



INVESTIGAÇÃO E MAPEAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DAS FACHADAS DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE - ICBS

Gabriela Nunes¹

gabi14nunes@hotmail.com

Laura Silvestro²

laurasilvestro@ymail.com

Iago Lopes Santos²

iago.lopes.santos@gmail.com

Angela Borges Masuero¹

angela.masuero@ufrgs.br

ÁREA: PATOLOGIA DOS MATERIAIS E ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

Resumo

Os prédios históricos geralmente sofrem com a ação de diferentes fatores de degradação, que podem vir a ocasionar manifestações patológicas em seus elementos e sistemas. O prédio do Instituto de Ciências Básicas da Saúde – ICBS, com 104 anos, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizado na cidade de Porto Alegre (RS), ilustra a perda de desempenho da fachada decorrente da exposição da edificação ao tempo, da falta ou manutenção inadequada e ainda da intervenção inadequada dos usuários, igualmente, afetado por manifestações patológicas. Este trabalho buscou identificar os principais problemas apresentados pela edificação. Inicialmente foi realizada uma pesquisa sobre o histórico do prédio; como características construtivas adotadas, materiais empregados, sua ocupação, adaptações e ampliações realizadas. A metodologia englobou atividades de inspeção visual das fachadas do prédio, estudo de anamnese; realização de ensaios in situ, através de percussão e termografia, e ensaios laboratoriais, com a reconstituição de traço e granulometria do agregado da argamassa de revestimento da fachada. Através do estudo e análise dos resultados dos ensaios realizados foi possível identificar e mapear as principais manifestações patológicas existentes na edificação e determinar as possíveis causas e fatores que condicionam ou agravam essa ocorrência. As manifestações patológicas encontradas foram semelhantes em todas as fachadas, diferindo apenas na intensidade das ocorrências, dentre elas estão: umidade, especialmente dos tipos ascensional e acidental, fissuras, biodeterioração, descolamento, deslocamento, entre outras.

Palavras-chave: Manifestações patológicas

Prédios históricos

Revestimento em argamassa

Levantamento de danos

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura (PPGCI), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil



INVESTIGACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LAS MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS DE LAS FACHADAS DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA SALUD – ICBS

Gabriela Nunes¹

gabi14nunes@hotmail.com

Laura Silvestro²

laurasilvestro@ymail.com

Iago Lopes Santos²

iago.lopes.santos@gmail.com

Angela Borges Masuero¹

angela.masuero@ufrgs.br

ÁREA: PATOLOGÍA DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Resumen

Los edificios históricos generalmente sufren con la acción de diferentes factores de degradación, que pueden venir a ocasionar manifestaciones patológicas en sus elementos y sistemas. El edificio del Instituto de Ciencias Básicas de la Salud - ICBS, con 104 años, perteneciente a la Universidad Federal de Rio Grande do Sul, ubicado en la ciudad de Porto Alegre (RS), ilustra la pérdida de desempeño de la fachada derivada de la exposición de la edificación a la intemperie, del carente o deficiente mantenimiento y de la intervención inadecuada de los usuarios, igualmente, afectado por manifestaciones patológicas. Este trabajo buscó identificar los principales problemas presentados por la edificación. Inicialmente se realizó una investigación sobre el histórico del edificio; como características constructivas adoptadas, materiales empleados, su ocupación, adaptaciones y ampliaciones realizadas. La metodología englobó actividades de inspección visual de las fachadas del edificio, estudio de anamnesis; la realización de ensayos in situ, a través de percusión y termografía, y ensayos de laboratorio, con la reconstitución de traza y granulometría del agregado del mortero de revestimiento de la fachada. A través del estudio y análisis de los resultados de los ensayos realizados fue posible identificar y mapear las principales manifestaciones patológicas existentes en la edificación y determinar las posibles causas y factores que condicionan o agravan esa ocurrencia. Las manifestaciones patológicas encontradas fueron similares en todas las fachadas, diferenciándose sólo en la intensidad de las ocurrencias, entre ellas están: humedad, especialmente de los tipos ascensional y accidental, fisuras, biodeterioración, desprendimiento, despliegue, entre otras.

Palabras clave: Manifestaciones patológicas
Edificios históricos
Revestimiento en mortero
Levantamiento de daños

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura (PPGCI), Universidade

Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil

Introdução

Edificações históricas são consideradas o produto e testemunho das diferentes tradições e realizações progressas e, portanto, representam um elemento essencial da personalidade dos povos (1). Além do valor histórico-cultural, são caracterizadas por arquitetura rica em detalhes e ornamentos, os quais embelezam as cidades, contrastando o antigo com o novo e, principalmente, evidenciando a evolução construtiva ao longo do tempo (2).

