AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE REVESTIMENTOS: ESTUDO DE CASO EM SALVADOR/BA

Tema: Manutenção, reabilitação e restauro.
Grupo[1]: 2

MILENA BORGES DOS S. CERQUEIRA[1], JACIARA S. BARRETO[2], FRANCISCO GABRIEL S. SILVA[3]

[1]Doutoranda do PPEC – Universidade Federal da Bahia/UFBA, milena.bsc@gmail.com
[2] Mestranda do PPEC – Universidade Federal da Bahia/UFBA, jaciarasanches20@yahoo.com.br
[3] Prof. Dr, Universidade Federal da Bahia/UFBA, fgabriel.ufba@gmail.com

RESUMO
Diversos fatores interferem na durabilidade de uma edificação, tornando-se, portanto, um processo complexo para determinar ações eficientes de manutenção, reabilitação ou restauro. O objetivo do presente trabalho consiste em avaliar as anomalias detectadas nos revestimento em argamassa de uma edificação do século 19, localizada em Salvador/BA, baseada em inspeções e ensaios laboratoriais. Foi identificada a presença de umidade, de sulfatos, cloreto e nitrato nas argamassas analisadas, e de Fungos filamentosos. O estado de degradação da edificação apresenta-se como resultado de manutenções inadequadas, necessitando do uso de materiais e técnicas atuais compatíveis aos presentes no edifício.

Palavras-chave: patologia, argamassa, restauro, manutenção.

EVALUATION OF COATING DEGRADATION: CASE STUDY IN SALVADOR / BA

ABSTRACT
Several factors interfere in the durability of a building, making it a complex process to determine efficient maintenance, rehabilitation or restoration actions. The objective of the present work is to evaluate the anomalies detected in the mortar coating of a 19th century building, located in Salvador/BA, based on inspections and laboratory tests. The presence of moisture, sulfates, chloride and nitrate in the analyzed mortars and of filamentous fungi were identified. The state of degradation of the building is presented as a result of inadequate maintenance, requiring the use of current materials and techniques compatible with those present in the building.

Key-words: pathology, mortar, restoration, maintenance.

1

Grupo 1: Oriundos de teses, dissertações e relatórios finais de projetos de pesquisa; ou **Grupo 2:** oriundos de disciplinas de pós graduação, iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso (TCC), pesquisas aplicadas e outros.

1. INTRODUÇÃO

O bem cultural imóvel arquitetônico é, talvez, o que apresenta maior complexidade no momento da elaboração do projeto de intervenção. Neste caso, a conservação física soma-se à uma gama de fatores que nela interferem e que determinam suas diretrizes(1).

As edificações iniciam o processo de degradação ao longo de sua vida útil, podendo ter causas desde a fase de projeto e execução, até a fase de uso e operação. Desta forma, destaca-se a importância de uma adequada inspeção da edificação, para a compreensão de todo o processo de degradação, e assim, contribuir significativamente com sua preservação.

A ação da umidade nos edifícios constitui um dos principais fatores de danos existentes. A cidade de Salvador tem o corpo d'água representado pela baía que interfere tanto na oferta de umidade quanto nos ventos locais. A umidade oscila muito pouco, os valores médios mensais dos índices de umidade relativa do ar indicam taxas elevadas de umidade com valores médios em torno de 80%(2).

Outra questão importante a se considerar é a porosidade nos materiais de construção, que acabam por permitir a entrada de sais que podem provocar a sua alteração. Os sais podem ter origem dos próprios materiais de construção como é o caso do gesso ou cimento, pode ser proveniente do solo, do nevoeiro (caso seja salino), de certos metabolismos de seres vivos ou de antigos tratamentos de conservação(3).

A edificação em análise apresenta diversos danos, tendo como destaque biofilmes em fachadas e sinais de umidade. Desta forma, o presente trabalho objetiva avaliar a degradação de uma edificação localizada na cidade de Salvador/BA, no intuito de colaborar com pesquisas na área de restauro, reabilitação e manutenção de edificações históricas.

2. PROGRAMA EXPERIMENTAL: MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho consiste em um estudo de caso de uma edificação construída no século 19, em adobe, com dois pavimentos, localizada no bairro da Federação, na cidade de Salvador/BA.

A metodologia aplicada consiste na realização de inspeções, análise histórica e documental do edifício, anamnese, mapeamento fotográfico com câmera fotográfica de alta resolução, identificação e classificação das manifestações patológicas, e ensaios laboratoriais.

