

DIAGNÓSTICO, ENSAIOS E PROGRAMAÇÃO DE ANALISES PARA RESTAURAÇÃO DE EDIFÍCIOS DOS SÉCULOS XVIII E XIX NAS PRIMEIRAS ZONAS DE MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS

Fabiana Mendes Tavares⁽¹⁾; Maria Teresa Gomes Barbosa⁽²⁾; Antônio Eduardo Polisseni⁽³⁾

(1) Universidade federal de Juiz de Fora, e-mail: fabiana.tavares@ufjf.edu.br

(2) Universidade federal de Juiz de Fora, e-mail: teresa.barbosa@engenharia.ufjf.br

(3) Universidade Federal de Juiz de Fora, e-mail: aepoli@terra.com.br

Resumo

*Os bens culturais sendo produtos das diferentes culturas e realizações intelectuais do passado constituem um elemento essencial da formação dos povos, sendo imperativo preservar essa herança às gerações futuras. Em se tratando do patrimônio cultural edificado torna-se necessário a manutenção da integridade de todos seus elementos como um produto único da tecnologia de seu tempo. Dentre as operações para a realização de um projeto de restauração assinala-se os pontos prementes sendo: a coleta de dados – com o diagnóstico – e a elaboração do projeto propriamente dito. Dentro dessa lógica, o estudo aprofundado dos danos, com a implementação de exames e ensaios, para um método de diagnóstico, torna-se necessário, trazendo informações para a elaboração de hipóteses e indicação do tratamento. Para a pesquisa aponta-se os edifícios dos séculos XVIII e XIX, edificados em Minas Gerais, nas primeiras zonas mineradoras, devido a relevância da arquitetura deste período e pela crescente valorização dos aspectos ambientais na construção civil, com os conceitos de sustentabilidade, sendo esta arquitetura composta por materiais renováveis e biodegradáveis. Tem-se então como objetivo desta pesquisa, elencar os ensaios não destrutivos a serem realizados *in situ* nestes bens edificados, apontando uma programação de ensaios a serem realizados para conhecimento do bem e diagnóstico, visando balizar as decisões de projeto, no que se refere às escolhas das técnicas e materiais a serem utilizados.*

Palavras-chave: Diagnóstico, Restauração, Bens edificados.

Abstract

*A people's cultural heritage constitutes an essential element to its formation, so it is imperative to preserve it for future generations. Buildings in particular require the integral conservation of all its elements as a single technological product of its time. Among diverse actions in a restoration project some are most important: Data collection with diagnosis and project elaboration. Extensive understanding of the damage, with examinations and tests, is the diagnosis method to gather enough information to bring up hypothesis and treatment prescription. In this research we chose the 18th and 19th century first mining areas buildings in Minas Gerais for its historical architectural relevance and current significance of environmental aspects in civil construction, like sustainability and the employment of reusable and nature friendly materials. The objective is to list *in situ* non destructive tests applicable to the buildings in order to gather information and elaborate a diagnosis so that correct materials and techniques are employed in the project's execution.*

Keywords: Diagnosis, Restoration, Cultural Heritage.

1. INTRODUÇÃO

Os bens culturais constituem um elemento essencial da formação dos povos, pois são produtos, marcas e testemunhos das diferentes culturas, pensamentos e realizações intelectuais do passado. Dessa forma, constata-se a necessidade de preservar essa herança às gerações futuras, inserindo-se os conceitos de preservação e restauração do patrimônio cultural na manutenção da identidade e na transferência de conhecimento de uma sociedade.

E em se tratando do patrimônio cultural edificado e considerando a transferência de conhecimento torna-se necessário à conservação, não somente sua aparência, mas também, a manutenção da integridade de todos seus elementos constituintes como um produto único da tecnologia específica de seu tempo de produção (ICOMOS, 2003).

Partindo de diferentes épocas e lugares, aponta-se os edifícios dos séculos XVIII e XIX, edificados em Minas Gerais, nas primeiras zonas mineradoras, devido a relevância da arquitetura deste período, reconhecida mundialmente como patrimônio cultural, e pela crescente valorização dos aspectos ambientais na escolha dos materiais e técnicas adequados a serem utilizadas na construção civil, para onde se devem direcionar os conceitos de sustentabilidade das edificações, tendo predominantemente, nesta arquitetura, materiais derivados de recursos renováveis e biodegradáveis.

Segundo Brandi (2004), entende-se por restauração qualquer intervenção que vise recuperar a eficiência de um produto da atividade humana. Nesse sentido, um projeto de restauração abriga, de maneira articulada, os aspectos teóricos e críticos, formais e documentais, materiais e técnicos da obra, devendo tratar de recuperar o nível de desempenho adequado em seus principais requisitos como: estanqueidade, funcionalidade, segurança, durabilidade.

