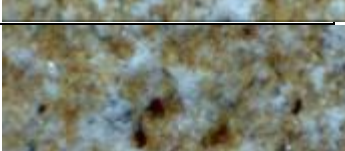



Figura 42 – Fotografia do ensaio de remoção dos aditamentos por solvência: A) Aplicação de bucha embebida em acetona 100% na junta da alça do vaso de faiança; B) aplicação de bucha embebida em acetona 100% na borda do *cachepot* de porcelana. Fonte: autora, 2013.

Os testes de remoção na peça de porcelana foram bastante rápidos, pois as zonas de intervenção eram bastante delicadas e delgadas. Não foi observada nenhuma evidência de dano no substrato cerâmico ou na pintura em função dos testes que foram aplicados. Para o vaso em faiança, os testes reforçaram que o aquecimento é o meio mais fácil, rápido e eficaz de destacar os aditamentos polivinílicos. Isso ficou evidente no teste que envolveu os fragmentos cerâmicos, cujas observações estão destacadas na tabela 8.

¹²⁹ Antes de investir nessa direção foram executados testes pontuais para verificar se pintura e/ou o acabamento das peças poderiam ser danificados pelo calor ou pelos solventes. Com o resultado negativo, o ensaio foi executado. A remoção por vapor de solvente foi descartada em função de que esse método envolve um tempo maior de execução.

Tabela 8 – Comparação entre os efeitos residuais dos métodos de remoção.

| Método de remoção | | t | Avaliação lupa de mão | Avaliação MO (10X) |
|-------------------|--------------------------------------|-------|--|---|
| 1 | Ar quente (aprox. 60°C) | 4min | Poucos resíduos não diluídos; sem penetração. |  |
| 2 | 100 % água fria destilada | 20min | Remoção parcial, filme residual evidente. |  |
| 3 | 100 % água morna deionizada | 20min | Remoção parcial; filme residual evidente, mas delgado; provável penetração |  |
| 4 | 30% água deionizada + 70% etanol PA | 20min | Remoção parcial; filme residual não evidente; provável penetração; esbranquiçado pouco evidente. |  |
| 5 | 50% água deionizada + 50% etanol PA | 20min | Remoção parcial; filme residual não evidente; provável penetração; esbranquiçado não evidente. |  |
| 6 | 70% água deionizada + 30 % etanol PA | 20min | Remoção parcial; filme residual não evidente; provável penetração; esbranquiçado pouco evidente |  |
| 7 | 100 % etanol PA | 20min | Remoção parcial; filme residual não evidente; provável penetração; esbranquiçado evidente |  |
| 8 | 30% etanol PA + 70% acetona PA | 20min | Remoção parcial; filme residual não evidente; provável penetração; esbranquiçado evidente |  |
| 9 | 50% etanol PA + 50% acetona PA | 20min | Remoção parcial; filme residual não evidente; provável penetração; esbranquiçado evidente |  |
| 10 | 70% etanol PA + 30 % acetona PA | 20min | Remoção parcial; filme residual não evidente; provável penetração; esbranquiçado evidente |  |
| 11 | 100 % acetona PA | 20min | Remoção parcial; filme residual não evidente; provável penetração; esbranquiçado evidente. |  |

Fonte: autora, 2013.

De uma maneira mais clara, as inconveniências da remoção por solvência estão associadas à:

- a) Demora da reação de algumas substâncias solventes: isso é evidenciado pela permanência de camadas finas de massas polivinílicas sobre o substrato cerâmico;
- b) Volatilidade de alguns solventes, que torna necessário manusear constantemente essas substâncias¹³⁰;
- c) Efeito residual esbranquiçado no corpo cerâmico, que pode influenciar na aplicação de outro produto que disfarce essa evidência;
- d) A penetração de produtos por entre os poros do substrato cerâmico, que podem causar danos ao objeto futuramente.

5.6.4. Ensaios de acabamento e de revestimento

O objetivo desta etapa do trabalho foi verificar se as amostras aceitavam acabamentos diferenciados – como por exemplo, abrasão com lixas, polimento, capas superficiais – resultando semelhantes à aparência do *cachepot* de porcelana e do vaso em faiança.

A instrumentalização para o ensaio requisitou: lixas n^{os} 300 e 500; espátula de osso para o polimento; pincéis; *swabs*; água destilada; tintas de base aquosa (guache, acrílica e aquarela, nas cores azul, amarelo, verde, vermelho, marrom, branco e preto); goma-laca purificada, etanol (90% em água destilada) e purpurina extrafina ouro vivo e ouro velho para aplicação do douramento; verniz acrílico (fosco e brilhante) e o Primal AC33¹³¹ dissolvido em água (30% e 50%) para os testes de aplicação de capas de proteção.

A figura 43 apresenta o resultado do ensaio de preparação da superfície (lixamento e polimento), de revestimento pictórico e de douramento nas amostras coloridas e brancas. As peças coloridas receberam as camadas de tinta com cor

¹³⁰ De um modo geral, as misturas com maior concentração de álcool e acetona precisaram ser reaplicadas a cada 20min.

¹³¹ O Primal AC33 é uma emulsão aquosa a base de metacrilato, que pode ser utilizado como verniz de restauração (SCICOLONE, 2002, p. 217).

saturada; as brancas através do aquarelado em água destilada. Cada cor foi aplicada com uma pincelada.

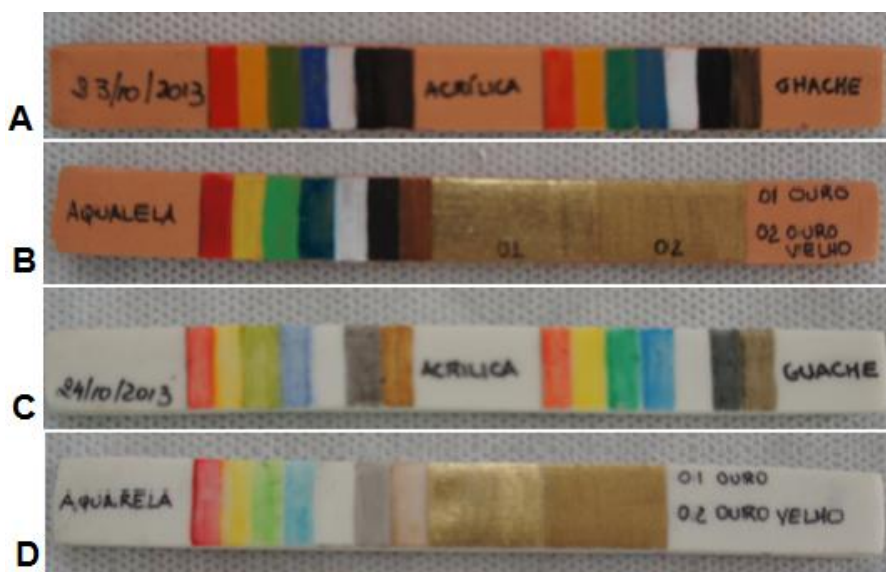


Figura 43 – fotografias do ensaio de aplicação de revestimentos: A) Face superior da amostra F2; B) face inferior da amostra F2; C) face superior da amostra P2; D) face inferior da amostra P2. Fonte: autora, 2013.

O apêndice E apresenta a tabela onde foram registradas as observações desse teste de revestimento. Em resumo, o material experimental aceitou todas as técnicas de acabamento, merecendo destaque para alguns pontos principais:

a) A abrasão com lixas oferece bons resultados para mínimas imperfeições e os resíduos não entram em suspensão facilmente; surge um esbranquiçamento como efeito residual, que é facilmente removido com *swabs* úmidos em água destilada;

b) O polimento auxilia na uniformização da superfície, mas não aumenta o brilho das amostras sem revestimento; nas regiões pintadas o brilho se assemelha ao verniz;

c) A tinta guache mostrou um melhor resultado estético para as amostras coloridas, porém a cor marrom e o vermelho apresentaram pouco poder de cobertura;

d) A tinta aquarela nas cores vermelha e azul apresentou manchas brilhantes quando aplicadas saturadas nas amostras coloridas;

e) Para a amostra branca, o melhor resultado estético corresponde à coloração com tinta acrílica;

Em um segundo momento, para a avaliação dos vernizes de aparência mais próxima do acabamento dos objetos cerâmicos, duas amostras foram lixadas, polidas e pintadas. Na pintura foram utilizados: tinta guache na cor verde inglês (mistura de verde, marrom e preto) para a amostra colorida; tinta acrílica nas cores verde, azul e lilás (misturando o vermelho, azul e branco) para a amostra branca; e douramento executado com a mistura de goma-laca, etanol e purpurina ouro vivo. O verniz acrílico brilhante e fosco demonstrou maior similaridade com o acabamento das peças cerâmicas e, ao mesmo tempo, protegeu as superfícies pintadas. A figura 44 apresenta as técnicas que foram avaliadas positivamente.

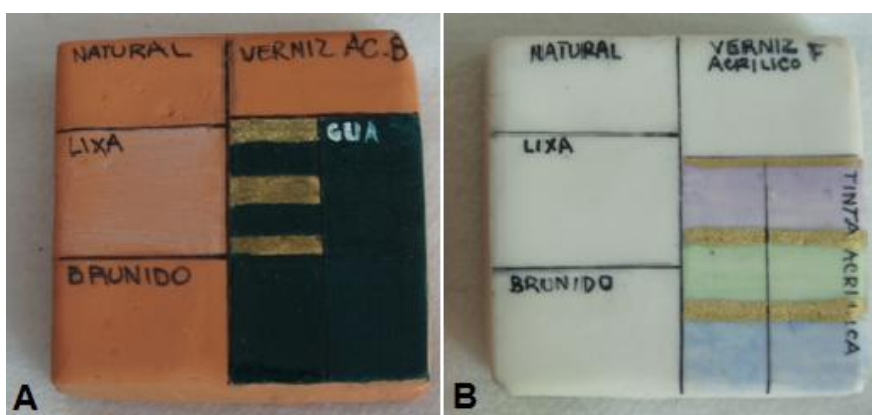


Figura 44 – Fotografias dos tipos de acabamento escolhidos: A) capas superficiais a serem aplicadas na faiança; B) capas superficiais a serem aplicadas na porcelana. Fonte: autora, 2013.

5.7. Análise do efeito da radiação no material experimental

5.7.1. Comparação visual de amostras irradiadas e não irradiadas

A análise do efeito das micro-ondas teve início quando foram produzidas duas amostras de emulsão PVA (isolada), sendo que uma foi irradiada e outra não. O mesmo protocolo foi repetido com substâncias polivinílicas coloridas e brancas.

Após a secagem, esses elementos foram caracterizados visualmente e comparados quanto a cor, brilho, transparência, pH, flexibilidade, elasticidade e diferença de peso. Depois, as amostras sofreram cortes longitudinais e transversais e foram postas entre vidros para observação no MO.



Figura 45 – Detalhe dos filmes PVA: material não irradiado e irradiado: PVAC (esq.) e PVM (dir.) após a secagem. Fonte: autora, 2013.

A figura 45 mostra um detalhe das amostras de emulsão PVA não irradiada (PVAC) e irradiada (PVM). Para produzir esses elementos foi separado 5ml de adesivo, que equivale 7,7g de produto. O material permaneceu na fôrma durante 10 dias para que secasse completamente. A tabela 9 apresenta as diferenças e semelhanças das amostras no exame a olho nu.

Tabela 9 – Comparação entre os filmes PVA: material não irradiado e irradiado.

| PROPRIEDADE ANALISADA | PVAC | PVM |
|------------------------|-------------------|-----------------------|
| Cor | branca amarelada | branca amarelada |
| Brilho | mais intenso | menos intenso |
| Transparência | sim | não |
| pH | 6,0 | 6,0 |
| Flexibilidade | extrema | boa |
| Elasticidade | sim | pouca |
| Contração longitudinal | não perceptível | não perceptível |
| Contração superficial | 3mm | 1mm |
| Porosidade | visível a olho nu | não visível a olho nu |
| Peso após secagem | 3,17g | 2,5g |
| Sólidos restantes (%) | 41,16% | 32,46 % |
| Perda de massa (%) | 58,83% | 67,53% |

Fonte: autora, 2013.

Ambas as amostras apresentaram amarelecimento, sendo que PVAC apresentou um tom ligeiramente mais claro. Ao mesmo tempo, os filmes apresentaram pH idêntico e diminuíram sua acidez em comparação com a emulsão líquida¹³². Esses fatos apontam que a alteração da cor não está ligada à irradiação, tampouco é reflexo de reações de acidificação, pois se fosse assim as amostras estariam mais ácidas que o parâmetro normal da emulsão (pH 4,0 – 5,0). Desse

¹³² O pH foi determinado também com o kit de análise de pH-Fix 0-14, da Macherey-Nagel, por duas vezes.

modo, o amarelecimento pode ser apenas um resultado da cor de compósitos da emulsão que, com a evaporação da água durante a secagem, fica mais evidente. A cor mais escura de PVAM resulta da maior compactação de sua estrutura – resultado que é positivo, pois a estrutura final adquire maior resistência após o processamento. O mesmo pode ser dito sobre as alterações relacionadas à flexibilidade, elasticidade e contração superficial.

As alterações relacionadas ao brilho e a transparência não parecem oferecer problemas, pois não se espera essas qualidades para a massa de preenchimento.

O filme PVAC de certa maneira corresponde ao percentual de sólidos da emulsão (42,5%), mas PVAM está 8,7% abaixo de PVAC e 10,04% abaixo do que informa o fabricante. O resultado pode significar perda de sólidos durante a irradiação. Entretanto, não é possível refletir nessa direção, pois o fabricante não informa a composição química exata do produto.

O filme PVAM parece resultar menos poroso que PVAC, mas sua opacidade não permite afirmar se o ganho foi significativo no exame a olho nu.

As micrografias disponíveis na figura 46 representam a diferença de porosidade entre as amostras PVAC e PVAM. O corte longitudinal da amostra PVAC (Figura 46A) mostra uma estrutura de cor translúcida que se alterna com regiões de opacidade, cujo diâmetro de poros aparece uniforme por toda a amostra (macroporos). Na amostra PVAM (Figura 46B), o corte longitudinal expõe um substrato de maior densidade com vazios que variam em diâmetro por toda a extensão da amostra (macroporos e microporos). No corte transversal, a amostra PVAC (Figura 46C) possui uma estrutura de cor translúcida que se alterna com regiões de opacidade, mostrando um grande vazio no seu interior em forma de cone (estreitamento do macroporo). O corte transversal da amostra PVAM (Figura 46D) possui um substrato de maior opacidade e densidade, com microporos que estão distribuídos de forma desordenada por toda a amostra.