2.1. Determinação do Teor de umidade das argamassas

O ensaio foi realizado com base nos procedimentos adotados no livro "A Laboaratory Manual for Architectural Conservatores" da autora Jeanne Marie Teutonico, 1988, por meio de adaptações adotadas pelo Núcleo de Tecnologia da Preservação e Restauração da UFBA (NTPR). Para a realização deste ensaio foram coletadas nove amostras de argamassas de revestimentos, espaçadas a cada 50 cm (Vertical e Horizontal) em ambiente interno. As perfurações foram realizadas manualmente com o auxílio de um extrator. O conteúdo

extraído em cada ponto foi armazenado em frascos coletores plásticos, devidamente vedados. O procedimento foi realizado no dia 18.07.2018 das 11h51min às 13h00min, com temperatura em 25,9°C e umidade relativa do ar interno a 53%.

Os ensaios foram realizados no NTPR - Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração, localizado na Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. As amostras foram pesadas, colocadas na estufa durante 24h à 75°C, e seguida de resfriamento em dessecador com sílica. Em seguida, foram pesados o conjunto placa e amostra seca, procedendo ao cálculo do teor de umidade das amostras (1) .

(1)

$$\%U = \frac{\mathrm{Pu} - \mathrm{Ps}}{\mathrm{Ps}} X\ 100$$

Sendo:
% U = percentagem de umidade;
Pu = peso da amostra úmida (U - P);
Ps = peso da amostra seca (S - P).

2.2. Teste Qualitativo de Sais Solúveis

Os procedimentos adotados no ensaio foram realizados com base no livro "A Laboaratory Manual for Architectural Conservatores" da autora Jeanne Marie Teutonico, 1988. Sendo as amostras analisadas no NTPR. O ensaio foi realizado em quatro amostras coletadas em diferentes ambientes, sendo: a amostra S1: argamassa de revestimento interno do primeiro pavimento; amostra S2: Amostra extraída do tijolo de adobe; amostra S3: Argamassa de revestimento interno do pavimento térreo; e amostra S4: argamassa de revestimento da parede externa.As perfurações foram realizadas manualmente com o auxílio de um extrator. O conteúdo extraído foi armazenado em frascos coletores plásticos, devidamente vedados. Em seguida, foram levadas ao NTPR para ensaio, no dia 01 de agosto de 2018.

O procedimento iniciou com moagem das amostras em um gral de porcelana, com um auxílio de um pistílo. Posteriormente, as amostras foram colocadas na estufa aquecida a 75°C durante seis dias. As amostras foram então colocadas no dessecador com sílica para resfriamento, para em seguida serem pesadas 10 g de cada amostra na balança de precisão e colocadas em béquers. Em cada béquer foi adicionado 80 ml de água deionizada. Feito isso, as misturas foram filtradas com papel de filtro em funis. Em seguida, foram feitas as identificações dos tipos de sais existentes nas amostras analisadas, sendo eles: Identificação dos Nitratos, com 1% Difenilamina em H_2SO_4 concentrado nas amostras filtradas e também na água deionizada pura; Identificação dos Cloretos, com HNO_3 concentrado, e, solução 1% $AgNO_3$ em água deionizada; e Identificação do Sulfato, com HCl concentrado e solução de 5% BaCl2 em água deionizada.

2.3. Análise microbiológica

As comunidades biológicas presentes em um substrato inorgânico são geralmente o resultado de sucessivas colonizações por diferentes organismos através do tempo [4].

A amostra coletada para o ensaio foi retirada da parede externa da fachada sul, apresentando, visualmente, maior nível de degradação. A análise teve como base pranchas de identificação [5] para fungos. O procedimento foi iniciado através da raspagem do material do local com biofilmes visíveis e armazenados em frascos coletores. O material foi colocado em câmaras úmidas em placas petri com água destilada, permanecendo neste estágio até que fosse possível separar o material biológico do substrato, com o auxílio de pinças e lupa simples. Posteriormente, foram feitas as identificações a partir da observação de cada lâmina, preparadas após separação do material biológico com o auxílio de pinças e lupa simples, em microscópio Olympus BX41 com câmera digital acoplada e utilizando pranchas de identificação. As imagens observadas em cada lâmina foram fotografadas com aumento de 10x40 no microscópio e a imagem digital aumentada 2x.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Muitas são as manifestações patológicas que podem estar presentes numa edificação histórica. O conhecimento de suas causas envolve diversos fatores, algumas vezes de difícil diagnóstico pela longa exposição dessas edificações aos fatores externos.

