AVALIAÇÃO DOS DANOS DA CAPELA DE SANTANA DO MIRADOURO NA BAHIA E RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO DE CONSOLIDAÇÃO

Muñoz, R.[1], Magalhães, A. C.[2]

[1] Universidade Federal da Bahia, professora e pesquisadora, doutora, e-mail: munoz.rosana@gmail.com
[2] Universidade Federal da Bahia, pesquisadora, mestre, e-mail: anacristian@hotmail.com

RESUMO

A Capela de Santana do Miradouro construída, provavelmente, no início do século XVIII, localiza-se nas proximidades da cidade baiana de Xique-Xique. Considerada o mais antigo templo da região, possui sistema construtivo em cobertura de madeira, que se apoia em paredes de alvenaria mista, sustentadas por fundação corrida e superficial, em pedra argamassada. O edifício apresenta diversos problemas de degradação nos materiais e nas estruturas, cujas causas estão associadas tanto aos agentes naturais e biológicos, como também às ações humanas. Este trabalho objetiva apresentar, além da descrição dos danos da edificação e identificação de suas prováveis causas, as análises fundamentais para o projeto de consolidação estrutural. Para seu desenvolvimento, algumas ações foram estabelecidas: visita ao local com registro fotográfico, realização de ensaios laboratoriais e *in situ* e avaliação estrutural, embasada em literatura técnico científica sobre o tema. Como resultados, serão apresentados o diagnóstico dos problemas mais significativos da edificação, essencial às estratégias de intervenção a adotar no projeto de restauro, a análise estrutural e as recomendações para a consolidação da Capela, patrimônio de significativo valor histórico, artístico e cultural, e testemunho da memória da ciência das construções do passado.

Palavras chave: Patologia; Danos; Diagnóstico; Consolidação.

ABSTRACT

The Santana do Miradouro Chapel built, probably in the early 18th century, is located nearby the city of Xique-Xique, in Bahia. Considered the oldest temple in the region, its construction system consists of stone masonry and brick and wooden roof, supported on stone and mortar foundation. The building has several problems of degradation of materials and structures, whose causes are associated with both natural and biological agents, as well as to human actions. This work aims to present, in addition to the description of the damage and the identification of its probable causes, fundamental analysis for the structural consolidation project. For its development, some actions were established: site visit with photographic record, performing laboratory tests and structural evaluation, based on technical and scientific literature. As a result, will be presented the diagnosis of the most significant problems of the building, which is essential to intervention strategies to adopt in the restoration project, the structural analysis and the recommendations for the consolidation of the Chapel, heritage of significant historical, artistic and cultural value, and testimony to the memory of science of the buildings of the past.

Keywords: Pathology; Damage; Diagnosis; Consolidation.

1. INTRODUÇÃO

A Capela de Santana do Miradouro (Figura 1) está localizada na Ilha do Miradouro, nas margens do Rio São Francisco, em uma região próxima à cidade baiana de Xique-Xique (Figura 2).

A origem do nome Miradouro deve-se, possivelmente, da expressão popular "daqui miro o ouro nas serras", em razão de, supostamente, ver-se, desse local, o brilho da Serra de Santo Inácio, localizada na Chapada Diamantina e onde, realmente, existiram ouro e diamantes.

Datada, provavelmente, do início do século XVIII, a edificação é composta por nave única, capela-mor com supedâneo encimado pelo altar principal, sacristia lateral, coro e adro, como apresentado na Figura 3.



Figura 1: Fachada principal da Capela de Santana do Miradouro.



Figura 2: Localização da Capela.

O sistema construtivo da Capela consiste em cobertura de madeira, com tesouras de linha alta, que se apoiam em paredes de alvenaria mista, de aproximadamente 75cm de largura, sustentadas por fundação corrida, de pouca profundidade, em pedra e argamassa.