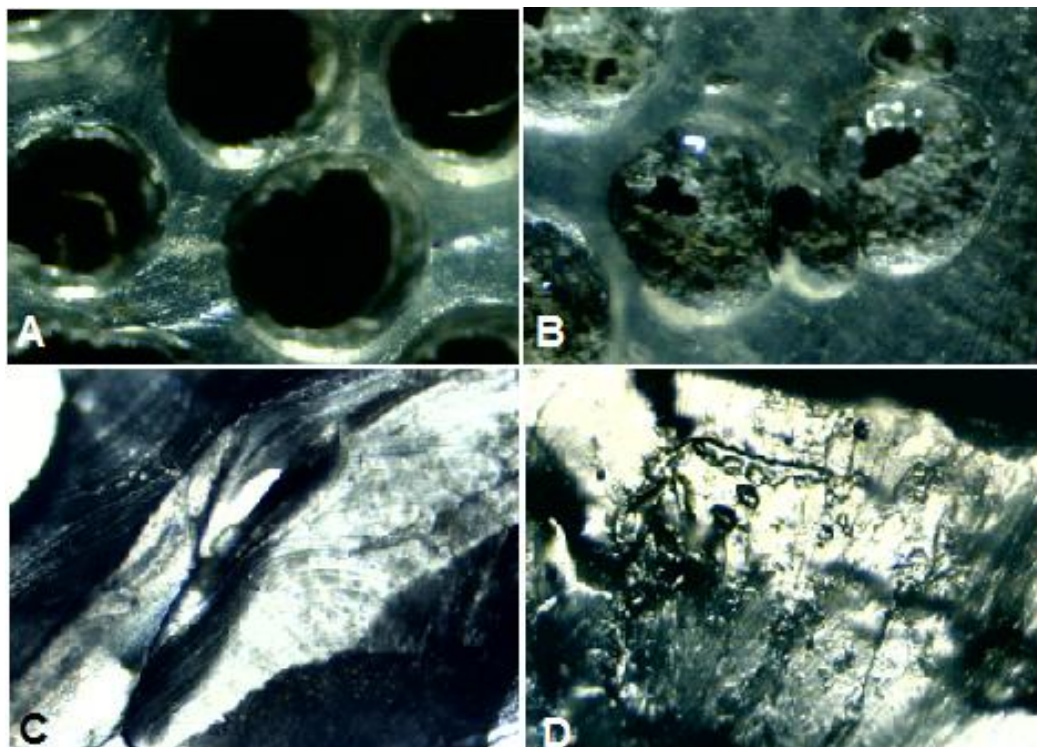


Figura 46 – Micrografias dos filmes PVA não irradiados e irradiados. Análise a partir da porosidade com um aumento X40. A) Corte longitudinal da amostra PVAC (exame com foco de luz); B) corte longitudinal da amostra PVAM (exame com foco de luz); C) corte transversal na amostra PVAC (exame com luz transmitida); B) corte transversal da amostra PVAM (exame com luz transmitida). Fonte: autora, 2013.

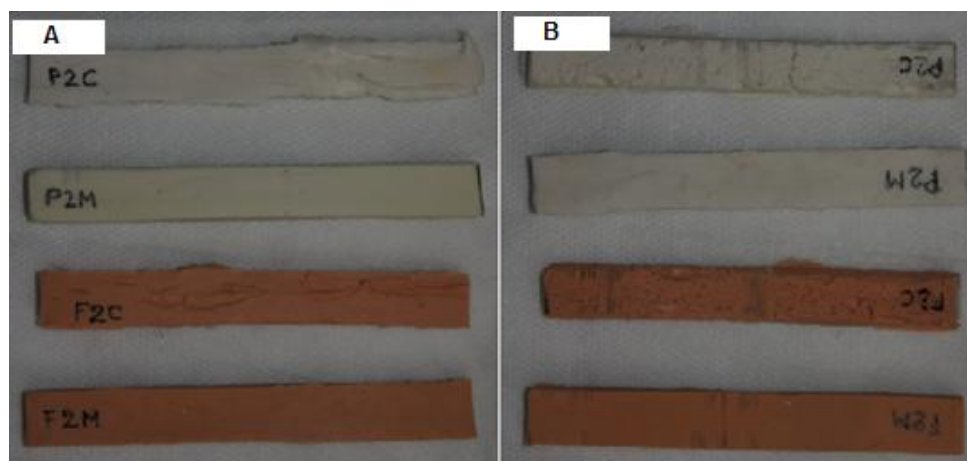


Figura 47 – Fotografias das amostras irradiadas e não irradiadas (material sólido): A) Vista superior das massas após a secagem. B) Vista inferior das massas após a secagem. Fonte: autora, 2013.

A figura 47 representa as amostras de massas polivinílicas não irradiadas (F2C e P2C) e irradiadas (F2M e P2M), que tinham um peso inicial de 14g. A tabela 10 aponta as características visuais desses elementos após a secagem 15 dias dentro das formas.

Tabela 10 – Comparação entre as amostras irradiadas e não irradiadas.

| Prop. Analisa da | F2C SUP | F2C INF | F2M SUP | F2M INF | P2C SUP | P2C INF | P2M SUP | PP2M INF |
|------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Cor | Róseo laranja | Róseo laranja | Róseo laranja | Róseo alaranja | Branco amarelado | Branco | Branco | Branco amarelado |
| Brilho | Opaco | Opaco | Opaco | Opaco | Opaco | Opaco | Opaco | Opaco |
| Transp. | Não | Não | Não | Não | Não | Não | Não | Não |
| Ph | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| Flexib. | + | + | - | - | + | + | - | - |
| Elastic. | Não | Não | Não | Não | Não | Não | Não | Não |
| Cont. Long. | Não perc. | Não perc. | Não perc. | Não perc. | Não perc. | Não perc. | Não perc. | Não perc. |
| Cont. Sup. | Var. Aprox 1mm | Deformações | Ao centro Aprox.0,5 mm | Não | Variável Aprox 1mm | Deformações | Ao centro Aprox.0,5 mm | Não |
| Porosid. | Não visível a olho nu | Visível a olho nu | Não visível a olho nu | Visível a olho nu | Não visível a olho nu | Não visível a olho nu | Não visível a olho nu | Não visível a olho nu |
| Peso após secag. | 7,8g | 7,8g | 12,1g | 12,1g | 8,6g | 8,6g | 13g | 13g |
| Sól. Rest. (%) | 55,7% | 55,7% | 86,5% | 86,5% | 61,5% | 61,5% | 92,9% | 92,9% |
| Perda massa (%) | 44,3% | 44,3% | 13,5% | 13,5% | 38,5% | 38,5% | 7,1% | 7,1% |

Fonte: autora, 2013.

A partir das observações foi possível verificar que a cor das massas coloridas atingiu o tom assemelhado ao substrato do vaso em faiança, mas as massas brancas amarelaram na parte superior (P2C) ou inferior (P2M). Novamente não se observa o amarelecimento em função de acidez, pois o nível de pH de todas substâncias não se alterou. O amarelecimento da amostra irradiada já foi explicado: parece ser causado pelo contato com a fôrma de silicone. A coloração amarelada de PVAC se apresenta na superfície mais densa, levando a crer que a alteração tenha relação com o estreitamento dos poros na face superior.

A grande porosidade das amostras F2C e P2C na parte inferior explica a maior flexibilidade de suas estruturas e, por consequência, esses elementos são mais frágeis fisicamente. As amostras irradiadas forneceram os melhores resultados: uma flexibilidade não tão acentuada e poucas deformações por contração, que indicam uma estrutura de melhor resistência que as amostras não irradiadas.

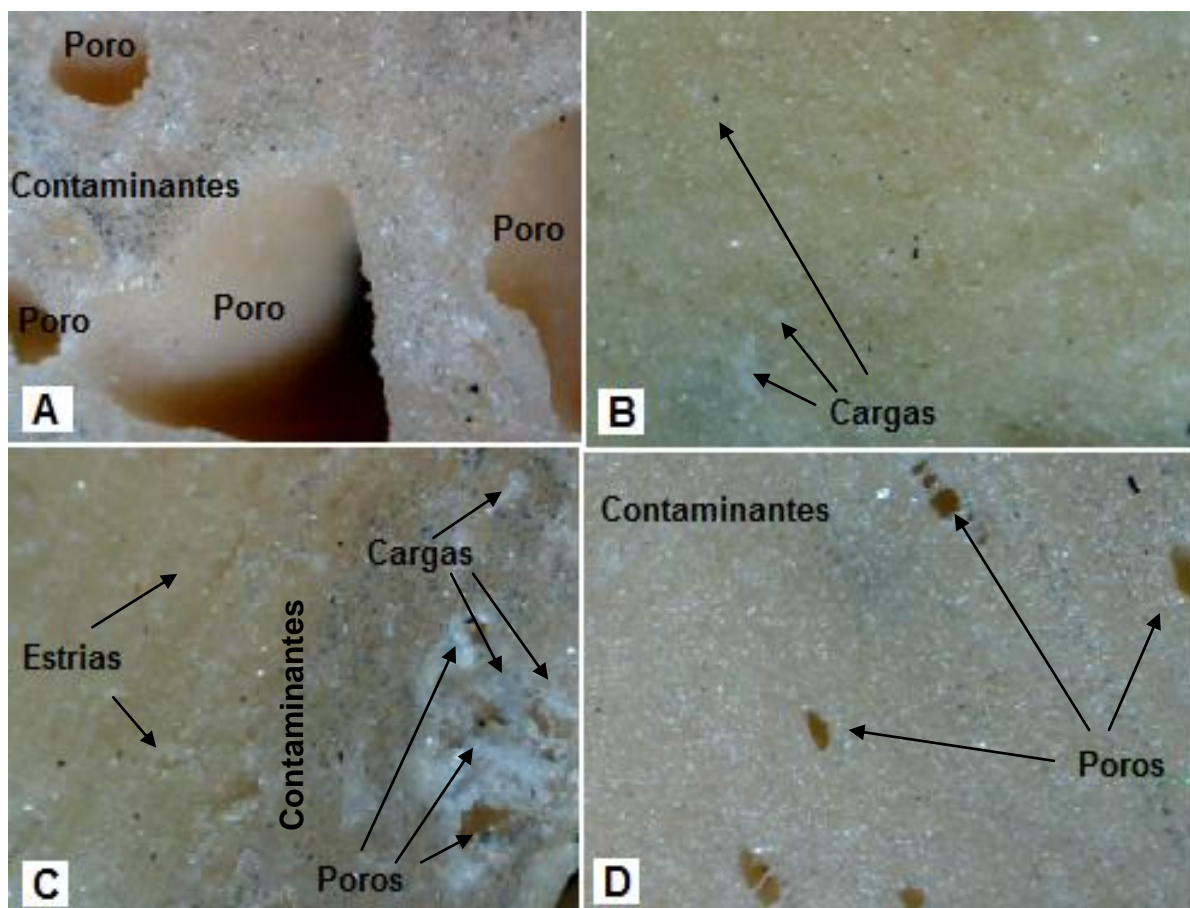


Figura 48 – Micrografias do substrato polivinílico colorido. Análise a partir da porosidade com um aumento X4. A) Corte longitudinal da amostra F2C; B) Corte longitudinal da amostra de F2M; C) Corte transversal da amostra F2C; D) Corte transversal da amostra F2M. Fonte: autora, 2013.

A figura 48 exhibe as micrografias obtidas por MO, nas quais é possível observar a diferença de porosidade entre as amostras F2C e F2M. O substrato da amostra F2C (Figura 48A) possui macroporos de tamanhos variados por toda a extensão da amostra; enquanto que a amostra F2M (Figura 48B) possui uma estrutura de maior coesão e compactação. O corte transversal da F2C (Figura 48C) apresenta um substrato não homogêneo e superfície estriada, enquanto que na amostra F2M (Figura 48D) o substrato representa maior homogeneidade e uma superfície uniforme. Os microPontos acinzentados (contaminantes) foram provocados pelo corte de bisturi.

A figura 49 apresenta as secções longitudinais e transversais das amostras P2C e P2M. De uma maneira geral, essas micrografias mostram os mesmos resultados já comentados para as amostras coloridas.

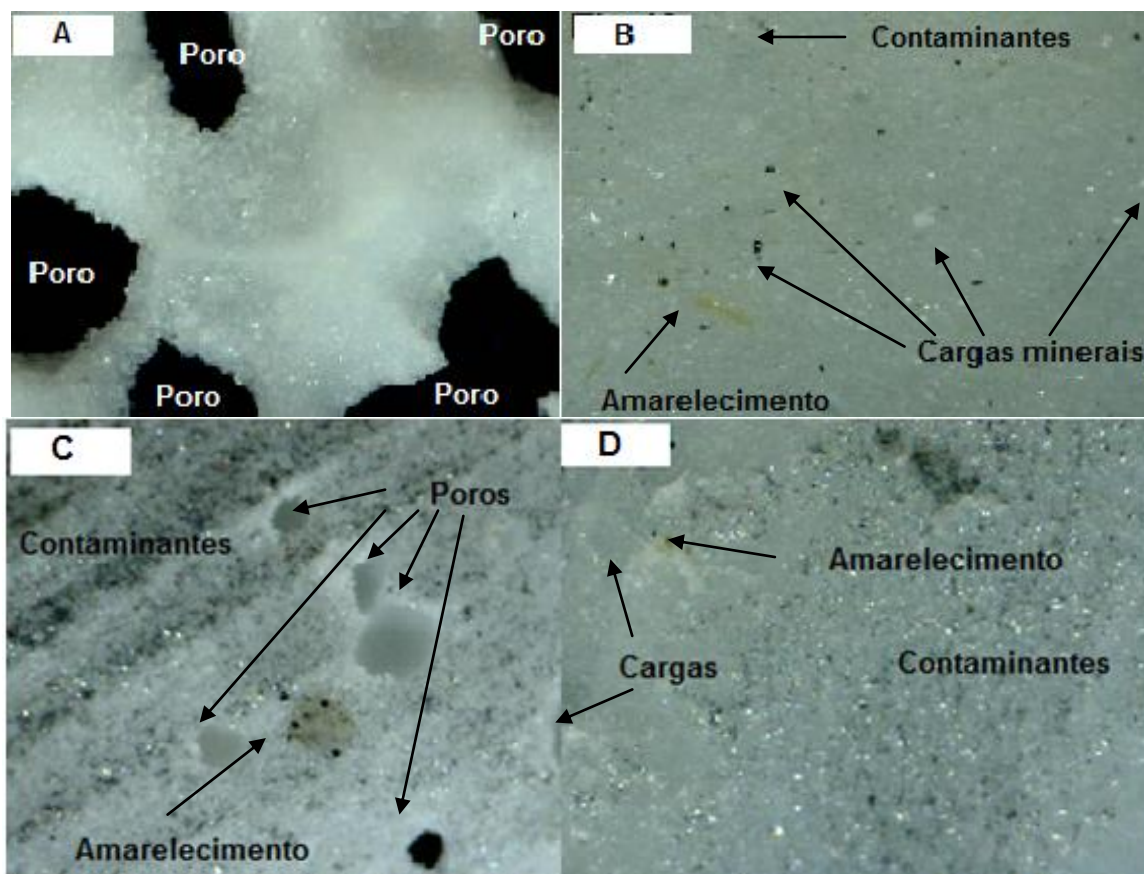


Figura 49 – Micrografia do substrato polivinílico branco. Análise a partir da porosidade com um aumento X4. A) Corte longitudinal da amostra P2C; B) Corte longitudinal amostra de P2M; C) Corte transversal da amostra P2C; B) Corte transversal da amostra de P2M. Fonte: Autora (2013).