3.1. Mapeamento Fotográfico

A edificação em estudo apresentou diversos tipos de manifestações patológicas identificadas nas fachadas e nas alvenarias internas, como apresenta a Figura 1.

Figura 1 – Mapeamento fotográfico de manifestações patológicas recorrentes



Fonte: Autores, 2019

Fissuras no revestimento das fachadas e manchas escuras se apresentaram em todas as orientações cardeais das fachadas, exceto na fachada de orientação cardeal sul, sendo a única que passou por ações de manutenção mais recente, no período de 2008. Manchas com sinais de umidade nos ambientes internos são recorrentes. Durante a inspeção foi possível identificar problemas de infiltração provenientes do sistema de cobertura, assim como ineficiência da vedação de esquadrias e deterioração das fachadas.

3.2. Determinação do Teor de umidade das argamassas

Para a determinação do Teor de umidade das argamassas, foi escolhida uma parede interna do primeiro pavimento, com manchas visíveis com sinais de umidade. Os dados das amostras e os percentuais de umidade calculados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Percentual de umidade das amostras.

Amostras	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Peso da Placa (g)	27,64	48,04	27,53	27,39	28,10	27,04	47,95	42,19	32,72
Peso da Placa + amostra úmida (g)	77,24	83,78	64,71	53,57	59,38	61,15	72,57	56,49	62,93
Amostra úmida	49,6	35,74	37,18	26,18	31,28	34,11	24,62	14,31	30,21
Placa + Amostras seca (g)	76,93	83,56	64,52	53,2	59,23	61,02	71,38	56,2	62,77
Amostra seca (g)	49,29	35,52	36,99	25,81	31,13	33,98	23,43	14,01	30,05
% Umidade	0,63%	0,62%	0,51%	1,43%	0,48%	0,38%	5,07%	2,14%	0,53%

Através do cálculo dos percentuais de umidade, observa-se que há uma variação de umidade em torno de 0,5 a 1%, com exceção do ponto G, D e H. Os valores encontrados, com exceção do ponto G, não ultrapassam os valores ditos “higiênicos”, menor que 3% [6]. O ponto G, embora tenha apresentado um valor relativamente mais alto do que os outros se encontra dentro da faixa de tolerância de umidade, menor que 7%. Logo, os resultados dispensam hipóteses de umidade proveniente de percolação de água pela parede, sendo, possivelmente, devido à umidade de equilíbrio, adquirida pelo contato com a umidade do ar. A umidade do ambiente pode favorecer o aumento da umidade do material, mas somente a água absorvida por este pode ser utilizada para o desenvolvimento de fungos [7].

3.3. Teste Qualitativo de Sais Solúveis

Este teste, apenas, identifica a existência de sais na amostra analisada, ou seja, demostra se o material apresenta concentração de sal.

- **Identificação dos Nitratos:** A intensidade da coloração azul formada nas amostras dos filtrados, em comparação com a água deionizada pura, foi o indicador da concentração de nitratos em cada amostra.

ISSN 1984-8757

- **Identificação dos Cloretos:** Através da reação dos produtos é verificada a existência de cloreto devido à turvação, comparando com o ensaio em branco, tubo zero.
- **Identificação do Sulfato:** O aparecimento de sulfato é verificado através de uma turvação, de $BaSO_4$ precipitado e comparado com a amostra em branco deionizada.

Os resultados obtidos através do ensaio acusaram presença de cloreto em todas as amostras analisadas, nitrato e sulfato apenas na amostra S3.

A presença do sulfato na amostra S3 decorre do aglomerante utilizado na argamassa de revestimento de reparo, o cimento. Este aglomerante contém em sua composição Sulfato, o que justifica a grande quantidade deste reagente encontrado nesta amostra. Os sulfatos podem causar expansão das argamassas de revestimento e descolamento dos rebocos. A fonte mais importante de sulfato é a poluição atmosfera, a queima de hidrocarbonetos leva à transformação do enxofre que eles contêm em dióxido de enxofre (SO2) emitido para a atmosfera como um gás reagindo com oxigênio (02) dióxido de enxofre (SO2) torna-se trióxido de enxofre (ou anidrido sulfúrico, S03) e este último produto (SO3) reage com água (H20) para formar ácido sulfúrico (SO3 + H2O = H2SO4) que ataca o carbonato de cálcio (CaCO3) e o transforma em sulfato de cálcio (CaSO4) [8].