O edifício apresenta diversos problemas de degradação, tanto nos materiais, como nas estruturas. Em geral, as causas estão associadas não somente aos agentes naturais (idade e intempéries) e biológicos (insetos xilófagos), como também às ações humanas, sobretudo aquelas relacionadas às intervenções inadequadas, ações de vândalos e falta de manutenção. Assim sendo, o objetivo deste trabalho é apresentar, além da descrição dos danos da edificação e identificação de suas prováveis causas, as análises que embasaram o projeto de consolidação estrutural.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, realizaram-se as seguintes etapas: visita ao local com registro fotográfico; mapeamento de danos; ensaios de caracterização de argamassas, de solo

e de identificação de madeiras; e, ainda, a avaliação estrutural, embasada em literatura técnico científica sobre o tema.



Figura 3: Plantas baixas da Capela.

Como resultados, serão apresentados o diagnóstico dos problemas mais significativos da edificação, essencial às estratégias de intervenção a adotar no projeto de restauro; a avaliação estrutural dos principais elementos do sistema construtivo; e, por fim, as recomendações para a consolidação da Capela.

Ressalta-se a importância deste trabalho para fundamentar ações a serem desenvolvidas para o restauro do edifício, que constitui patrimônio de significativo valor histórico, artístico e cultural, e testemunho da memória da ciência das construções do passado.

2. ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA CAPELA

Em visita ao local, observou-se que a Capela, de modo geral, encontra-se degradada. Os danos são mais visíveis na fundação, nas alvenarias, no assoalho do coro e na cobertura, como detalhado a seguir.

2.1 Fundação

A fundação da edificação é em pedra argamassada com aproximadamente 75cm de largura e um metro de profundidade. É visível a deficiência no plano de apoio da fundação (Figura 4), decorrente da erosão do solo.



Figura 4: Perda do plano de apoio da fundação.

2.2 Alvenarias

As alvenarias da Capela são constituídas de tijolos e pedras e apresentam diversos danos que incluem destacamentos de revestimento, além de fendas e fissuras, lesões que evidenciam o desaprumo, a fragilidade dos materiais e a falta de amarração entre os paramentos.

Outro grave problema foi identificado no lado exterior da sacristia. Nota-se que o terreno apresenta-se em declive e lixiviado e que ocorre um desnível vertical da edificação. Ainda em relação às alvenarias externas, observa-se, na parede de fundo da capela-mor, fenda no encontro dos diferentes materiais construtivos das alvenarias (Figura 5). Neste paramento, nota-se a coexistência de diferentes técnicas construtivas: alvenaria de pedra e alvenaria de tijolo, materiais com módulos de elasticidade diferentes. Em referência ainda a essa parede, destaca-se a abertura interna, em degraus, ilustrada na Figura 6.



Figura 5: Fenda entre a capela-mor e a sacristia.



Figura 6: Fenda em degraus na parede interna da capela-mor.

2.3 Assoalho do coro

O assoalho do coro é formado por barrotes de madeira, apoiados em peças sustentadas por uma viga mestra. Sobre o barroteamento, está disposto o tabuado, com peças faltantes (Figura 7). Sério problema ocorre na sustentação do assoalho, uma vez que a viga mestra, já bastante degradada e com sinais de colapso, apresenta perda de função estrutural (Figura 8).



Figura 7: Lacuna do tabuado do coro.



Figura 8: Degradação da viga mestra.

2.4 Coberturas

As coberturas da nave e da capela-mor são compostas por telhas cerâmicas, sustentadas por ripas que, por sua vez, se apoiam em tesouras de linha alta, que assentam em peças de madeira (frechal e contra-frechal) dispostas sobre a alvenaria dos muros. Fazem parte ainda deste sistema três tirantes, suportados pelas peças de madeira sobre a alvenaria, já referenciadas (Figura 9). A cobertura da sacristia desenvolve-se em uma água, com telhas sobre ripas que se apoiam em peças inclinadas (caibros) que, por sua vez, descarregam os esforços sobre as paredes laterais (Figura 10). Nas coberturas, foram observadas lacunas de madeiramento e de telhas, peças danificadas ou mal encaixadas, além do comprometimento estrutural de alguns elementos de sustentação do telhado, devido ao seu apodrecimento e/ou ruptura (Figuras 11 e 12). Adicionalmente, as telhas possuem manchas escuras, associadas às intempéries e à microflora.



Figura 9: Tesouras de linha alta e tirantes da nave.



Figura 10: Cobertura da sacristia.