5.7.2. Ensaios analíticos instrumentais

5.7.2.1. Termogravimetria

A termogravimetria (TGA) e a termogravimetria derivada (D-TGA) são técnicas termoanalíticas que apresentam resultados expressos em gráficos. Na análise de TGA observa-se a variação de massa (g) da amostra em função do aumento da temperatura (T) em determinado período de tempo (t) programado. Na análise D-TGA, cada pico T identifica o percentual de massa perdido (ou ganho) em razão das reações que acontecem no material analisado: evaporação de líquidos ou combustão de sólidos, por exemplo. Ou seja, através desse tipo de análise é possível acompanhar determinadas transições que os materiais sofrem quando aquecidos.

As massas polivinílicas (porções úmidas) foram analisadas em uma termobalança da marca NETZCH, modelo STA – 409, sob atmosfera de ar, vazão de

50 ml/min, na taxa de aquecimento de 5°C/min., sendo registrados dados até 850°C. As amostras secas foram analisadas em analisador térmico Shimadzu, modelo DTG-60, sob atmosfera de nitrogênio, vazão de 50 ml/min, na taxa de aquecimento de 3°C/min., sendo registrados dados de até 100°C. Os resultados dos testes mostraram gráficos termogravimétricos praticamente idênticos, apresentando uma reatividade térmica comum às massas coloridas e brancas. Em vista disso, os comentários a seguir, baseados na análise térmica das amostras brancas, correspondem ao produto experimental como um todo.

O exame termogravimétrico das amostras úmidas teve por objetivos: destacar a estabilidade térmica do sistema polimérico durante o processamento, identificar o ponto de solidificação das massas polivinílicas e delimitar do intervalo de temperaturas em que inicia a deterioração de compostos sólidos, em especial as alterações químicas associadas ao PVA. Para acompanhar o raciocínio, a observação dos gráficos TGA (Figura 50) e D-TGA (Figura 51) deve centrar atenção no intervalo entre 0°C e 250°C.

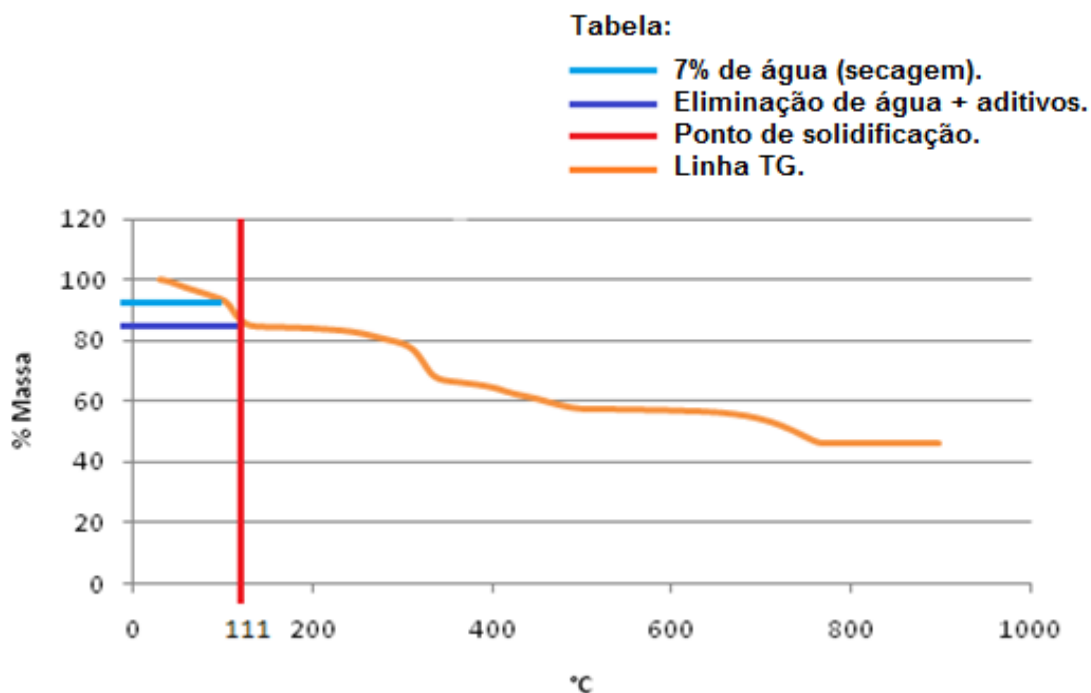


Figura 50 – Gráfico TGA da massa polivinílica. Ensaio executado por Gian Francesco dos Reis Paganotto, 2014.

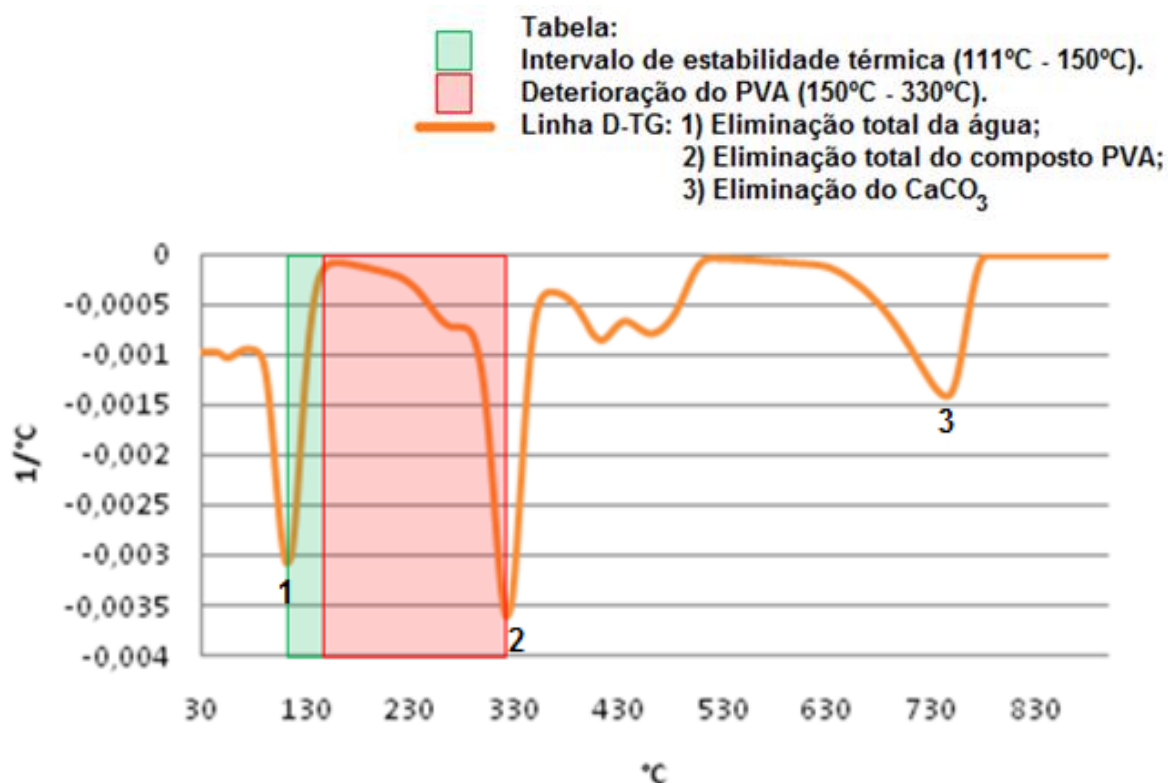


Figura 51 – Gráfico D-TGA da massa polivinílica. Ensaio executado por Gian Francesco dos Reis Paganotto, 2013.

No gráfico TGA (Figura 50), o declínio linear da linha TG indica que até 97°C a variação de massa ocorre apenas em função da evaporação da água. Assim, as temperaturas envolvidas no processamento das misturas polivinílicas por irradiação micro-ondas são seguras. De fato, a evaporação de líquido continua acima de 97°C¹³³, mas, além disso, a variação da linha TG aponta que ocorrem outras reações em conjunto que acentuam a perda de massa – provavelmente a eliminação de aditivos da emulsão. Na faixa de 111°C restam somente os sólidos, sendo esse o ponto de solidificação das massas polivinílicas. De 111°C até 200°C a linha TG é invariável, sugerindo a estabilidade térmica do sistema nesse intervalo. Para delimitar melhor essa estabilidade, recorre-se ao gráfico D-TGA (Figura 51): a linha D-TG aponta que entre 111°C e 150°C não ocorre qualquer alteração, porém, posteriormente, reiniciam as reações que provocam o rearranjo químico e a conseqüente eliminação de elementos conforme o ponto de fusão de cada

¹³³ Lembrando que após a irradiação as massas brancas contêm em torno de 13,75% de água, conforme foi destacado na figura 30.B.

composto: primeiro o PVA, depois o carbonato de cálcio e, por último, o dióxido de silício.

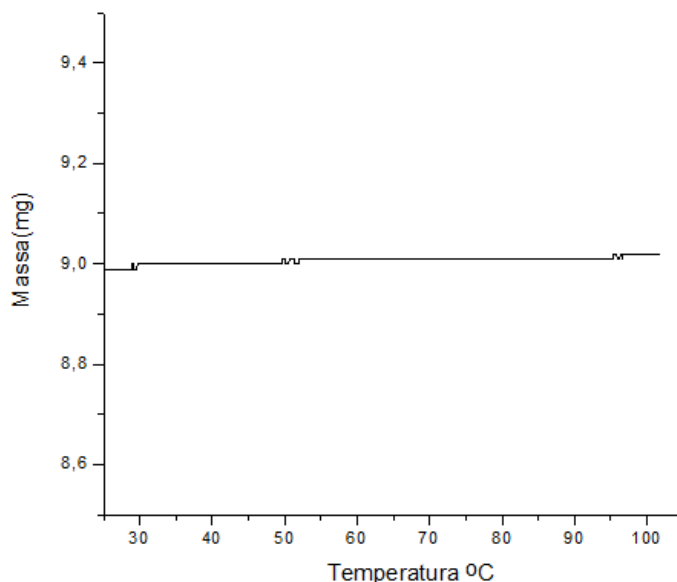


Figura 52 – Gráfico TGA do material polivinílico sólido. Ensaio executado por Bruno Noremborg, 2013.

Nas amostras secas, a análise termogravimétrica teve por objetivo destacar a estabilidade do material experimental em condições de temperatura similares às variações climáticas normais. Ou seja, basta observar o intervalo de 0°C – 50°C no gráfico TGA ilustrado pela figura 52, onde a linha TG praticamente não varia. De fato, ao finalizar o ensaio, foi registrada apenas uma insignificante perda de massa nas amostras – 0,03mg. As pequenas variações da linha TGA indicam que as amostras absorveram nitrogênio presente nas condições do exame.

5.7.2.2. Reometria

A reometria é uma técnica experimental para medir alterações em função da influência de forças externas. O ensaio permite, por exemplo, entender a qualidade e fragilidade do material em análise.

As amostras brancas e coloridas foram submetidas ao esforço à flexão em um reômetro da marca Universal, modelo INSTROON – DL3000, sendo aplicada a uma força de 10N (1 kgf).

As peças mostraram um desempenho padrão na condição ao qual foram submetidas (Figura 53), conforme é possível verificar nos relatórios dos ensaios (Anexos I e J). O material sólido apresentou uma boa flexibilidade, indicando que a

matriz polimérica não reticulou durante o processamento por micro-ondas e após a secagem das massas. Além disso, o material experimental pode acompanhar uma dinâmica mecânica não tão acentuada, tal como os materiais cerâmicos apresentam.

Por outro aspecto, as amostras não se romperam com o máximo de força aplicado pela máquina, demonstrando que o material experimental apresenta uma boa resistência física e ótima capacidade de sustentação para um peso acima de 1kg (nas dimensões da amostra que foi submetida ao ensaio reométrico).

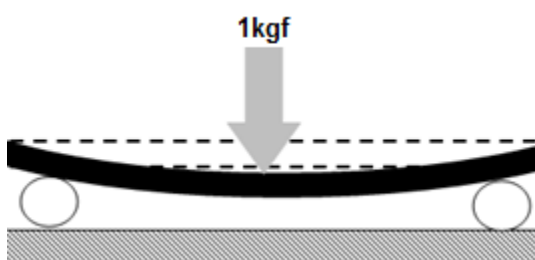


Figura 53 – Representação esquemática do esforço à flexão. Fonte: autora, 2014.

5.7.2.3. Exame de FTIR

A espectroscopia de infravermelho transformada de Fourier (FTIR) é uma técnica que utiliza a interação das moléculas com a radiação do infravermelho médio (Mid-IR) para caracterizar materiais. No espectro eletromagnético, a zona Mid-IR está situada na banda central e as micro-ondas, englobam números de onda que vão desde 4000cm^{-1} a 400cm^{-1} .