A presença de cloreto pode estar associada à proximidade da edificação ao mar, menos de 500 m, ficando exposta à grande incidência salina, sendo estes depositados nas alvenarias e revestimentos de argamassas. É possível também que a incidência de cloreto seja em virtude de outros cloretos presentes nas amostras, como o cloreto de cálcio, podendo proveniente de reações químicas envolvendo o carbonato de cálcio presente nas argamassas.

A presença de nitratos pode estar associada à vazamento de tubulação de instalação sanitária localizada no banheiro do pavimento, superior ao pavimento ao qual foi coletada a amostra. Outra possibilidade estar relacionada à água utilizada na mistura de amassamento da argamassa, que pode ter sido uma água proveniente de poço artesiano, não tratado com concentração de nitrato.

3.4. Análise microbiológica

O material coletado foi analisado e fotografado em aumentos de 10x40 no microscópio e 2x na imagem digital (Figura 2), sendo obtidos os seguintes dados:

- Agente biológico: Fungos filamentosos
- Família: Trichocomaceae
- Gênero: *Aspergillus* sp
- Aspecto microscópico: Fungo filamentoso com hifa hialina, septada, conidióforo macronematoso, septado, ereto com vesícula no ápice contendo métulas, fialídes e conídios. Os conídios arredondados em cadeias, simples, seco, negros e verrugosos.

Figura 2 – *Aspergillus* sp



Fonte: Autores, 2019

O resultado da análise microbiológica tradicional do biofilme presente na argamassa foi do fungo predominante e identificado pelo gênero *Aspergillus sp*. Estes microrganismos possivelmente estão associados à fatores ambientais como temperatura, salinidade, umidade, e luminosidade e podem ser responsáveis pelo acentuado processo de biodeterioração e consequente manchas escuras do monumento em estudo, o que pode representar uma ameaça para a durabilidade dos materiais desta edificação histórica.

4. CONCLUSÕES

As edificações construídas com adobe podem apresentar uma grande durabilidade, desde que sejam submetidas às ações de manutenção periódica, mantendo-se afastado de um dos seus maiores inimigos, que segundo diversos autores referem-se à umidade.

As manifestações patológicas detectadas na edificação, de modo geral, apresentam-se como resultado da falta de manutenções preventivas e corretivas adequadas e periódicas ao longo de toda a vida útil da edificação estudada. Destacando-se a importância das manutenções, já que, a edificação está localizada num ambiente com considerável proximidade em relação ao mar, sendo este um fator de grande impacto na degradação de edificações.

As técnicas e ensaios realizados neste trabalho contribuíram para a compreensão do processo de degradação de uma edificação, seus elementos e materiais.

Por fim, a edificação apresenta uma estrutura degradada, onde muitos dos seus sistemas não apresentam mais um desempenho satisfatório, sendo indicada, portanto, ações emergenciais de manutenções, com devida observância e competência em prol da preservação do patrimônio.

5. AGRADECIMENTOS

À FAPESB – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, pelo apoio financeiro; NTPR - Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração, pelo auxílio dispensado à realização dos ensaios; e PPEC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFBA.

6. REFERÊNCIAS

1. BRAGA, M (Org.). **Conservação e restauro: arquitetura**. Rio de Janeiro: Ed. Rio, 2003.
2. CARDOSO, L. M. G. **Estudo do microclima urbano a partir de plataformas de coletas de dados (PCD´S) da fachada sudese de Salvador.** Dissertação de mestrado - Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador, 2017.
3. GUIMARÃES, J.P. **Técnicas Tradicionais de Construção, Anomalias e Técnicas de Intervenção em Fachadas e Coberturas de Edifícios Antigos**. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2009.
4. COUTINHO, M. L., MILLER, A. Z. & MACEDO, M. F. **Biological colonization and biodeterioration of architectural ceramic materials: An overview**. Journal of Cultural Heritage. 16. 2015.
5. BARNETT, H.L., HUNTER, B.B. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. 4 Edição, Minnesota, Saint. Paul, 1998.
6. OLIVEIRA, M. M. de. **Tecnologia da conservação e da restauração** - **Materiais e estruturas: um roteiro de estudos.** 4 edição, revisada e ampliada. EDUFBA:PPGAU, Salvador, 2011.
7. SHIRAKAWA, M. A., MONTEIRO, M. B., SELMO, S. M. DE S., CINCOTTO, M. A. **Identificação de fungos em revestimentos de argamassas com bolor evidente.** Simposio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. 1995.
8. TEUTONICO, J. M. **A laboratory manual for architectural conservators.** Rome: ICCROM. 1988.