Inobstante a relevância destes patrimônios, suas condições de conservação, em sua maior parte, são lastimáveis. Na mesma esteira, observam-se incontáveis casos de edificações com alto grau de degradação, originados nas mais diferentes circunstâncias, tais como: fatores relacionados ao clima, poluição atmosférica, uso incompatível com a finalidade para a qual foi projetada, modificações no entorno, vandalismo, alterações inadequadas e eventos da natureza. Tais degradações colocam em risco, sobremaneira, a integridade da construção, sua salubridade e, por consequência, o bem-estar de seus usuários, além das perdas relacionadas ao seu valor histórico e artístico. Não diversa é a situação do prédio que ora abriga o Instituto de Ciências Básicas da Saúde – ICBS, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na cidade de Porto Alegre / RS, objeto de estudo deste trabalho. Essa edificação foi concluída em 1920, passando por diversas modificações nas décadas seguintes, até que em 1955, foi realizada a última alteração, em termos estruturais, permanecendo intacta até os dias atuais.

Isto posto, este estudo visa contemplar os passos necessários para a identificação dos principais problemas apresentados pela edificação, determinando suas causas e soluções possíveis, a fim de subsidiar ações futuras de recuperação. Para tal fim, foi realizada inspeção visual das manifestações patológicas das quatro fachadas identificadas na Figura 1, análise termográfica para detecção de possíveis degradações não aparentes e reconstituição do traço e granulometria dos agregados da argamassa de revestimento.

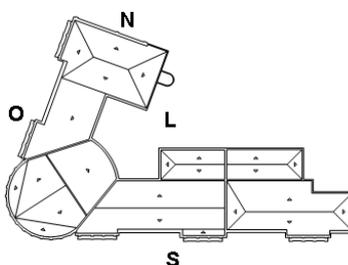


Figura 1: Planta de do Instituto de Ciências Básicas da Saúde

Metodologia

Diagnóstico das manifestações patológicas

O método adotado no estudo é composto por três etapas principais: levantamento de subsídios, diagnóstico da situação e definição de conduta (3).

Inicialmente foi coletado o maior número de informações possível sobre a edificação e os principais problemas identificados. As fachadas foram examinadas com auxílio de recursos visuais e com apoio de instrumentos (binóculos, câmera fotográfica, lupa, fissurômetro, martelo de percussão, entre outros), buscando identificar manifestações patológicas e outros problemas que afetam o desempenho ideal da edificação. Paralelamente, foi desenvolvido o estudo de anamnese da edificação, permitindo um maior



conhecimento do histórico do ICBS e ampliando a percepção dos examinadores quanto as possíveis causas das manifestações patológicas encontradas.

Por fim, foi desenvolvido um plano de intervenção, incluindo as principais previsões de manutenção, conforme sua durabilidade, conservando a funcionalidade, salubridade e aspecto estético do caso específico do Instituto de Ciências Básicas da Saúde.

Termografia

No ensaio de termografia realizou-se o registro de imagens de todas as fachadas e seus elementos através da termografia infravermelha, que é um ensaio não destrutivo utilizado para registrar a temperatura superficial dos elementos. A termografia é um ensaio que se baseia na perturbação do fluxo de calor, que produz desvios na distribuição da temperatura superficial do objeto, que são captadas por equipamentos termográficos capazes de gerar imagens com cores diferentes para diferentes temperaturas identificadas (4). Este ensaio consiste na percepção de temperatura superficial de um corpo, considerando que todo corpo com temperatura acima de -273°C emite radiação térmica (5).

Para a realização desse estudo foi utilizada a termografia passiva, em que a diferença de temperatura entre a amostra e o meio em que se encontra é natural. Todos os ensaios deste estudo foram realizados no período da tarde pois, conforme verificado por outros autores (6), é neste período em que existem as maiores diferenças nas temperaturas superficiais, o que resulta em isotérmicas mais claras e definidas.

Para que as medições de temperatura fossem feitas com precisão, parâmetros como a temperatura aparente refletida, a emissividade da superfície, a distância entre o equipamento e o objeto, a umidade relativa e a temperatura da atmosfera foram inseridos na câmera termográfica.