Para a formulação de um projeto de restauração que direcione as escolhas das técnicas e dos materiais mais adequados deve-se ampliar as discussões sobre a organização das operações a serem implementadas, onde os pontos mais trabalhados são: a fase de coleta de dados – que inclui o diagnóstico e ensaios – e a fase de elaboração do projeto propriamente dito.

Dentro dessa lógica, o estudo aprofundado dos danos nos edifícios, com a implementação de exames e ensaios de campo e/ou em laboratório, para compor um método de identificação e análise mais completo torna-se necessário para embasar o processo de diagnóstico, trazendo dados fundamentais para a elaboração de hipóteses e indicação do tratamento.

Tem-se então como objetivo desta pesquisa, elencar os ensaios não destrutivos a serem realizados *in situ*, suas descrições, princípios e aplicabilidades, apontar uma programação das análises e ensaios a serem realizados para conhecimento do bem e identificação dos problemas patológicos presentes na edificação, visando balizar as decisões de projeto, no que se refere às escolhas das técnicas e materiais a serem utilizados.

2. AVALIAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES POR MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS

Para a elaboração de um projeto de restauração é necessário que seja determinada uma lógica que comtemple os pontos a serem mais trabalhados e dentre as discussões implementadas a metodologia mais disseminada é a do Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural do Programa Monumental/ IPHAN (2005) que define Restauração ou Restauro como “o conjunto de operações destinadas a restabelecer a unidade da edificação, relativa à concepção original ou de intervenções significativas na sua história”.

Desta metodologia destaca-se que o projeto deverá basear-se em “análises e levantamentos inquestionáveis e a execução permitir a distinção entre o original e a intervenção” com o

mínimo de interferência na autenticidade do bem, seja estética, histórica, material e/ou dos processos construtivos (IPHAN, 2005).

Quanto ao projeto de intervenção, propriamente dito, é apresentado no “Manual” que são necessárias atividades preliminares, referentes à perfeita identificação e conhecimento do bem, dessa forma destaca-se a etapa de diagnóstico, avaliando atentamente o estado de conservação dos materiais e do sistema estrutural, “com a identificação dos agentes de degradação e caracterização dos danos” (IPHAN, 2005).

Em complementação ao “Manual” as Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico do ICOMOS (2001) trata, mais especificamente, do caráter técnico-científico relacionado aos projetos e obras de conservação/restauração, apontando quanto à etapa específica de pesquisa e diagnóstico, critérios importantes de serem implementados, colocando que este deve ser baseado em abordagens históricas, qualitativas e quantitativas. A abordagem qualitativa deve se basear “na observação direta do dano estrutural e da deterioração do material, assim como na pesquisa histórica e arqueológica”, enquanto que a quantitativa emprega “ensaios nos materiais e na estrutura, monitoramentos e análises estruturais”.

Para elaboração de um correto diagnóstico, é de grande importância o conhecimento das formas de manifestação das anomalias, de modo a propiciar uma clara identificação de suas causas, para a proposição das soluções de reparação adequadas. São várias as formas sob as quais os problemas patológicos podem se manifestar, “apenas o conjunto de sintomas permitirá identificá-la corretamente e efetuar o diagnóstico correto” (HENRIQUEZ, 1994).

Os determinantes dos problemas patológicos nos componentes de uma edificação podem ser de “ordem intrínseca ou extrínseca, ou seja, provenientes dos materiais que constituem a edificação ou de fatores externos aos mesmos” (RIBEIRO, 2004). Segundo Souza & Ripper (1998), destacam-se entre as causas intrínsecas as falhas humanas durante a construção e/ou uso (ausência de manutenção) e as naturais e as extrínsecas constituem as falhas de projeto, ações mecânicas, físicas, biológicas e químicas.

A condição ambiental, o meio no qual uma edificação está inserida, influencia diretamente no tempo de vida útil de seus componentes. “A água, a umidade, a luz, o ar, a poluição, a temperatura, os microorganismos”, dentre outros elementos, interferem direta ou indiretamente nos componentes de uma edificação, ocasionando danos que muitas vezes somados são irrecuperáveis (RIBEIRO, 2004).

Quanto aos ensaios que podem ser realizados destacam-se os destrutivos e os não destrutivos. Em se tratando de edificações históricas, os ensaios não destrutivos são os mais indicados, visando a manutenção da integridade e originalidade do bem.