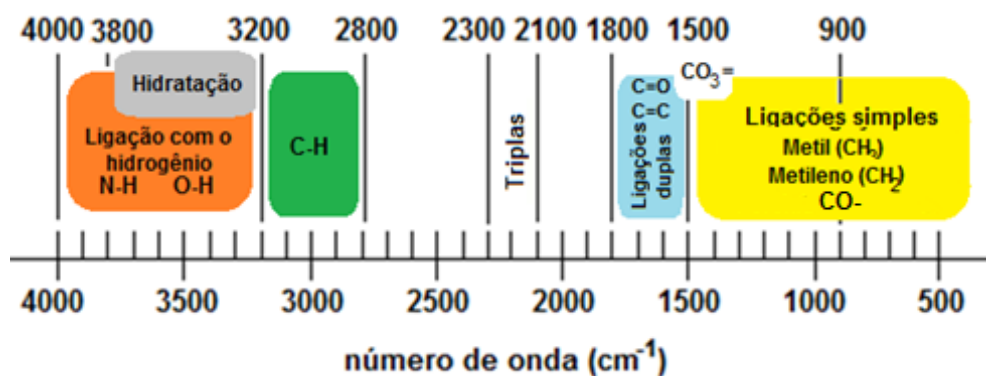


Figura 54 – Esquema da correlação de grupos funcionais orgânicos no espectro Mid-IV. Fonte: a partir das informações de Silverstein & Webster (1998), Derrick, Stulik & Landry (1999) e Ferreira (2011).

A tecnologia FTIR permite uma rápida identificação das substâncias sem que seja necessário preparar as amostras previamente. O equipamento gera um gráfico (espectro IV) no qual os picos estabelecidos em determinadas bandas correspondem ao nível vibracional de alguns grupos funcionais presentes nas moléculas orgânicas. O esquema apresentado pela figura 54 destaca os grupos funcionais que interessam à análise das massas polivinílicas.

Na análise, comparando-se os espectros IV de duas ou mais amostras verifica-se a presença ou a ausência de bandas de absorção de radiação e a intensidade e a forma dos picos. A atribuição de grupos funcionais associados às transformações moleculares drásticas geralmente são evidentes na região de maior energia ($4000 - 1500\text{cm}^{-1}$), enquanto que a identificação de funções que caracterizam o padrão do material são marcadas abaixo de 1500cm^{-1} .

O exame das massas polivinílicas por espectrometria teve o objetivo de verificar se durante o processamento no forno de micro-ondas e/ou na secagem das massas polivinílicas ocorreram alterações químicas relacionadas à oxidação e a acidificação dos produtos, particularmente, em função de modificações moleculares da matriz polimérica.

Para cumprir com o objetivo foram selecionadas amostras que representaram a transição das substâncias do estado líquido (misturas iniciais em pasta e massas irradiadas) para o sólido (material seco). Essas amostras foram submetidas à análise FTIR em um equipamento da marca Shimadzu, modelo Prestige21.

A figura 55 apresenta os espectros IV sobrepostos das amostras analisadas para facilitar a interpretação das informações que o exame ofereceu. As pastas e massas – representadas no espectro pelas linhas amarela e vermelha, respectivamente – apresentaram maior absorvância IV do que o material sólido (em verde) devido a água de hidratação. A umidade é visível no alongamento e largura das linhas amarela e vermelha na banda OH, sendo que uma interpretação precipitada pode compreender como acidificação do material. Entretanto, as modificações na região abaixo de 1500cm^{-1} não parecem indicar a quebra de ligação nas cadeias laterais do polímero e nem reações em cadeia que tivessem provocado a formação de ácido acético.

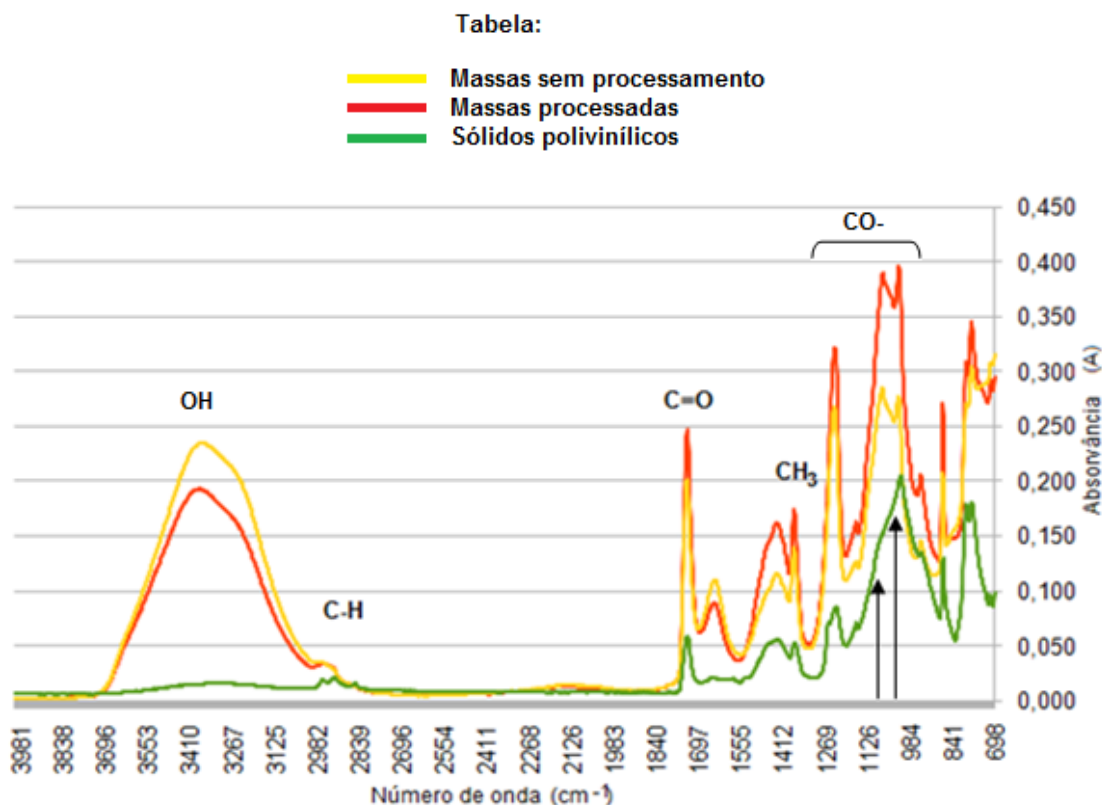


Figura 55 – Espectro infravermelho das massas polivinílicas. Comparação entre as fases líquidas (pasta e massa) para o estado sólido. Exame executado por Oscar Paniz, 2014.

Considerando as informações de Ferreira (2011, p. 251), a acidificação do PVA mostra, além da curva acentuada na região de $3800 - 3200\text{cm}^{-1}$ (OH), uma *diminuição* do pico na faixa de 1350cm^{-1} (CH₃) e alongamentos do sinal nas bandas próximas de 2970cm^{-1} (CH), 1750cm^{-1} (C=O) e 1094cm^{-1} (CO⁻). Em contraste, a linha vermelha das massas irradiadas aponta a diminuição da curva OH, uma *ampliação* de CH₃, C=O e CO⁻, mas sem variações em CH.

Além disso, quando a atenção se volta para a linha verde, verifica-se que a perda da água durante a secagem provoca a diminuição drástica na banda OH, cujo sinal se mostra quase insignificante. De um modo geral, o restante da linha verde acompanha o desenho da vermelha, ou seja, não se percebe alterações moleculares no material seco além da desidratação. A diferença mais significativa no perfil dos picos verdes está na faixa de 1000cm^{-1} , que denuncia a perda de algum composto desconhecido da emulsão PVA (talvez o plastificante ou outro aditivo) e que parece não influenciar na deterioração química da matriz polimérica.

Desse modo, os resultados da análise FTIR avalizam o processamento das misturas polivinílicas por radiação micro-ondas, pois as massas e sólidos polivinílicos se apresentam estáveis quimicamente.

6. Considerações Finais

De uma maneira geral, a revisão teórica do trabalho de mestrado mostra a carência de pesquisas relacionadas à restauração cerâmica na contemporaneidade. Esse problema reflete no Brasil com a adoção das recomendações da literatura estrangeira, cujos critérios técnicos nem sempre se ajustam aos padrões nacionais de preservação e as especificidades de alguns objetos que compõem o patrimônio cerâmico brasileiro. Em vista disso, o estudo procurou uma opção de restauração que fosse possível de ser adaptada aos distintos tipos cerâmicos e que fosse aplicável na maior parte dos acervos brasileiros.

A idealização das massas polivinílicas irradiadas partiu de parâmetros teóricos e práticos para demonstrar que a nova técnica reúne as recomendações gerais relacionadas à recomposição de peças cerâmicas. Em termos práticos, discutiu-se a manipulação de substâncias a base de emulsão adesiva PVA com um procedimento que de certa forma quebra alguns paradigmas técnicos relacionados à preparação de massas de restauração na atualidade: ao invés de manipular solventes ou adicionar cargas espessantes, cuja função é tornar o produto possível de ser aplicado, se propôs a desidratação do preparado inicial por micro-ondas.

A desidratação não é um procedimento inovador, já que esse método foi bastante comum na Antiguidade para produzir argilas artificiais empregues na arte decorativa e na produção de antigos reparos em materiais cerâmicos. Essa forma de preparar massas artísticas e de restauração envolvia o aquecimento ao fogo, mas foi sendo dispensada na medida em que surgiam os adesivos modernos e os produtos industriais. Em parte, portanto, essa mudança ocorreu porque os novos materiais significavam praticidade. Por outro lado, os métodos modernos nem sempre mostraram a eficiência que em princípio lhes deu credibilidade.

O processamento de materiais poliméricos por micro-ondas, por sua vez, está presente em estudos científicos de outras áreas técnicas, mostrando resultados vantajosos quando se busca simplicidade, praticidade e agilidade na produção, assim como a eficiência para os produtos. Porém, na área da restauração cerâmica, a tecnologia das micro-ondas parece ser bastante recente e rara, destacando-se a falta de pesquisas brasileiras nessa direção.

Não foram encontradas referências que desaconselhem o processamento de argilas poliméricas por micro-ondas no campo do restauro, o que explicaria a

ausência de investigações desse tipo. Nesse sentido, acredita-se que exista o receio de que as micro-ondas prejudiquem a durabilidade e a remoção dos aditamentos: particularmente no caso de substâncias a base de PVA, a matriz polimérica é descrita na literatura como suscetível às alterações químicas de (foto) oxidação e acidificação. Em vista disso, foi esclarecido que o *poliacetato de vinil* é estável por longo tempo, sua termoplasticidade sugere a estabilidade físico-química para os subprodutos PVA em níveis variados de temperatura e é transparente às micro-ondas. Além disso, para reforçar o argumento, explicou-se que a energia produzida pela radiação micro-ondas é incapaz de ionizar as moléculas de qualquer sistema. Em tese, portanto, o processamento das misturas polivinílicas no forno de micro-ondas não causaria reações de degradação molecular no material experimental.

O método que foi estudado não emprega materiais caros, nem requer um equipamento sofisticado e envolve a desidratação por radiação por pouco tempo. Desse modo, na sua essência, o procedimento de desidratar as pastas polivinílicas no forno de micro-ondas é de fácil execução nos dias atuais. Além disso, em comparação aos outros métodos de produção de massas de preenchimento (em especial ao estuque lipídico, às pastas mexicanas e à argila PVC), o produto polivinílico irradiado significa menores riscos relacionados ao aquecimento com chama e à manipulação de produtos químicos durante a preparação do material de restauração. Esse fator indica vantagens relacionadas à segurança e a saúde dos conservadores-restauradores, que atualmente são axiomas éticos ligados à sustentabilidade das práticas de intervenção para os quais se exige maior atenção.

Os dados levantados no teste de aplicação das massas polivinílicas garantem o uso desse tipo de material na recomposição de artefatos porosos e não porosos de pequeno porte. Nos casos avaliados, a nova massa demonstrou ser eficiente para unir fragmentos e recompor partes faltantes, evidenciando praticidade e bom aproveitamento durante o restauro e um ótimo resultado estético após a intervenção.

Os aditamentos mantiveram-se inalterados durante 1 ano e meio, demonstrando que o material experimental é estável fisicamente nas variações climáticas normais de Pelotas, se longe do intemperismo extremo – sol, chuva, vento, situações de encharcamento, por exemplo. Considerando o mesmo período de observação, o produto irradiado possibilita a remoção por aquecimento em temperaturas que a maior parte das peças cerâmicas suporta, dispensando

(novamente) o uso de solventes se houver necessidade de destacar os aditamentos em curto prazo. Não obstante, as regiões restauradas com o novo material mostraram semelhanças às partes originais, aceitaram pintura e vernizes de proteção, ao mesmo tempo em que demonstraram ser facilmente distinguíveis a curta distância e por fluorescência. Portanto, em linhas gerais, as massas polivinílicas irradiadas refletem os parâmetros técnicos exigidos pela teoria prática vigente.

Os resultados das análises instrumentais avalizam o método e o produto experimental que foram estudados. O processamento no micro-ondas convencional diminuiu a porosidade resultante do material de restauração, sendo que no ensaio reométrico por flexão ficou evidente que isso não prejudica a flexibilidade dos sólidos polivinílicos. Ou seja, a resistência física do material está relacionada à compactação da estrutura, e não com a reticulação (ou deterioração química) da matriz polimérica.

Por outro aspecto, o ensaio térmico indicou que as temperaturas em torno das variações climáticas normais são incapazes de provocar alterações químicas nos sólidos irradiados. Isso significa que através da irradiação microondas é possível promover a durabilidade de intervenções que empregam misturas adesivas à base de emulsão PVA.

Cabe observar que a desidratação das pastas polivinílicas foi executada em temperaturas abaixo do que é indicado para o adesivo envolvido nos experimentos, mas a análise termogravimétrica atesta que é seguro estender um pouco as taxas de aquecimento sem prejuízo as características químicas da matriz polimérica. Também é importante lembrar que os parâmetros t_g das massas polivinílicas irradiadas seguem o que a literatura indica para as emulsões PVA. Porém, o intervalo de temperatura relacionado à termoplasticidade do produto experimental ficou estabelecido entre 60° C – 150°C: o ponto de amolecimento está baseado no ensaio de remoção e a temperatura máxima foi determinada pelo ensaio termogravimétrico. Deve-se considerar, portanto, que é acima de 150°C que as reações de degradação molecular do polímero se iniciam efetivamente, pois se observou uma mistura polivinílica com alta concentração de cargas minerais: a temperatura parece se distribuir entre os componentes sólidos envolvidos no sistema, demorando a atingir o PVA.

Os cuidados para elaborar a fórmula e o planejamento do processamento por micro-ondas foram importantes para conceber um produto confiável para ser empregue nas práticas de restauração de bens culturais. Essa preocupação está relacionada com a durabilidade de longo prazo do material de restauro, de tudo dependente da estabilidade química do compósito mais reativo: a emulsão PVA. Em verdade, as avaliações de pH, assim como o ensaio reométrico e térmico, reforçaram que não havia efeitos de (foto) oxidação e acidificação da matriz polimérica, porém isso só ficou confirmado após conhecer os resultados da espectroscopia de infravermelho. De um modo mais claro: o produto experimental não exibe efeitos nocivos causados pela irradiação micro-ondas.