Reconstituição de traço e granulometria dos agregados

Inicialmente foram retiradas duas amostras representativas do revestimento de argamassa de cada uma das quatro fachadas analisadas, uma coletada na parte inferior da edificação (a menos de 3 m de altura) e outra da parte superior (acima de 3 m de altura). Para isto, utilizou-se na coleta: escada, ponteira, martelete e sacos plásticos para o armazenamento, de forma a manter as características originais destas amostras até o dia do ensaio.

O método de reconstituição de traço empregado foi o utilizado pela CIENTEC (Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul). Este ensaio permite verificar a proporção dos materiais existentes na composição das amostras de argamassa e indica o traço usado para o preparo das mesmas (7). Os procedimentos laboratoriais do ensaio são os descritos a seguir:

- Calcinação da amostra em uma temperatura de 700°C durante 1 hora;
- Pesagem da amostra já calcinada;
- Submersão da amostra em solução de ácido clorídrico com concentração de 20%;
- Lavagem do material sobre peneira de abertura 0,075 mm;
- Secagem em estufa do material retido;
- Pesagem do material retido.

Para a determinação do traço das amostras utilizou-se a Equação 1.

$$\text{agregado} = \frac{\text{massa final}}{\text{massa inicial} - \text{massa final}} \quad (1)$$



Também foram realizados ensaios para a determinação da composição granulométrica dos agregados que compõem a argamassa da edificação. Para isto, foi seguido o preconizado pela norma brasileira (8) e, assim, foram determinados: a porcentagem retida e retida acumulada em cada peneira, a dimensão máxima característica e o módulo de finura dos agregados de cada uma das amostras.

Resultados

Diagnóstico das manifestações patológicas

As principais manifestações patológicas identificadas na fachada relacionam-se aos fenômenos do descolamento, deslocamentos, fissurações e problemas decorrentes da biodeterioração.

Através do ensaio de percussão, foram constatadas grandes extensões de descolamento do revestimento de argamassa. Essa manifestação patológica pode estar relacionada a má execução do serviço ou devido as fissuras presentes neste revestimento, levando até mesmo ao seu deslocamento, conforme mostra a Figura 2. Percebe-se, em alguns pontos, a formação de bolhas, material pulverulento e o consequente descolamento da pintura (Figura 3), devido a umidade excessiva e incompatibilidade da tinta com o substrato e com as condições de exposição.



Figura 2: Deslocamento do revestimento



Figura 3: Bolhas e descolamento de pintura

As fissuras foram localizadas junto às áreas de descolamento do revestimento e nos pontos de união de elementos novos com a construção antiga (Figura 4), as quais podem estar associadas a provável falha de execução ou as movimentações higrotérmicas diferenciadas entre o revestimento e a estrutura. Nota-se a desproteção da junta de dilatação existente e destaca-se, fissura acompanhando o percurso da escada localizada na parte interna da edificação, sendo o produto da reação de dilatações térmicas diversas de cada material, gerando tensões excessivas, conforme mostra a Figura 5.



Figura 4 - Fissura na união de elementos novos à construção antiga



Figura 5 - Fissura decorrente de problemas estruturais

Através de uma simples análise visual, percebe-se que, de uma forma geral, ocorre elevada incidência de biodeterioração e acúmulo de sujidades (Figura 6), devido às condições ambientais às quais as fachadas estão submetidas, como o recebimento de pouca incidência solar ao longo do ano, criando-se um ambiente bastante úmido que possibilita o

desenvolvimento destes tipos de manifestações patológicas, mas também devido a forma arquitetônica presente nos detalhes das fachadas, que propiciam tal deposição com a ação da chuva e de ventos. Além disso, grande parte da biodeterioração observada é decorrente da instalação imprópria dos equipamentos de ar condicionado (Figura 7), onde não é realizada adequada drenagem, ocasionando vários pontos de umidade accidental.