Considerando a arquitetura específica alvo deste trabalho e suas características de técnicas e materiais (pedra, madeira, terra em taipa de pilão, pau a pique, adobes, tijolos cozidos e cal), faz-se necessário uma composição detalhada da programação de análise com a identificação e escolha dos testes a serem indicados, conforme apresentado no quadro 1.

3. PROGRAMAÇÃO DAS ANÁLISES E ENSAIOS A SEREM REALIZADOS

A programação das análises e ensaios a serem realizados deve ser elaborada com base na visão clara dos fenômenos em curso no bem edificado. Essas análises têm o “objetivo de identificar as características mecânicas (resistência, deformabilidade etc), físicas (porosidade etc) e químicas (composição etc) dos materiais, as tensões e deformações da estrutura, a presença de fissuras, entre outras”. As ações a serem desenvolvidas seguem também uma

ENSAIO	APLICAÇÕES	PRINCÍPIO	VANTAGENS	LIMITAÇÕES
Exame visual	Avalia as condições da superfície: arranhões, fissuras, etc.	Realizado com ou sem ajuda de aparelhos óticos, ferramentas de medida, registros fotográficos.	Custos baixos; Avaliação rápida das condições.	É necessário experiência; Avaliação primária limitada às superfícies das edificações.
Fissurômetro	Mede a forma as dimensões da abertura de fissura ou fenda existente na superfície do objeto.	Através de dados recolhidos permite medir o movimento das fissuras, fendas, etc.	Fácil execução; Baixo custo.	Não há.
Cachimbo (POLISSENI, 1996)	Determina a absorção de água e a permeabilidade das superfícies e revestimentos do objeto.	Permeabilidade e a velocidade de percolação da água na superfície.	Fácil execução; Baixo custo.	Necessidade de limpeza da superfície para fixação do cachimbo.
Esclerometria NBR NM 78/ 1996.	Compara a qualidade de áreas diferentes de uma mesma superfície ou objeto.	A dureza da superfície é medida e a resistência estimada por curvas de calibração.	Fácil execução; Baixo custo.	Os resultados podem ser afetados pelas condições das superfícies de aplicação e equipamento.
Teste de arrancamento ASTM C803	Determina as resistências à compressão e à tração.	Mede a força necessária para arrancar o pino de aço que foi acoplado.	Fácil execução; Custo moderado.	Implica em pequenos reparos.
Teste de aderência NBR 15261/05	Determina-se a previsão da resistência à aderência de revestimentos.	Um disco de aço circular é aderido a superfície, onde é aplicada uma força até o rompimento.	Fácil execução; Baixo custo.	Implica em pequenos reparos.
Pulso Ultrassônico NBR NM 58/ 1996	Estima resistência do material, falhas, vazios e determinar fissuras.	A amplitude e a frequência das ondas introduzidas são modificadas pela presença de fissuras, objeto e seções que tenham diferentes impedâncias acústicas.	Fácil execução; Baixo custo.	É necessária treinamento para uso do equipamento e alto nível de especialização para a interpretação dos resultados.
Gamagrafia British Standard Institution (1986)	Localização de defeitos internos.	Os raios gama são emitidos de uma fonte, penetram na superfície e saem no lado oposto sendo gravados.	Os equipamentos são facilmente transportáveis; Custo elevado.	Fontes de raios gama são perigosos para a segurança e saúde; Necessita de acesso aos dois lados.
Termografia infravermelha British Standard Institution (1986)	Detecção de falhas internas, crescimentos de fissuras, delaminações e vazios internos.	Uso de frequências de infravermelho.	Para grandes áreas; Custo elevado.	Requer treinamento e alto nível de especialização para interpretar os resultados.
Fibra ótica British Standard Institution (1986)	Observar porções da estrutura que não está acessível a visão.	Consiste no uso de fibras ópticas flexíveis, lentes e sistemas de iluminação.	Conexão de câmera fotográfica e permite visões multidirecionais.	Equipamento de alto custo.

Quadro 1 – Relação dos ensaios não destrutivos a serem realizados in situ, com descrição, princípios e suas aplicabilidades.

Fonte: (Adaptado de Barbosa, 2009).

ordem e a programação das análises deve ser pensada em estágios, começando, com a obtenção de dados básicos das características apresentadas na edificação, que servirão de escopo para o aprofundamento desses dados em um segundo momento, através da realização de ensaios e testes mais complexos (ICOMOS, 2001).

Deve-se, no primeiro momento partir da observação visual que se destina a visualização das anomalias e dos elementos sobre os quais ocorrem. Em casos mais simples é possível elaborar diagnóstico conjugando a observação visual e as informações recolhidas através de estudos e documentação (HENRIQUEZ, 1994), ou seja, da etapa de identificação e conhecimento do bem. Em segundo momento deve-se realizar análises através de ensaios e equipamentos próprios, que levará ao estabelecimento de uma hipótese de ocorrência para o problema apresentado, ponto inicial para a busca do método apropriado a ser utilizado na restauração.