Apesar dos resultados positivos, se tem a consciência de que será necessário testar a aplicação do novo material em peças cerâmicas de outras características e necessidades: peças de barro cru, objetos de processamento rústico, artefatos demasiadamente grandes e pesados com lacunas de maior dimensão, ou que se apresentem totalmente fragmentados, entre outros casos. Para isso, espera-se que outros estudos técnicos surjam para reavaliar composição, meios de aplicação e métodos de remoção de massas polivinílicas irradiadas, quando isso for necessário.

Além disso, torna-se fundamental verificar por quanto tempo as qualidades do produto experimental se mantêm, quais seriam as causas e os efeitos do envelhecimento nesse material por fatores extrínsecos e quais seriam os riscos para os artefatos onde o mesmo é aplicado. Nesse ponto, espera-se que em outra oportunidade se possa investir no ensaio de envelhecimento acelerado, já que nesse momento não foi possível executar tal exame em função do alto custo no laboratório onde o mesmo tinha sido programado. Considera-se importante, também, comparar a durabilidade dos sólidos polivinílicos produzidos a partir da técnica de irradiação com os seus similares: pastas mexicanas e argila PVC, que empregam resinas puras e solventes. Isso é importante para delimitar melhor as vantagens e indicações de cada massa de recomposição.

Em resumo, considera-se que se iniciou um estudo de massas polivinílicas irradiadas para a restauração cerâmica no Brasil, que se mostra como um campo de pesquisa bastante promissor e que merece ser aprofundado em diversas direções.

Referências bibliográficas

ABAROA, Maria Victoria Arrandiaga. Tecnología & Adhesivo. Adhesivos Sintéticos: Riesgo Higiénico de Resinas y Otros Componentes. **Alimenpack**, Alfa Editores Técnicos, México, 2005, p. 8 – 14. Disponível em: <http://ge-iic.com/files/fichas%20productos/Riesgo_de_resinas_y_otros_componentes.pdf> acesso em 15 ago. 2012.

ALCÂNTARA, Ailton S. de. **Paulistinhas: Imagens sacras, singelas e singulares**. 2008. 133f. Dissertação (Mestrado em Artes) – Instituto de Artes. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.ia.unesp.br/Home/Pos-graduacao/Stricto-Artes/dissertacao_ailtonalcantara.pdf>, acesso em 15 jan. 2013.

APERJ et. al. Declaração de Vassouras sobre Patrimônio e Sustentabilidade (2012). **Portal da Semana Fluminense do Patrimônio**, Notícias/ Uma declaração em favor do patrimônio fluminense. Disponível em: <http://www.coc.fiocruz.br/images/stories/PDFs/declaracao_de_vassouras.pdf>, acesso em 18 jul. 2013.

BACO, Hiuri Marcel; FACCIO, Neide Barrocá. Estudo para Restauro de Vasilhas Cerâmicas Indígenas Pré-Históricas. In: ENCONTRO DO NÚCLEO REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARQUEOLOGIA, 5, 2006, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: SAB-Sul/UFRG, 2006, s/p, painel 10. Disponível em: <<http://www.anchietano.unisinos.br/sabsul/V%20-%20SABSul/Anais%20V%20SABSul.htm>>, acesso em 28 jul. 2013.

BANDEIRA, Arkley Marques. O Povoamento da América Visto a partir dos Sambaquis do Litoral Equatorial Amazônico do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL O POVOAMENTO DAS AMÉRICAS, MANIFESTAÇÕES CULTURAIS NAS AMÉRICAS: ORIGENS E EVOLUÇÃO, 2, São Raimundo Nonato, 2006. **Fumdamentos: Publicação da Fundação do Homem Americano**. ARAÚJO, Adauto J. G. et alli (org). 2006, n. 7. pp. 430-468. Disponível em: <<http://www.fumdham.org.br/fumdamentos7/artigos/21%20Arkley.pdf>>, acesso em 18 set. 2013.

BERGERON, A. **La restauration des céramiques archéologiques quelques exemples du cheminement d'une pratique**. Québec: Centre de Conservation du Québec, 2007. Disponível em: <<http://www.ccq.gouv.qc.ca/fileadmin/images/publications/ceramiques.pdf>>, acesso em 15 jan. 2013.

BOITO, Camillo. **Os restauradores**. 3ª. Ed. KÜHL, Paulo; KÜHL, Beatriz Mugayar (trad.). São Paulo: Ateliê Editorial, 2008.

BOLETIM DA ABRACOR. Terminologia para Definir a Conservação do Patrimônio Cultural Tangível. Rio de Janeiro, n.1, 2010, p. 1-3.

BOTALLO, Marilúcia. Ética e Técnica: por uma Prática Consciente de Conservação e Restauração. **Revista Raízes**, São Paulo, 2007. p. 59-60.

BRANDI, Cesare. **Teoria da Restauração**. KÜHL, Beatriz Mugayar (trad). São Paulo: Ateliê Editorial, 2004.

BRASIL, Lei nº 11.904, de 14 de janeiro de 2009. Institui o Estatuto de Museus e dá outras providências. **Casa Civil**, Brasília, DF, 14 jan. 2009. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11904.htm, acesso em 26 jul. 2012.

BRASIL. Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. **Casa Civil**, Rio de Janeiro, RJ, 30 de Nov. 1937. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del0025.htm, acesso em 04 jul. 2012.

BRASIL. Decreto-Lei nº 3551, de 4 de agosto de 2000. Institui o Registro de Bens Culturais de Natureza Imaterial que constituem patrimônio cultural brasileiro, cria o Programa Nacional do Patrimônio Imaterial e dá outras providências. **Casa Civil**, Brasília, DF, 4 ago. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3551.htm, acesso em 04 jul. 2012.

BRASIL. LEI nº 8.313, de 23 de dezembro de 1991. Restabelece princípios da Lei nº 7.505, de 2 de julho de 1986, institui o Programa Nacional de Apoio à Cultura (Pronac) e dá outras providências. **Casa Civil**, Brasília, 23 dez 1991; 170º da Independência e 103º da República. Disponível em: <http://www.cultura.gov.br/site/wp-content/uploads/2007/11/lei-8313-de-1991.pdf>, acesso em 04 jul. 2013.

BURGI, Sérgio; MENDES, Marilka; BAPTISTA, Antonio Carlos Nunes. **Polímeros Naturais e Sintéticos: Adesivos, Consolidantes, Filmes, Resinas, Vernizes**. Rio de Janeiro: ABRACOR, 1990.

CALVO, Ana Maria. **Conservación y restauración: materiales, técnicas y procedimientos de la A la Z**. 3.ed. Barcelona: Ediciones del Serbal, 1997.

CARDOSO, Armando. **Manual de cerâmica**. 2 ed. Lisboa: Bertrand, s.d. 285p. il. (Nova Biblioteca de instrução profissional)

CARVALHO, Fábio. **Os Primórdios da Indústria de Louças no Brasil**. Artigo *online*, 2007. Disponível em: <http://www.porcelanabrasil.com.br/p-22.htm>, acesso em 18 set. 2013.

CASTRIOTA, Leonardo Barci. **Patrimônio cultural: conceitos, políticas, instrumentos**. São Paulo: Annablume, 2009. pp.: 11-110.

CASTRO, Aloisio Arnaldo Nunes. A Conservação e Restauração de Acervos em Suporte de Papel no Brasil: uma Abordagem à Luz da História Cultural. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA ABRACOR, 13, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABRACOR, 2009, v. 1. pp: 159-165.

CHECUCCI, Barbara; POLETTI, Antonella. Il Grande Piatto del Servizio Este Gonzaga. In: **Cose Antiche**, 2007. pp.: 46 – 49. Speciale Ceramiche. Disponível em: <<http://www.restauroceramica.it/imgs/restauro.pdf>>, acesso em 16 jan. 2013.

CHOAY, Françoise. **Alegoria do Patrimônio**. São Paulo: UNESP, 2006.

CICHINELLI, Gisele. Como manipular produtos tóxicos: proteja-se dos perigos da intoxicação por poeira e produtos químicos nos canteiros. **Equipe de Obra**, n. 13, set/out. 2007. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/13/artigo64886-1.aspx>>, acesso em 04 set. 2011.

CORDARO, Rosângela. A Importância do Conhecimento da Cerâmica Popular Brasileira na Formação Profissional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 51, 2007, Salvador. **Anais...** Salvador: ABCERAM, 2007. s/p. Disponível em: <<http://www.visionvox.com.br/biblioteca/c/ceramicapopular.pdf>>, acesso em 13 dez. 2012.

COSTA, Carlos A. S.; COMERLATO, Fabiana. Procedimentos de restauro. In: COSTA, C. A. S.; COMERLATO, F. **Relatório do salvamento arqueológico nas áreas de abrangência das obras das rodovias BA-693 e BA-698 (Ibirapuã, Mucuri e Nova Viçosa)**. Salvador: UFBA, 2008. pp.: 16 – 18. Disponível em: Fonte: <<http://www.mae.ufba.br/BA693e698.pdf>>, acesso em 09 dez. 2012.

COUTO, I. H. P. **Caderno de Conservação e Restauro de Obras de Arte Popular Brasileira /Museu Casa do Pontal**. Rio de Janeiro: Associação dos Amigos da Arte Popular Brasileira; Brasília: UNESCO, 2008.

CRADDOCK, Paul. **Scientific investigation of copies, fakes and forgeries**. Oxford: Butterworth-Heinemann, Elsevier Ltd. 2009, p. 113.

CRAFT, Meg Loew; SOLZ, Julie A. Commercial vinyl and acrylic fill materials. **Journal of the American Institute for Conservation (JAIC)**, [S.l.] 1998. v. 37, n. 1. pp. 23-24. Disponível em: <<http://cool.conservation-us.org/jaic/articles/jaic37-01-003.html>>, acesso em 09 dez. 2012.

CRUZ, Maria das Dores; CORREIA, Virgílio Hipólito. **Normas gerais de inventário para arqueologia: cerâmica utilitária**. Lisboa: Instituto dos Museus e da Conservação, 2007.

DE FRANCIA, Pier Roberto. Materiali per la restituzione di parti mancanti su reperti non metallici. In: PAOLI, Franco; NICOSIA, Francesco (org). **Studi e materiali: scienza dell'antichità in Toscana**, 1991, v. 6, p. 157 – 164.

DEL'ARCO Eloisa. Técnicas para Conservação e Restauração de Cerâmicas Arqueológicas. **Clio Arqueológica**, 1994, v. 1, n. 10, p. 135-144. Disponível em: <http://www.ufpe.br/clioarq/index.php?option=com_content&view=article&id=345&Itemid=279>, acesso em 24 mar. 2013.

DERRICK, Michele R.; STULIK, Dusan; LANDRY, James M. **Infrared Spectroscopy in Conservation Science: Scientific Tools for Conservation**. Getty Publications, 1999. Disponível em:

<http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/books/infrared_spectroscopy.html>, acesso em 10 jan. 2014.

DICKSTEIN, A. G. (et.al). Procedimentos Básicos de Conservação e Restauro. In: **Caderno de Conservação e Restauro de Obras de Arte Popular Brasileira/Museu Casa do Pontal**. Rio de Janeiro: Associação dos Amigos da Arte Popular Brasileira; Brasília: UNESCO, 2008. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001610/161092por.pdf>>, acesso em 03 mai. 2012.

DOOIJES, Renske; NIEUWENHUYSE, Olivier Peter. Ancient Repairs in Archaeological Research: a Near Eastern Perspective. In: AMBERS, Janet et. all. (Org.), **Holding it all together, Ancient and Modern Approaches to Joining, Repair and Consolidation**. Londres: Archetype, 2009. p.: 8-13.

DORDIO, Paulo, TEIXEIRA, Ricardo; SÁ, Anabella. Faiança do Porto e Gaia: o recente contributo da Arqueologia. In: **Itinerário da faiança do Porto e Gaia**. (org.) Miguel Almeida, Museu Nacional de Soares dos Reis. Porto: Editora IPM, 2001. Pp.: 119-164.

ELBERN, Alwin Wilhem. **Radiações não-ionizantes: conceitos, riscos e normas**. Artigo disponível no site mantido por PRO-RAD – Consultores de radio-proteção S/S LDTA. Disponível em: <<http://www.prorad.com.br/cursos/Cursos/rni.pdf>>, acesso em 01 nov. 2011.

ENGLISH, Judie. Two Exemples of Roman Pottery Repair in Antiquity. York: **Surrey Archaeological Colletion**, 2005, v. 92, p. 263-265. Disponível em: <<http://archaeologydataservice.ac.uk/archives/view/surreyac/>>, acesso em 25 out. 2012.

ESTUQUE. In: CORONA, Eduardo; LEMOS, Carlos A. C. **Dicionário da Arquitetura Brasileira**. São Paulo: EDART, 1972.

FABBRI, Bruno; GUIDOTTI, Carmen Ravanelli. **III Restauro della ceramica**. Itália: Nardini, 2004.

FANTUZZI, Leandro. La alteración posdeposicional del material cerâmico: agentes, procesos y consecuencias para su preservación e interpretación arqueológica. **Comechingonia Virtual**, Córdoba, vol. 6 n. 1. p. 27-29, 2010.

FERREIRA Joana Lia Antunes. **Liaisons Dangereuses, Conservation of Modern and Contemporary Art: a study of the synthetic binding media in Portugal**. 2011. 389f. Tese (Doutorado em Ciência da Conservação) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011. Disponível em: <<http://run.unl.pt/handle/10362/5342>>, acesso em 04 jan. 2014.

FERREIRA, Joana Lia; MELO, Maria João Melo; RAMOS, Ana Maria. Poly (vinyl acetate) paints in works of art: A photochemical approach, Part 1. **Polymer Degradation and Stability**, ?, v. 95, nº 4, 2010, p. 453-461. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/journal/01413910/95/4>>, acesso em 04 jan. 2014.

FIGUEIREDO Jr. João Cura D'Ars de. **Química aplicada à conservação e restauração de bens culturais**: uma introdução. Belo Horizonte: São Jerônimo, 2012.

FRANGOVA, K. Polymer Clays as an Alternative for the Gap-Filling of Ceramic Objects. In: PILOSI, L. (org.) **Glass and Ceramic Conservation**, Interim meeting of the ICOM-CC Working Group. Nova Gorica (Eslovênia): International Council of Museums Committee for Conservation, 2007, p. 159-169.