Figura 6: Sujidade e biodeterioração nos detalhes arquitetônicos



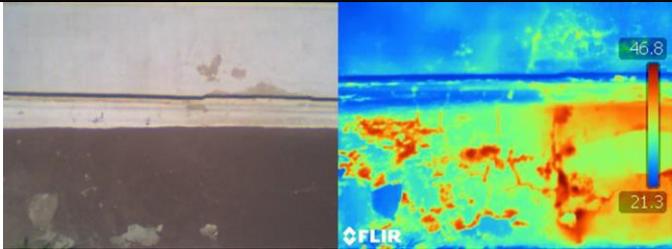
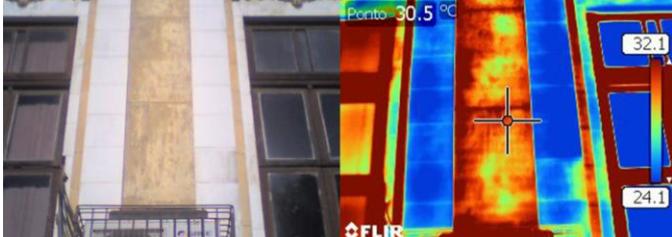
Figura 7: Biodeterioração oriunda da umidade accidental devido aos drenos de ar condicionado

Termografia

A análise por meio da termografia permite verificar indícios de manifestações patológicas, e serve como análise inicial para investigações mais aprofundadas de áreas identificadas com possíveis manifestações patológicas. Sendo considerado um ensaio complementar aos demais testes e observações, é importante salientar que a investigação termográfica por si só não é totalmente conclusiva, sendo assim, as análises a seguir trazem prováveis manifestações que são visualmente percebidas através de imagens de termografia em conjunto com a observação do entorno da edificação.

Devido a extensa área de fachada da edificação de estudo, bem como o elevado grau de degradação constatado através da grande variação termográfica encontrada durante a realização e análise das imagens termográficas, optou-se por apresentar as imagens mais representativas das áreas mais afetadas e os danos e/ou manifestações patológicas que foram encontrados com maior frequência ou mais recorrentes. A Tabela 1 trás as imagens obtidas durante o ensaio e uma breve explicação e análise das áreas observadas.

Tabela 1: Quadro resumo das principais manifestações identificadas pelo ensaio de termografia

<p>Áreas onde se observam a formação de bolhas e destacamento da camada de pintura no revestimento de argamassa, possivelmente causada pela presença de umidade, identificada pela diferença de cores mais intensas e avermelhadas.</p>	
<p>Pode-se perceber prováveis descolamentos no revestimento (ainda não destacados) nos elementos que compõe da fachada, devido a diferença de cor mais intensa e avermelhada nessas áreas conforme registro da imagem termográfica.</p>	



<p>Percebe-se alterações significativas de cores. Onde a área com cor mais intensa e avermelhada indica registro de presença de umidade, provavelmente devida a infiltrações no revestimento.</p>	
<p>Imagem com evidências de umidade acidental provocada pelo vazamento, mal funcionamento ou inexistência de dreno no sistema de ar condicionado, conforme registro de cores mais frias e azuladas nessas áreas, obtidas pela câmera termográfica.</p>	
<p>Manifestação patológica encontrada com regularidade em quase toda extensão nas áreas das fachadas que são próximas ao solo pode ser percebida nessas imagens, onde é a presumível a presença de umidade ascensional, devido a mudança de cores no registro termográfico.</p>	

Conforme pode-se visualizar nas imagens apresentadas na Tabela 1, não são observadas mudanças significativas nas imagens termográficas devido especificadamente, a mudança de cores de pintura da superfície das fachadas. A inspeção das fachadas da edificação, através da termografia possibilitou detectar a presença de manifestações patológicas, como descolamento de revestimentos, em áreas menos visíveis, e antes que houvesse a perda de material desses elementos. Foi possível identificar a possível causa da formação de bolhas e destacamento parcial da camada de pintura devido a presença de umidade nessas áreas, bem como perceber a ocorrência de umidade de infiltração e umidade acidental oriundas da ocupação da edificação e mal funcionamento ou inexistência de drenos no sistema de ar condicionado instalado na fachada. Ainda pode-se verificar e confirmar a provável presença de umidade ascensional em áreas da fachada que ficam próximas ao solo.

Reconstituição de traço e granulometria dos agregados

A fim de conhecer a proporção dos constituintes da argamassa de revestimento da edificação estuda, foi realizado o ensaio de reconstituição de traço utilizado pela CIENTEC. A partir da massa inicial da amostra (que contém aglomerante e agregado) e da massa final (que contém apenas agregado), foi possível calcular a relação entre a massa de agregado e de aglomerante. Assim, através da determinação desta relação, foram obtidas estimativas dos traços das amostras. A Tabela 2 contém os resultados encontrados.