Como procedimentos pode-se indicar, para localização dos fatores de deterioração e identificar as origens e as correlações diretas e indiretas dos danos, a seguinte ordem:

- i) Investigações históricas, estruturais e arquitetônicas para aquisição de dados direcionados;
- ii) Vistoria local, anamnese para a visualização direta e simplificada das anomalias e identificação das causas;
- iii) Mapeamento de danos para a formulação de elementos gráficos que demonstrem a gama de anomalias detectadas;
- iv) Ensaios e testes não destrutivos para avaliação mais aprofundada visando a determinação dos problemas e decisões quanto ao seu tratamento.

Para fixação e correlações dos dados elencados após a implementação da ordem da programação, indica-se a produção de relatórios técnicos e/ou gráficos de forma a registrar as informações base para a finalização do correto diagnóstico. Este irá embasar as escolhas quanto as melhores técnicas e matérias para as intervenções nesses bens edificados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada projeto de restauração é único e, desta forma, não há uma verdade absoluta para sua formação, entretanto, exige uma fundamentação teórica mínima, baseada no reconhecimento do valor atribuído pela sociedade aos bens edificados e à premissa de que a restauração é o reconhecimento desse valor e sua preservação para o futuro (CSEPCSÉNYI et al 2006).

Para a elaboração do projeto de restauração, a programação das análises e ensaios a serem realizados sistematiza as informações que darão suporte para a elaboração de uma proposta consciente como processo para conhecimento e encaminhamento de um diagnóstico aprofundado que possa identificar as patologias, suas causas e elementos deflagradores.

Como resultados parciais desta pesquisa, apresenta-se apontamentos sobre desenvolvimento de projetos de restauração para a arquitetura alvo deste trabalho, com a relação de ensaios não destrutivos a serem realizados in situ e a organização de programa de análises e ensaios, a fim embasar a indicação de técnicas e materiais mais adequados para sua recuperação.

As restaurações requerem estudos cada vez mais dirigidos, devendo contar com análises, testes e detalhamentos técnicos para a determinação dos critérios a serem empregados na intervenção de modo a ampliar a vida útil e a durabilidade dessas edificações.

Em face do alerta para a ausência de normas que estabeleçam os limites aceitáveis de interferência nas obras de restauração, esses resultados poderão evitar decisões arbitrárias nas intervenções em bens culturais, dando lugar a um procedimento com bases teóricas e científicas.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS (ASTM). **ASTM C 803**: Standard method for penetration resistance of hardened concrete. Philadelphia, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 58**: Concreto endurecido - determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica. Rio de Janeiro, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 78**: Concreto Endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo Esclerômetro de Reflexão. Rio de Janeiro, 1996.
- BARBOSA, M. T. G. **Notas de aula da disciplina Manutenção de Edifícios**, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.
- BRANDI, C. **Teoria da restauração**. Tradução de Beatriz Mugayar Kühl. São Paulo: Ateliê Editorial, 2004.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. BS 1881: Part 201 – **Guide to the use of nondestructive methods of test for hardened concrete**. London, 1986.
- CSEPCSYI, A.; SALGADO, M.; RIBEIRO, R. Análise do processo de projetos de restauração sob a ótica da gestão da qualidade. In: XI Encontro Nacional de Tecnologias do Ambiente Construído, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2006.
- HENRIQUEZ, F. **Humidade em paredes**. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1994.
- ICOMOS - Comitê Científico Internacional para Análise e Restauração de Estruturas do Patrimônio Arquitetônico. **Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico**. Tradução Silvia Puccioni. Paris, 2001.
- ICOMOS - Comitê Científico Internacional para Análise e Restauração de Estruturas do Patrimônio Arquitetônico. **Carta do ICOMOS – Princípios para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico**. Zimbábue, 2003. Disponível em: <http://www.icomos.org.br/002_001.html>. Acessado em: 18 nov. 2011.
- IPHAN, Programa Monumenta. **Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural**. Brasília: Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, 2005.
- POLISSENI, A. E. **Método Prático para Avaliar a Capacidade Impermeabilizante de Revestimentos de Parede – Método do Cachimbo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- RIBEIRO, R. Patologias nas Construções Históricas. In: **Conservação e Restauro: Arquitetura, Márcia Braga (Org.)**. Rio de Janeiro, 2004.
- SOUZA, V.; RIPPERT. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1998.