FURASTÉ, P. A. **Normas Técnicas para o Trabalho Científico: Explicitação das Normas da ABNT**. 16.ed. Porto Alegre: Dáctilo Plus, 2012.

GÓMEZ GONZÁLEZ, Maria Luisa. **La Restauración Examen Científico Aplicado a la Conservación de obras de Arte**. 2 ed. Madrid: Ediciones Cátedra, 2000.

HANNESCH, Ozana (et.al). Gestão da Conservação-restauração do Patrimônio Cultural: Algumas Reflexões sobre Teoria e Prática. In: SEMINÁRIO DA REDE CONSERVAÇÃO, BR – A CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO NO BRASIL: TEORIA E PRÁTICA, 1, 2012, Olinda. **Anais...** Olinda: CECI BR, 2012, s/p, Disponível em: <<http://www.ceci-br.org/ceci/br/publicacoes/textos-para-discussao/631.html>>, acesso em 1 jan. 2013.

ICOMOS. **Carta do México (1985)**. Portal do IPHAN, Coletânea Virtual/Cartas Patrimoniais. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=255>>, acesso em 04 jul. 2012.

ICOMOS. **Carta de Burra (1980)**. Portal do IPHAN, Coletânea Virtual/Cartas Patrimoniais. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=251><http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=251>>, acesso em 04 jul. 2012.

ICOMOS. **Carta de Veneza (1964)**. Portal do IPHAN, Coletânea Virtual/ Cartas Patrimoniais. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=236>>, acesso em 04 jul. 2012.

IPHAN. Portaria Normativa nº 1/2006, de 05 de julho de 2012. Dispõe sobre a elaboração do Plano Museológico dos museus do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, e dá outras providências. **IBRAM**, Brasília, DF, 05 jul. 2012. Disponível em: <http://www.museus.gov.br/SBM/downloads/portaria_normativa_n_1_de_5_de_julho_de_2006_DOU_de_11_07_%E2%80%A6.pdf>, acesso em 06 jul. 2012.

KEYSON, Dawy et. all. Síntese e processamento de cerâmicas em forno de micro-ondas doméstico. *Cerâmica*, 2006, v. 52, n. 321, p. 50 – 56.

KOOB, Stephen. Obsolete fill materials found on ceramics. *Journal of the American Institute for Conservation (JAIC)*, [S.l.], 1998. v. 37, n. 1. pp. 49-67. Disponível em: <http://cool.conservation-us.org/jaic/articles/jaic37-01-005_1.html>, acesso em 07 dez. 2012.

KÜHL, Beatriz Mugayar. História e Ética na Conservação e na Restauração de Monumentos Históricos. **CPC**, São Paulo, nov. 2005/ abr. 2006. v.1, n.1, p. 16-40.

KÜHL, Beatriz Mugayar. Notas sobre a Carta de Veneza (ICOMOS, 1964). **Anais do Museu Paulista**, São Paulo, July/Dec. 2010. v.18, n.2.

LARSSON, Mathilda Amélia Gonçalves. **Estudo e Caracterização de Porcelana Orientais**. 2008. 48f. Dissertação (Mestrado em Conservação e Restauro) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10362/1882>>, acesso em 20 nov. 2012.

LOBÃO, Edison. Projeto de Lei 4042/08, de 30 de setembro de 2008. Dispõe sobre a regulamentação do exercício da profissão de Conservador-Restaurador de Bens Culturais Móveis e Integrados e autoriza o Poder Executivo a criar o Conselho Federal de Conservação-Restauração de Bens Móveis e Integrados e seus Conselhos Regionais, e dá outras providências. **Câmara dos Deputados**, Brasília, 30 set. 2008. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=410920>>, acesso em 25 jul. 2012.

LÓPEZ, Ainhoa Rodríguez. **Análisis y clasificación de los brocados aplicados de los retablos de Guipúzcoa**. 2009. 902f. Tese (Doutorado em Conservação e Restauro) – Facultad de Bellas Artes, Universidad del País Vasco, Departamento de Pintura, Sección de Conservación-Restauración, País Basco, 2009. Disponível em: <http://www.ehu.es/argitalpenak/images/stories/tesis/Humanidades/Analisis_y_clasificacion_de_los_brocados_aplicados_de_los_retablos_de_Guipuzcoa.pdf>, acesso em 21 fev. 2013.

MACHADO, Fábio Braz et. al. **Enciclopédia multimídia de minerais** [online]. ISBN: 85-89082-11-3. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/museudpm/banco/grm.html>>, acesso em 30 nov. 2012.

MACHADO, Fernanda Tozzo. A Relatividade dos Valores Culturais e o Papel do Conservador-restaurador. In: SEMINÁRIO ARTE HOJE NA CONTEMPORANEIDADE: PROCESSOS, REFLEXÕES, CONSERVAÇÃO, PRODUÇÃO, 1, 2007, Ouro Preto. **Anais...**Ouro Preto: Fundação de Artes de Ouro Preto, 2007, v. 1. s/p.

MAI, Ivo; BALZARETTI, Naira Maria; SCHMIDT, João Edgar. Utilizando um forno de micro-ondas e um disco rígido de computador como laboratório de física. In: **Textos de apoio ao professor de física**. Porto Alegre: UFRGS/IF, 2007, v.18 n.6. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tapf/v18n6_Mai_Balzaretti_Schmidt.pdf>, acesso em 19 jan. 2014.

MASSCHELEIN-KLEINER, Liliâne. Os solventes. Dissolução. In: MENDES, Marilka; BAPTISTA, Antonio Carlos Nunes (org). **Restauração: Ciência e Arte**. Rio de Janeiro: UFRJ/IPHAN, 2005, p. 60 – 82.

MENEZES, Romualdo Rodrigues; SOUTO, Pollyane Márcia de; KIMINAMI, Ruth Herta Goldschmidt Aliaga. Sinterização de cerâmicas em micro-ondas. Parte I: Aspectos fundamentais. **Cerâmica**, 2007, v. 53, n. 325, p. 1 – 10.

MIN/ITÁLIA. **Carta do Restauro (1972)**. Portal do IPHAN, Coletânea Virtual/Cartas Patrimoniais. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=242>, acesso em 04 jul. 2012.

MOLINER, Begoña Carrascosa. **Iniciación a la Conservación y Restauración de Objetos Cerámicos**. Espanha: UPV, 2006.

MORALES, Martha Helena Loeblein Becker. **Os usos da louça branca de Colombo: aspectos identitários e discursos do poder a partir do diálogo entre história e arqueologia**. 2010, 114f. Dissertação (Mestrado em História) – Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/22800/Dissertacao_MHLB_Morales.pdf?sequence=1, acesso em 07 ago. 2013.

MORALES, Martha Helena Loeblein Becker. Proposta teórico-metodológica para o estudo de caso da fábrica de louças Colombo (1897-1926). Campinas: **História e História**, UNICAMP, 2008. Disponível em: <http://www.historiahistoria.com.br/materia.cfm?tb=alunos&id=111>, acesso em 20 set. 2013.

MUNHOZ, Fabiana Costa; RENÓFIO, Adilson. Uso da Gipsita na Construção Civil e Adequação para a P+L. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO – A Energia que move a produção: um diálogo sobre integração, projeto e sustentabilidade, 27, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007, s/p. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR650479_9888.pdf, acesso em 13 nov. 2012.

MUÑOZ-VIÑAS, Salvador. **Teoría Contemporánea de la Restauración**. Espanha: Editorial Síntesis S. A. 2010.

PAGANI, Clovis; MIRANDA, Carolina Baptista; BOTTINO, Marco Cícero. Avaliação da Tenacidade à Fratura de Diferentes Sistemas Cerâmicos. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, Jan./ Mar. 2003. v.11. n.1. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-77572003000100012>, acesso em 26 nov. 2012.

PASCUAL, Eva; PATINO Mireia. **Conservar e restaurar: cerâmica e porcelana**. Afonso, G. (trad.). Lisboa: Estampa, 2005. Série: Conservar e Restaurar.

PELEGRIINI, Sandra C. A. A salvaguarda e a sustentabilidade do patrimônio material brasileiro: impasses e jurisprudências. In: FUNARI, Pedro Paulo; PELEGRIINI,

Sandra C. A.; RAMBELI, Gilson (org). org). **Patrimônio Cultural e Ambiental: questões legais e conceituais**. São Paulo: Annablume/FAPESP, 2009. Parte II, p. 99 – 118.

PEÑA, J. Theodore. **Roman pottery in the archaeological record**. New York: Univesity Cambridge, 2007, p. 61 – 250.

PEREIRA, José Hermes Martins. **Louça paulista: as primeiras fábricas de faiança e porcelana de São Paulo**. São Paulo: EDUSP/Imprensa Oficial, 2008. pp. 17 – 24.

PÉREZ, Montserrat Lastras. **Investigación y análisis de las masillas de relleno para la reintegración de lagunas cerámicas arqueológicas**. 2007. 438 f. Tese (Doutorado em Conservación y Restauración de Bienes Bulturales) – Facultad de Bellas Artes de San Carlos, Universidade Politecnica de Valencia, Valencia, 2007. Disponível em: <<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11224/tesisUPV2643.pdf?sequence=1>>, acesso em 24 abr. 2013.

PEYRON, Adriana Sanromán; ZAPATA, Jessica Avecilla; HERNÁNDEZ, Mariana Flores. Una experiencia en la conservación de artefactos arqueológicos: práctica de campo en el Museo de Sitio de Alta Vista, Zacatecas, noviembre del 2009. **Intervención**, México, 2011, v. 2, nº 3, p. 66 – 73.

PRICE, C. A. Putting It right: preventive and remedial treatments. In: **Reserch in conservation, stone conservation: an overview of current**. Santa Monica, CA/EUA: Library of Congress, 1996, cap. 2, p.13-24.

RIBEIRO, Mauricio Rogerio Ramos, et. al. Medida do módulo de torção (g) de polímeros irradiados com micro-ondas. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (SICT), 14, 2012, São Paulo. **Anais...**São Paulo: Boletim Técnico da Faculdade de Tecnologia de São Paulo, 2012. v. 34, p. 25. Disponível em: <http://portalcongresso.fatecsp.br/images/14_congresso/simposio/14_simp_T23.pdf>, acesso em 14 out. 2013.

RICHY, M. **Pâte de côtes et pde surface: étude de matériaux de comblement polyvinyliques**. 2010, 201f. Dissertação (Master de Conservation e Restauration des Bens Culturels) - UFR 03 Art et Archéologie. Université de Paris I Panthéon-Sorbone, Paris, 2010.

RIDOU, Brian V. Wall-inhabiting organisms and their control in earthen structures. In: AVRAMI, Erica; GUILLAUD, Hubert; HARDY, Mary (org.) **Terra literature review: an overview of research in earthen architecture conservation**. Los Angeles, Ca/EUA: The Getty Institute, 2008, p. 161 – 174.

RIEGL, Alöis. **El culto moderno a los monumentos**. 3ª. Ed. LÓPEZ, Ana Pérez (trad.). Madrid: La balsa de la Medusa, 2008. 99p.

RUSKIN, John. **A lâmpada da memória**. PINHEIRO, Maria Lucia Bressan (trad.). São Paulo: Ateliê Editorial, 2008. 88p.

SAMPAIO, Suzana. Usos legais do patrimônio: as cartas internacionais e as legislações nacionais. In: FUNARI, Pedro Paulo; PELEGRINI, Sandra C. A.; RAMBELI, Gilson (org). **Patrimônio Cultural e Ambiental: questões legais e conceituais**. São Paulo: Annablume/FAPESP, 2009. Parte II, p. 119-13.

SANCHES, Pedro Luís Machado. Caracterização e origens do culto moderno dos monumentos. **Memória em Rede**. Pelotas, v. 2, n. 5. Abr. /jul. 2011. p.p. 5-16.

SANTINELLI, Cecília. **A Cerâmica Guarani e Guarani Missioneira**. In: IILA - Curso de Restauração da Cerâmica Sul-americana/São Miguel das Missões, RS/Brasil. Cuadernos IILA, Série Cooperação 29, 2005.

SANTOS, V.C.B.. **Decorações em relevos em pastiglio: análise de uma nova técnica de restauro**. 2011. 111f. Monografia (Bacharelado de Conservação e Restauro de Bens Culturais Móveis. Universidade Federal de Pelotas, 2011.

SCICOLONE, Giovanna C. **Restauración de la pintura contemporánea**. Barcelona: Editorial Nerea, S.A, 2002.

SCOLARI, Keli Cristina. **Esculturas em faiança portuguesa existentes nos casarões do centro histórico da cidade de Pelotas, RS**. Dissertação (Mestrado em Memória Social e Patrimônio Cultural). Universidade Federal de Pelotas, 2012.

SHELACH, Gideon. On the Invention of Pottery. **Science Magazine**, 2012. Vol. 336; Nº 6089, pp. 1644-1645.

SILVA, A. C. L; MUÑOZ, M. E. G. **La restauración de la cerámica olmeca de San Lorenzo, Tenochtitlán**. México: UNAM/INAH, Série San Lorenzo, 2002.

SILVERSTEIN, Robert M.; WEBSTER, Francis X. Infrared Spectrometry. In: _____. **Spectrometric identification of organic compounds**. 6th ed. 1998, New York: John Wiley & Sons, p. 71-143.

SUGANDHA; JHA, A. K. Synthesis and characterization of nanocrystalline ferroelectric $\text{Sr}_{0.8}\text{Bi}_{2.2}\text{Ta}_2\text{O}_9$ by conventional and microwave sintering: a comparative study. **Materials Research Bulletin**, 2013, v. 48, p. 1553 – 1559.

TIRAPELI, Percival. **Arte sacra colonial: barroco memória viva**. São Paulo: UNESP, 2005.

TOLIN, Vera. Re-olhar sobre a formação do conservador-restaurador: capacitação técnico-científica, visão criativa e postura ética. **ARC**, Recife, vol. 3, n.1, s/p, edição especial 2011. Disponível em: <<http://www.restaurabr.org/siterestaurabr/>>, acesso em 04 mar. 2012.

ULMASOV, Akmaljov. Methods of Restoration and Drawing of Artefacts: An Example of Glazed Objects. In: REGULAR REPORT, 6, 2008, Nara. **Anais...** Nara: UNESCO (ACCU), 2008, v. 1, p. 37 – 39. Disponível em: <<http://www.nara.accu.or.jp/activities/img/dissemination/sixth.pdf>>, acesso em 15 jan. 2013.

UNESCO. **Recomendação de Paris (2003)**. Portal do IPHAN, Coletânea Virtual/ Cartas Patrimoniais. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=271>>, acesso em 04 jul. 2012.