Tabela 2: Resultados do ensaio de reconstituição de traço

Amostra	Fachada	Massa inicial (g)	Massa final (g)	Massa aglomerante (g)	Traço
1	Norte	95,57	72,56	23,01	1:3
2	Norte	92,91	69,81	23,10	1:3
3	Leste	100,88	76,97	23,91	1:3
4	Leste	98,68	73,66	25,02	1:3



5	Oeste	103,03	71,11	31,92	1:2
6	Oeste	101,53	77,34	24,19	1:3
7	Sul	100,32	83,34	16,98	1:5
8	Sul	100,86	83,34	17,52	1:5

Verifica-se que as oito amostras avaliadas na pesquisa apresentaram uma proporção de aglomerante e agregado entre 1:2 e 1:5, valores bastante semelhantes entre si. Desta forma, em intervenções futuras, tais como reparos pontuais ou substituição total ou parcial do revestimento de argamassa, estas relações devem ser mantidas, uma vez que a compatibilidade entre o revestimento novo e os elementos pré-existentes com os quais irá interagir é fundamental, dado que incompatibilidades podem acelerar os processos de degradação. Nos casos em que a substituição parcial ou total do revestimento é necessária, o novo revestimento deverá atender aos seguintes requisitos gerais: não contribuir para degradar os elementos pré-existentes, como as alvenarias; proteger as paredes; não prejudicar a apresentação visual da edificação e, principalmente, contribuir para a durabilidade de todo o subsistema (9).

Para a obtenção de informações complementares a respeito das características dos agregados presentes nas amostras das fachadas do prédio do ICBS, foi realizado o ensaio de granulometria. A partir da massa final das amostras (que contém apenas agregado), foi possível realizar o ensaio de granulometria a fim de se obter as curvas granulométricas, dimensão máxima característica (DMC) e módulo de finura (MF) dos agregados das amostras. Na Tabela 3 consta a dimensão máxima característica e o módulo de finura dos agregados.

Tabela 3: Dimensão máxima característica e módulo de finura dos agregados das amostras

Amostra	Dimensão máxima característica (DMC) (mm)	Módulo de finura (MF)
1	4,8	2,81
2	4,8	2,39
3	2,4	2,03
4	2,4	1,60
5	4,8	2,54
6	2,4	1,99
7	4,8	2,81
8	4,8	2,27

A partir dos dados acima apresentados constata-se que os agregados das oito amostras avaliadas nesta pesquisa possuem distribuição granulométrica contínua, considerada como a mais adequada, visto que é a condição que gera o melhor empacotamento (10). Os parâmetros dimensão máxima característica e módulo de finura também indicam a semelhança entre os agregados. Cabe destacar que algumas variações são completamente aceitáveis em função das condições de realização do ensaio de reconstituição de traço, dado a variabilidade inerente ao processo de moagem das amostras, a qual pode impactar diretamente nas características obtidas. Os agregados das oito amostras apresentaram DMC de 2,4 mm e 4,8 mm e MF dentro do intervalo 1,60 – 2,81. Da mesma forma que citado anteriormente, deve-se priorizar a utilização de agregados com características semelhantes a estas em futuras intervenções.

Estratégia de intervenção



Realizado o levantamento patológico e diagnosticadas as respectivas causas, evolução e sintomas das manifestações patológicas identificadas no edifício, tem-se os subsídios necessários para se traçar as estratégias de intervenção. Necessariamente, deve-se suprimir as circunstâncias que dão origem aos danos, para, somente após este processo, serem adotadas técnicas de recuperação dos elementos afetados, restituindo seu estado construtivo inicial, em sua funcionalidade e aparência originais.

A primeira fase da intervenção visa elidir toda e qualquer circunstância relacionada ao aparecimento de manifestações patológicas, notadamente, as relacionadas à presença de água, como o acesso da umidade ascensional, isolando as paredes da água proveniente do solo, através da execução de furos com inserção de barreira química, por meio da aplicação de produto hidrofugante e, também, eliminando a umidade acidental, realizando o reparo dos tubos de queda, calhas e condutores de água e, especialmente, instalando tubulações adequadas à condução dos líquidos resultantes do sistema de condicionamento de ar existentes.

Após cessadas as causas de degradação, passa-se à retirada de todo material que apresenta deterioração, por meio de uma completa higiene das fachadas, devendo ser cuidadosamente realizada limpeza da base, eliminando substâncias hidrófugas, vegetação e quaisquer sujidades que possam servir como nutriente a organismos biológicos, através da lavagem com água fria sob baixa pressão.

Por fim, deverá ser procedida a reparação propriamente dita dos elementos degradados, através do tratamento das fissuras que porventura possam ser encontradas no substrato, por meio da instalação de telas metálicas, conforme estudo particularizado; aplicação do chapisco tradicional e novas camadas de emboço e reboco nas áreas onde o revestimento foi retirado, utilizando-se materiais compatíveis entre os elementos novos e os existentes, aplicação de nova pintura em todas as fachadas, utilizando-se tintas contendo nano partículas de dióxido de titânio, com propriedades autolimpantes, para a melhor conservação da edificação.

Conclusões

Com o objetivo de embasar futuras intervenções e manutenções que serão realizadas no prédio do ICBS, os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que:

- O levantamento patológico realizado demonstrou que a edificação encontra-se em estado avançado de degradação. Tal situação compromete não apenas a estética do prédio, mas também a segurança de seus usuários.
- No que se refere aos tipos de ocorrências patológicas, constatou-se uma uniformidade dos problemas encontrados nas quatro fachadas estudadas, sendo que todas apresentam umidades, especialmente dos tipos ascensional e acidental, fissuras, biodeterioração, descolamento e deslocamento. Tais manifestações indicam falhas que se relacionam aos materiais empregados, falhas de execução e, ainda, ações recentes, tais como falta de planejamento nas intervenções no edifício.
- O ensaio de termografia detectou a presença de possíveis descolamentos do revestimento, em áreas pouco visíveis, e antes que houvesse a perda de material desses elementos. A inspeção das fachadas da edificação estudada, através da termografia, identificou a possível causa da formação de bolhas e destacamento parcial da camada de pintura devido a presença de umidade nessas áreas. Também foi possível distinguir nas imagens a ocorrência de umidade de infiltração, bem como constatar que danos no revestimento devido a ocupação do prédio com a existência de umidade acidental gerada pelo mal funcionamento ou inexistência de



dreno do sistema de ar condicionado instalado na fachada. Ainda pode-se verificar e confirmar a provável presença de umidade ascensional em áreas da fachada que ficam próximas ao solo.

- De acordo com os resultados obtidos no ensaio de reconstituição de traço deve-se priorizar a utilização de revestimentos de argamassa com proporção aglomerante: agregado entre 1:2 e 1:5, os mesmos valores encontrados nos revestimentos atuais da edificação. Da mesma forma, os resultados da granulometria indicam que, em caso de intervenções, deve-se utilizar agregado miúdo com distribuição granulométrica contínua, dimensão máxima característica de 2,4 mm ou 4,8 mm e MF dentro do intervalo 1,60 – 2,81. Destaca-se que tais cuidados visam manter a compatibilidade entre o novo revestimento e os elementos pré-existentes com os quais este irá interagir.

Referências bibliográficas

- (1) GRANATO, M.; BRITO, J. D.; SUZUKI, C. Restauração do pavilhão, cúpula metálica e luneta equatorial de 32 cm – Conjunto Arquitetônico do Museu de Astronomia e Ciências afins (MAST). **Anais do Museu Paulista**, v. 13, n. 1, p. 273-311, São Paulo, 2005.
- (2) MOTTA, E. V. **Caracterização de argamassas de edificações históricas de Santa Catarina**. 2004. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- (3) LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções: procedimentos para diagnóstico e recuperação**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP - Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 1986. 29 p.
- (4) SERPARD, S.M. **Thermography of Composites**. Materials Evaluation, Julho/2007, p. 690-696, 2007.
- (5) CORTIZO, E.C. **Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações: ênfase em edificações do patrimônio histórico**. 2007. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais.
- (6) FREITAS, J. G.; CARASEK, H.; CASCUDO, O. **Utilização da Termografia Infravermelha para a Avaliação de Fissuras em Fachadas com Revestimento de Argamassa e Pintura**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.14, n.1, p.57-73, jan. 2014.
- (7) RODRIGUES, P. N.; ISAIA, G. C.; SOARES, M. R. F. **Investigação das argamassas antigas de revestimento da Redução Jesuítica Guarani**, São Miguel Arcanjo, Brasil. 3º Congreso Iberoamericano y XI Jornada “Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio”, La Plata, 2013.
- (8) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.
- (9) VEIGA, M. R.; CARVALHO, F. **Argamassas de reboco para paredes de edifícios antigos. Requisitos e características a respeitar**. LNEC, Cadernos de Edifícios, nº 2, 2002.
- (10) MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. **Concrete: Microstructures, Properties and Materials**, McGraw-Hill, 2014.