UNESCO; ICCROM; ICOMOS. **Recomendação de Nara (1994)**. Portal do IPHAN, Coletânea Virtual/ Cartas Patrimoniais. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=264>>, acesso em 04 jul. 2012.

VARGAS, Jannen Contreras. El camino de la fórmula: el caso del uso de tiourea para limpieza de plata. **Intervención**, 2010. V.1, n.1. p. 50.

VASCONCELOS, Jomar S. et. al. Aparato e método para tratamento térmico de materiais cerâmicos por irradiação de micro-ondas. **Tecnologia & Desenvolvimento Sustentável**, 2007, v.3, p. 15 -25.

VIOLLET-LE-DUC, Eugène Emmanuel. **Restauração**. 3ª. KÜHL, Beatriz Mugayar (trad.). São Paulo: Ateliê Editorial, 2006. 70 p.

WU, Xiaohong et. al. Early pottery at 20,000 years ago in Xianrendong cave, China. **Science Magazine**, 2012. Vol. 336; Nº 6089, pp. 1696-1700.

ZUSE, Silvana; MILDER, Saul Eduardo Seiguer. Cerâmica Guarani e de Contato: Permanências e Mudanças Técnicas em uma Redução Jesuítica do Início do Século XVII. In: ENCONTRO ESTADUAL DE HISTÓRIA: VESTÍGIOS DO PASSADO: A HISTÓRIA E SUAS FONTES, 9, 2008, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre; ANPUH/RS, LEAL, Elizabete C. POSSAMAI, Zita R. (org). 2008. s/p. Disponível em: <http://eeh2008.anpuhrs.org.br/resources/content/anais/1209061193_arquivo_silvana_zuse.pdf>, acesso em 19 set. 2013.

Apêndices

APÊNDICE A – Ficha de documentação da amostra F1: desempenho da massa e comportamento das estruturas finais.

| | | | | | |
|--|-----------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| DATA: 09/10/2012 | | | AMOSTRA: Faiança (F1) | | |
| FÓRMULA: 20,30% [-CH ₂ =CH-OCOCH ₂ -] _n + 30,40% H ₂ O + 0,06% Fe ₂ O ₃ + 0,07% FeOOH + 24,45% SiO ₂ + 24,72% CaCO ₃ = 80,54g | | | | | |
| DESCRIÇÃO DA MISTURA: O PVA foi misturado primeiro com o óxido de ferro; posteriormente se acrescentou hidróxido de óxido de ferro, dióxido de silício e, por último, o carbonato de cálcio. | | | | | |
| PROCESSO DE RADIAÇÃO | EQUIPAMENTO | POTÊNCIA | TEMPO TOTAL | HOMOGENEIZAÇÃO | TEMPERATURA |
| | Eletrolux MEF41 | 100 | 1min | 2X | 80°C |
| CORPO DE AMOSTRAS: As amostras foram produzidas em formas de silicone branco (12cmX1, 2cmX0,5cm), que foram higienizadas com álcool etílico e preenchidas com 14g de massa. A moldagem foi feita por pressão manual, com o auxílio de uma régua, sem desmoldante. A secagem é superficial, no sentido de fora para dentro. | | | | | |
| SECAGEM | COMPORTAMENTO | 3 DIAS | 7DIAS | 14 DIAS | 30 DIAS |
| | LATERAL | 11,4cmX1,1cm | 11,3cmX1,1cm | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| | SUPERFICIAL | ao centro | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| | PESO | 11g | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| | FISSURAS | evidentes e profundas | quebras | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| DURABILIDADE DA MASSA NA EMBALAGEM | | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| OBSERVAÇÕES COMPARATIVAS GERAIS | | | | | |
| COMPORTAMENTO | | PASTA CRUA | | MASSA COZIDA | |
| Peso | | 80,54 g | | 73g | |
| Cor (em relação ao original) | | semelhante, tom róseo-alaranjado | | semelhante, tom róseo-alaranjado | |
| Plasticidade | | p/ aplicação direta | | pouca | |
| Poder de adesão | | p/ aplicação direta | | pouca | |
| Textura | | granulosa | | lisa | |
| pH | | 8.0 | | 8.0 | |

Fonte: autora, 2012.

APÊNDICE B – Ficha de documentação da amostra F2: desempenho da massa e comportamento das estruturas finais.

| | | | | | |
|---|-----------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| DATA: 09/10/2012 | | | AMOSTRA: Faiança (F2) | | |
| FÓRMULA: 22,20% [-CH ₂ =CH-OCOCH ₂ -] _n + 33,30% H ₂ O + 0,03% Fe ₂ O ₃ + 0,07% FeOOH + 27,75% SiO ₂ + 16,65% CaCO ₃ = 90,11g | | | | | |
| DESCRIÇÃO DA MISTURA: O PVA foi misturado primeiro com o óxido de ferro; posteriormente se acrescentou hidróxido de óxido de ferro, dióxido de silício e, por último, o carbonato de cálcio. | | | | | |
| PROCESSO DE RADIAÇÃO | EQUIPAMENTO | POTÊNCIA | TEMPO TOTAL | HOMOGENEIZAÇÃO | TEMPERATURA |
| | Eletrolux MEF41 | 50 | 2min30s | 5X | 79,5°C |
| CORPO DE AMOSTRAS OBS: As amostras foram produzidas em formas de silicone branco (12cmX1,2cmX0,5cm), que foram higienizadas com álcool etílico e preenchidas com 14g de massa. A moldagem foi feita por pressão manual, com o auxílio de uma régua, sem desmoldante. A secagem é superficial, no sentido de fora para dentro. | | | | | |
| SECAGEM | COMPORTAMENTO | 3 DIAS | 7DIAS | 14 DIAS | 30 DIAS |
| | LATERAL | 11,6cmX0cm | 11,5cmX0cm | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| | SUPERFICIAL | leve | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| | PESO | 12g | 11g | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| | FISSURAS | não | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| DURABILIDADE DA MASSA NA EMBALAGEM | | Sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| OBSERVAÇÕES COMPARATIVAS GERAIS | | | | | |
| COMPORTAMENTO | | PASTA | | MASSA | |
| Peso | | 90,11g | | 72g | |
| Cor (em relação ao original) | | Semelhante, tom alaranjado | | Semelhante, tom alaranjado-róseo | |
| Plasticidade | | ótima | | ótima | |
| Poder de adesão | | ótimo | | ótimo | |
| Textura | | Lisa e uniforme | | Lisa e uniforme | |
| pH | | 7.0 | | 7.0 | |

Fonte: autora, 2012.

APÊNDICE C – Ficha de documentação da amostra P1: desempenho da massa e comportamento das estruturas finais.

| | | | | | |
|---|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| DATA: 09/10/2012 | | | AMOSTRA: Porcelana (P1) | | |
| FÓRMULA: 20,24%[-CH ₂ =CH-OCOCH ₂ -]n+30,36% H ₂ O +49,40%SiO ₂ = 80,58g | | | | | |
| DESCRIÇÃO DA MISTURA: O PVA foi misturado completamente ao dióxido de silício. | | | | | |
| PROCESSO DE RADIAÇÃO | EQUIPAMENTO | POTÊNCIA | TEMPO TOTAL | HOMOGENEIZAÇÃO | TEMPERATURA |
| | Eletrolux MEF41 | 100 | 1min30s | 3X | 80°C |
| CORPO DE AMOSTRAS: As amostras foram produzidas em formas de silicone branco (12cmX1,2cmX0,5cm), que foram higienizadas com álcool etílico e preenchidas com 14g de massa. A moldagem foi feita por pressão manual, com o auxílio de uma régua, sem desmoldante. A secagem é superficial, no sentido de fora para dentro. | | | | | |
| SECAGEM | COMPORTAMENTO | 3 DIAS | 7DIAS | 14 DIAS | 30 DIAS |
| | LATERAL | 11,7cm X 0cm | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| | SUPERFICIAL | ao centro | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| | PESO | 12g | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| | FISSURAS | não | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| DURABILIDADE DA MASSA NA EMBALAGEM | | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| OBSERVAÇÕES COMPARATIVAS | | | | | |
| COMPORTAMENTO | | PASTA | | MASSA | |
| Peso | | 80,58g | | 63g | |
| Cor (em relação ao original) | | Branca opaca | | Branca opaca | |
| Plasticidade | | ótima | | ótima | |
| Poder de adesão | | ótimo | | ótimo | |
| Textura | | lisa e uniforme | | lisa e uniforme | |
| pH | | 5.0 | | 5.0 | |











































Fonte: autora, 2012.

APÊNDICE D – Ficha de documentação da amostra P2: desempenho da massa e comportamento das estruturas finais.

| | | | | | |
|---|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| DATA: 09/10/2012 | | | AMOSTRA: Porcelana (P2) | | |
| FÓRMULA: 21,20%[-CH ₂ =CH-OCOCH ₂ -]n+ 31,75% H ₂ O +35,30%SiO ₂ +11,75% CaCO ₃ = 85g | | | | | |
| DESCRIÇÃO DA MISTURA: O PVA foi misturado completamente ao dióxido de silício e depois se acrescentou o carbonato de cálcio. | | | | | |
| PROCESSO DE RADIAÇÃO | EQUIPAMENTO | POTÊNCIA | TEMPO TOTAL | HOMOGENEIZAÇÃO | TEMPERATURA |
| | Eletrolux MEF41 | 50 | 2min30s | 5X | 75°C |
| CORPO DE AMOSTRAS: As amostras foram produzidas em formas de silicone branco (12cmX1,2cmX0,5cm), que foram higienizadas com álcool etílico e preenchidas com 14g de massa. A moldagem foi feita por pressão manual, com o auxílio de uma régua, sem desmoldante. A secagem é superficial, no sentido de fora para dentro. | | | | | |
| SECAGEM | COMPORTAMENTO | 3 DIAS | 7DIAS | 14 DIAS | 30 DIAS |
| | LATERAL | 11,6cmX0cm | 11,5cmX0cm | 11,3cmX0cm | sem alterações evidentes |
| | SUPERFICIAL | leve | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| | PESO | 14g | 13g | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| | FISSURAS | não | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| DURABILIDADE DA MASSA NA EMBALAGEM | | Sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes | sem alterações evidentes |
| OBSERVAÇÕES COMPARATIVAS | | | | | |
| COMPORTAMENTO | | PASTA | | MASSA | |
| Peso | | 85g | | 69g | |
| Cor (em relação ao original) | | branca | | branca | |
| Plasticidade | | ótima | | ótima | |
| Poder de adesão | | ótimo | | ótimo | |
| Textura | | lisa e uniforme | | lisa e uniforme | |
| pH | | 7.0 | | 7.0 | |

Fonte: autora, 2012.

APÊNDICE E - Ficha de avaliação do ensaio de revestimento nas amostras coloridas e brancas.

| Tipos de acabamento | | | Cor | Aceitação da técnica | | Semelhança | | | | | | |
|---------------------|---------------|------------|---|----------------------|-----|------------|---|---|----|---|---|---|
| | | | | | | F2 | | | P2 | | | |
| Abrasão | L300 | – | Sim | Sim | – | X | – | – | X | – | | |
| | L500 | – | Sim | Sim | – | X | – | – | X | – | | |
| Polimento | | Br | – | Sim | Sim | – | X | – | – | X | – | |
| Capa de pintura | Guache | Saturada |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | |
| | | |  | Sim | – | – | – | X | – | – | – | |
| | | |  | Sim | – | – | – | X | – | – | – | |
| | | |  | Sim | – | – | – | X | – | – | – | |
| | | |  | Sim | – | – | – | X | – | – | – | |
| | | |  | Sim | – | – | – | X | – | – | – | |
| | | |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | |
| | | Aquarelado |  | – | Sim | – | – | – | – | X | – | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | X | – | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | X | – | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | X | – | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | X | – | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | X | – | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | X | – | – |
| | Acrílica | Saturada |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | – |
| | | |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | – |
| | | |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | – |
| | | |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | – |
| | | |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | – |
| | | |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | – |
| | | |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | – |
| | | Aquarelado |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | Aquarela | Saturada |  | Sim | – | X | – | – | – | – | – | – |
| | | |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | – |
| | | |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | – |
| | | |  | Sim | – | X | – | – | – | – | – | – |
| | | |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | – |
| | | |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | – |
| | | |  | Sim | – | – | X | – | – | – | – | – |
| | | Aquarelado |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| | | |  | – | Sim | – | – | – | – | – | X | – |
| Douramento | | | Vivo | Sim | Sim | – | | – | – | | – | |
| | | | Velho | Sim | Sim | – | X | – | – | X | | |
| Verniz | Acrílico 100% | Fosco | – | Sim | Sim | – | – | – | – | – | X | |
| | | Brilho | – | Sim | Sim | X | – | – | X | – | – | |
| | Primal | 30% | – | Sim | Sim | X | – | – | X | – | – | |
| | | 50% | – | Sim | Sim | X | – | – | X | – | – | |

Fonte: autora, 2013.

APÊNDICE F – Resultado geral do ensaio de aplicação no *cachepot* de porcelana e aparência do objeto restaurado sob luz UV: A) visão frontal sob luz branca fluorescente; B) visão frontal sob luz UV; C) visão traseira luz branca fluorescente; D) visão traseira sob luz UV. Fonte: autora, 2014.



APÊNDICE F – Resultado geral do ensaio de aplicação no vaso em faiança e aparência do objeto restaurado sob luz UV: A) visão frontal luz branca fluorescente; B) visão frontal sob luz UV. Fonte: autora, 2014.



Anexos

Anexo A - Análise de fragmento cerâmico vermelho, substrato poroso, 1ª zona.

Sample : Parte interna Vaso
 Operator: Bruno Noremborg
 Comment : Quick&easy Air-Metal
 Group : easy
 Date : 2012-06-28 09:25:48

Measurement Condition

| Analyte | TG kV | uA | FI | Acq. (keV) | Anal. (keV) | Time (sec) | DT (%) |
|---------|-------|-----------|------|------------|-------------|------------|--------|
| Ti-U | Rh 50 | 1000-Auto | ---- | 0 - 40 | 0.00-40.00 | Live- 100 | 6 |
| Na-Sc | Rh 15 | 1000-Auto | ---- | 0 - 20 | 0.00- 4.40 | Live- 100 | 0 |

Quantitative Result

| Analyte | Result | (Std.Dev.) | Proc.-Calc. | Line | Int. (cps/uA) |
|---------|----------|------------|-------------|-------|---------------|
| Ca | 43.666 % | (0.647) | Quan-FP | CaKa | 0.0636 |
| Fe | 39.839 % | (0.296) | Quan-FP | FeKa | 0.2019 |
| Pb | 15.740 % | (0.213) | Quan-FP | PbLb1 | 0.0717 |
| Sr | 0.755 % | (0.046) | Quan-FP | SrKa | 0.0090 |

Anexo B- Análise de fragmento cerâmico vermelho, substrato poroso, 2ª zona.

Sample : Parte Interna 2
 Operator: Bruno Noremborg
 Comment : Quick&easy Air-Metal
 Group : easy
 Date : 2012-06-28 09:33:00

Measurement Condition

| Analyte | TG kV | uA | FI | Acq. (keV) | Anal. (keV) | Time (sec) | DT (%) |
|---------|-------|-----------|------|------------|-------------|------------|--------|
| Ti-U | Rh 50 | 1000-Auto | ---- | 0 - 40 | 0.00-40.00 | Live- 100 | 6 |
| Na-Sc | Rh 15 | 1000-Auto | ---- | 0 - 20 | 0.00- 4.40 | Live- 100 | 0 |

Quantitative Result

| Analyte | Result | (Std.Dev.) | Proc.-Calc. | Line | Int. (cps/uA) |
|---------|----------|------------|-------------|------|---------------|
| Ca | 34.668 % | (0.428) | Quan-FP | CaKa | 0.0816 |
| Si | 28.657 % | (3.373) | Quan-FP | SiKa | 0.0012 |
| Fe | 27.219 % | (0.177) | Quan-FP | FeKa | 0.2513 |
| K | 7.081 % | (0.374) | Quan-FP | K Ka | 0.0118 |
| Ti | 1.975 % | (0.155) | Quan-FP | TiKa | 0.0061 |
| Sr | 0.401 % | (0.016) | Quan-FP | SrKa | 0.0140 |

Anexo C – Análise de fragmento cerâmico vermelho, substrato poroso, 3ª zona.

Sample : Parte Interna Vaso 3
 Operator: Bruno Noremborg
 Comment : Quick&easy Air-Metal
 Group : easy
 Date : 2012-06-28 09:40:32

Measurement Condition

| Analyte | TG kV | uA | FI | Acq. (keV) | Anal. (keV) | Time(sec) | DT(%) |
|---------|-------|-----------|------|------------|-------------|-----------|-------|
| Ti-U | Rh 50 | 1000-Auto | ---- | 0 - 40 | 0.00-40.00 | Live- 99 | 13 |
| Na-Sc | Rh 15 | 1000-Auto | ---- | 0 - 20 | 0.00- 4.40 | Live- 100 | 1 |

Quantitative Result

| Analyte | Result | (Std.Dev.) | Proc.-Calc. | Line | Int. (cps/uA) |
|---------|----------|------------|-------------|------|---------------|
| Ca | 34.842 % | (0.386) | Quan-FP | CaKa | 0.0979 |
| Si | 33.716 % | (1.721) | Quan-FP | SiKa | 0.0050 |
| Fe | 24.344 % | (0.088) | Quan-FP | FeKa | 0.8110 |
| K | 4.955 % | (0.246) | Quan-FP | K Ka | 0.0108 |
| Ti | 1.836 % | (0.064) | Quan-FP | TiKa | 0.0199 |
| Sr | 0.307 % | (0.007) | Quan-FP | SrKa | 0.0400 |

Anexo D– Análise de fragmento cerâmico branco, substrato não poroso, 1ª zona.

Sample : Boneco Interior
 Operator: Bruno Noremborg
 Comment : Quick&easy Air-Metal
 Group : easy
 Date : 2012-06-28 10:34:10

Measurement Condition

| Analyte | TG kV | uA | FI | Acq. (keV) | Anal. (keV) | Time(sec) | DT(%) |
|---------|-------|-----------|------|------------|-------------|-----------|-------|
| Ti-U | Rh 50 | 1000-Auto | ---- | 0 - 40 | 0.00-40.00 | Live- 99 | 21 |
| Na-Sc | Rh 15 | 1000-Auto | ---- | 0 - 20 | 0.00- 4.40 | Live- 100 | 1 |

Quantitative Result

| Analyte | Result | (Std.Dev.) | Proc.-Calc. | Line | Int. (cps/uA) |
|---------|----------|------------|-------------|------|---------------|
| Si | 80.706 % | (1.248) | Quan-FP | SiKa | 0.0430 |
| K | 15.480 % | (0.204) | Quan-FP | K Ka | 0.0607 |
| Fe | 2.392 % | (0.015) | Quan-FP | FeKa | 0.2858 |
| Ca | 0.780 % | (0.080) | Quan-FP | CaKa | 0.0040 |
| Ti | 0.642 % | (0.018) | Quan-FP | TiKa | 0.0211 |

Anexo E– Análise de fragmento cerâmico branco, substrato não poroso, 2ª zona.

Sample : Boneco Parte intern2
 Operator: Bruno Noremberg
 Comment : Quick&easy Air-Metal
 Group : easy
 Date : 2012-06-28 10:55:34

Measurement Condition

| | | | |
|---------------------|-----------------|--------------------|-----------|
| Instrument: EDX-720 | Atmosphere: Air | Collimator: 5 (mm) | Spin: Off |
|---------------------|-----------------|--------------------|-----------|

| Analyte | TG kV | uA | FI | Acq. (keV) | Anal. (keV) | Time (sec) | DT (%) |
|---------|-------|-----------|------|------------|-------------|------------|--------|
| Ti-U | Rh 50 | 1000-Auto | ---- | 0 - 40 | 0.00-40.00 | Live- 99 | 14 |
| Na-Sc | Rh 15 | 1000-Auto | ---- | 0 - 20 | 0.00- 4.40 | Live- 99 | 1 |

Quantitative Result

| Analyte | Result | (Std.Dev.) | Proc.-Calc. | Line | Int. (cps/uA) |
|---------|----------|------------|-------------|------|---------------|
| Si | 91.939 % | (5.088) | Quan-FP | SiKa | 0.0045 |
| Fe | 6.696 % | (0.081) | Quan-FP | FeKa | 0.0941 |
| Cu | 0.641 % | (0.033) | Quan-FP | CuKa | 0.0147 |
| Rb | 0.283 % | (0.013) | Quan-FP | RbKa | 0.0178 |
| Zr | 0.237 % | (0.012) | Quan-FP | ZrKa | 0.0190 |
| Sr | 0.204 % | (0.013) | Quan-FP | SrKa | 0.0142 |

Anexo F – Boletim técnico do PVA Cascorez Extra, p. 1.
Disponível em: <www.aphox.com.br/fispq/FISPQ%20-%20Cascorz.pdf>, acesso em 12/12/2011.

| | |
|----------------|---|
| Cascorz | No. BT: 1301 Emissão: A Revisão: 2 Data: 29 / Março / 2007 Folha: 1 de 5 |
|----------------|---|

BOLETIM TÉCNICO

ADESIVO EM EMULSÃO AQUOSA À BASE DE POLIACETATO DE VINILA (PVAc), PARA COLAGENS DE ARTEFATOS DE MADEIRA, E MATERIAIS POROSOS EM GERAL

| Especificações | |
|--|--|
| Aspecto do Produto | Líquido leitoso branco, viscoso, livre de grumos e/ ou materiais estranhos e odor característico de acetato de vinila. |
| Aspecto do Filme Seco | Levemente esbranquiçado, rígido, isento de pontos com média resistência térmica e baixa resistência à umidade. |
| Teor de Sólidos, % | 40,0 – 43,0 |
| Viscosidade Brook. LVF –25°C, cP | 3000 - 7000 |
| pH a 25°C | 4,0 – 5,0 |
| T.M.F.F. °C | 12 |
| Tipo de polímero | Homopolímero |
| Formaldeído | Isento |
| Produto sem características tóxicas com relação à manipulação ou inalação, não devendo, entretanto, ser ingerido ou colocado em contato com partes sensíveis do corpo. | |

1. FINALIDADE:

Adesivo vinílico indicado para colagens de artefatos de madeira, laminados plásticos (Fórmica, Formiplac, Perstop), papel, papelão, cartuchos (não envernizados), sacos de papel e materiais porosos em geral, devendo ser utilizado pelos processos convencionais de colagem (prensagem a frio e a quente).

Anexo G – Boletim técnico do PVA Cascorez Extra, p. 4.

Disponível em: < <http://www.madenova.com.br/FISPQCascorezExtra.pdf>>, acesso em 12/12/2011.

9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

| | |
|--|-------------------------------|
| Estado Físico: | Líquido |
| Cor: | Branco |
| Odor: | Característico PVAc |
| pH: | 4,0 – 5,0 |
| Ponto de Ebulição: | ~ 100°C |
| % Voláteis | 55% |
| Densidade relativa (água = 1) | 1,05 g/cm ³ a 25°C |
| Viscosidade: | 6000 – 8000 cP 25°C |
| Ponto de Fulgor: | N/A, produto não inflamável |
| Solubilidade em água: | Miscibilidade Total |
| Solubilidade em outros solvente : | N.D. |
| Limites de inflamabilidade no ar | N.A. produto não inflamável |

10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Estabilidade: O produto é estável em temperaturas de estocagem entre 5 e 30°C

Riscos de Polimerização: Não ocorre polimerização espontânea ou descontrolada deste produto.

Materiais ou Substâncias Incompatíveis: A Recomenda-se não expor o produto em contato com Aço Carbono, Cobre , Zinco e Alumínio, devido à Corrosão.

Produtos Perigosos da Decomposição: Monóxido de carbono.

Anexo H – dados técnicos do forno de micrrondas Eletrolux MEF41. Informações disponíveis em: <http://www.electrolux-ui.com/2012/694/92174PT.pdf>, p.34, acesso em 16/06/2013.

Dados Técnicos

| Características | MEF41 | |
|---------------------------------|--------|--------|
| Tensão (V) | 127 V* | 220 V* |
| Capacidade (litros) | 31 | 31 |
| Frequência (Hz) | 60 | 60 |
| Potência do Grill | - | - |
| Potência de saída (W) | 1000 | 1000 |
| Frequência das microondas (MHz) | 2450 | 2450 |
| Potência de consumo (W) | 1500 | 1500 |
| Corrente (A) | 13,5 | 7,9 |
| Peso (Kg) | 16,0 | 15,4 |
| Altura (mm) | 325 | 325 |
| Largura (mm) | 520 | 520 |
| Profundidade (mm) | 422 | 422 |
| Diâmetro do prato (mm) | 315 | 315 |

Anexo I – Relatório do desempenho das amostras brancas (material sólido) no ensaio de flexão. Exame executado por Oscar Paniz, 2013.



Relatório de Ensaio

Ensaio: - Data: 21/01/2014 Hora: 17:57:13 Trabalho nº 0041

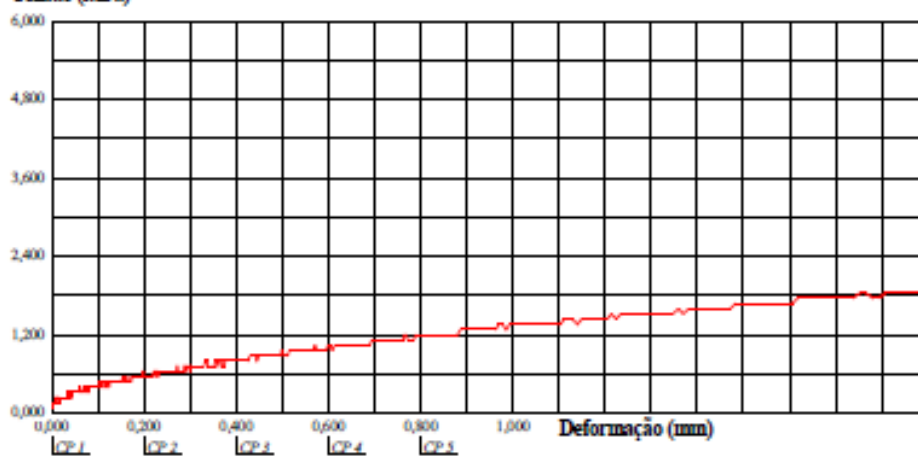
Programa: Tesc versão 3.04

Método de Ensaio: UFPel_ASTM D143 Flexão

Ident. Amostra: =====

| Corpo de Prova | Comprimento (mm) | Altura (mm) | Distância entre Apoios (mm) | Força Máxima (N) | Tensão Máxima (MPa) | Deformação (mm) | Módulo de Elasticidade (MPa) |
|----------------|------------------|-------------|-----------------------------|------------------|---------------------|-----------------|------------------------------|
| CP 1 | 11,27 | 5,04 | 90 | 10,38 | 4,90 | * | 417,73 |
| Número CPs | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Média | 11,27 | 5,040 | 90,00 | 10,38 | 4,895 | * | 417,7 |
| Mediana | 11,27 | 5,040 | 90,00 | 10,38 | 4,895 | * | 417,7 |
| Desv. Padrão | * | * | * | * | * | * | * |
| Coef. Var. (%) | * | * | * | * | * | * | * |
| Mínimo | 11,27 | 5,040 | 90,00 | 10,38 | 4,895 | * | 417,7 |
| Máximo | 11,27 | 5,040 | 90,00 | 10,38 | 4,895 | * | 417,7 |

Tensão (MPa)



Anexo J – Relatório do desempenho das amostras coloridas (material sólido) no ensaio de flexão. Exame executado por Oscar Paniz, 2013.



Relatório de Ensaio

Ensaio: - Data: 21/01/2014 Hora: 18:10:56 Trabalho nº 0042

Método de Ensaio: UFPel_ASTM D143 Flexão

Programa: 1esc versão 3.04

Ident. Amostra:

| Corpo de Prova | Largura (mm) | Altura (mm) | Distância entre Apoios (mm) | Força Máxima (N) | Tensão Máxima (MPa) | Deformação (mm) | Módulo de Elasticidade (MPa) |
|----------------|-----------------|----------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------------|
| CP 1 | 11,21 | 5,35 | 90 | 11,40 | 4,80 | * | 446,31 |
| Número CPs | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Média | 11,21 | 5,350 | 90,00 | 11,40 | 4,797 | * | 446,3 |
| Mediana | 11,21 | 5,350 | 90,00 | 11,40 | 4,797 | * | 446,3 |
| Desv. Padrão | * | * | * | * | * | * | * |
| Coef. Var. (%) | * | * | * | * | * | * | * |
| Mínimo | 11,21 | 5,350 | 90,00 | 11,40 | 4,797 | * | 446,3 |
| Máximo | 11,21 | 5,350 | 90,00 | 11,40 | 4,797 | * | 446,3 |

Tensão (MPa)