Figura 11: Degradação da cobertura da nave, da capela-mor e da sacristia.



Figura 12: Detalhe da degradação da cobertura da sacristia.

Como em outros tantos edifícios antigos, a senilidade e a falta de conservação mínima preventiva constituem os aspectos que mais contribuem para a degradação da Capela. O conhecimento das causas da patologia é imprescindível para o correto diagnóstico e para a proposta de consolidação ou restauro.

3. ASPECTOS TEÓRICOS DE FUNDAMENTAÇÃO

De acordo com o exposto na seção anterior, os danos dos sistemas construtivos da edificação resultam, sobretudo, do recalque de fundações e da movimentação das alvenarias, que gera além de fendas, fissuras e lacunas, vários problemas na estrutura. Para avaliar esta situação, foi realizado um estudo de fundamentação teórica, que permitiu extrair conclusões mais precisas sobre as causas dos problemas estruturais e, portanto, definir as estratégias mais adequadas para a intervenção de consolidação do edifício.

Movimentações de solo provocam recalques na fundação que, dependendo da intensidade, podem ocasionar sérios danos à superestrutura. As deformações do solo podem ser naturais, quando decorrem de suas características intrínsecas, e derivadas de ações externas. As primeiras são classificadas em três tipos: elástica, proveniente de aplicação de carga; por escoamento lateral, quando há migração de solo de regiões mais solicitadas para menos solicitadas; e por adensamento, decorrente da diminuição do volume aparente do maciço do solo, podendo ser causada pelo fechamento dos vazios deixados pela água expulsa da pressão que as cargas exercem sobre a fundação (REBELLO, 2008).

Os recalques por ações externas podem ser provocados pelo rebaixamento de lençol freático, por solapamento em consequência de infiltrações, por escavações próximas às fundações, por vibrações, entre outros (REBELLO, 2008). De opinião semelhante, Pisani (2012) aponta para as seguintes causas: movimento espontâneo do terreno, contração vertical do solo submetido a um carregamento, instabilidade interna da estrutura e redução do confinamento do terreno.

O deslocamento dos solos ocorre, principalmente, em função dos seguintes fatores: tipo e estado do solo; disposição do lençol freático; intensidade da carga, tipo e cota de apoio da fundação; dimensões e formato da placa carregada; e interferência de fundações vizinhas (OLIVEIRA, 2012).

De acordo com Mastrodicasa (1978), o recalque das fundações pode resultar de movimento de translação horizontal (longitudinal ou transversal), vertical ou inclinada, e ainda da rotação em torno de um eixo longitudinal, vertical ou transversal, podendo localizar-se na parte intermediária ou extrema da fundação e ter extensão curta, média ou longa.

O sintoma mais evidente do movimento das fundações é o aparecimento de fissuras nos elementos estruturais (MILITITSKY, CONSOLI & SCHNAID, 2008). A caracterização das fissuras segue por diversas classificações. Neste texto, adotou-se a tipologia estabelecida por

Carrio (2000), que considera fendas como qualquer abertura linear que atravessa toda a espessura do elemento construtivo, chegando a rompê-lo e permitindo distinguir bem as duas partes. Já as fissuras compreendem toda abertura linear, fina e com desenvolvimento discreto, que afeta somente a parte superficial do elemento construtivo.

O estudo do quadro fissurativo de uma edificação é de fundamental importância para a determinação do estado de tensões presentes no elemento a ser analisado, como ensinam Mastrodicasa (1978), Cigni (1978), Defez (1988), Giuffré (1991), Croci (2005) e outros autores renomados. De acordo Thornburn e Hutchinson (1985), a dimensão da abertura da fissura tem relação com os danos causados ao edifício, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Relação entre abertura de fissuras e danos em edifícios (THORNBURN & HUTCHINSON,1985)

Abertura da fissura (mm)	**Intensidade dos danos**		**Efeito na estrutura**
	Residencial	Comercial ou público	
<0,1	Insignificante	Insignificante	Nenhum
0,1 a 0,3	Muito leve	Insignificante	Nenhum
0,3 a 1	Leve	Muito leve	Deterioração estética
1 a 2	Leve a moderada	Muito leve	
2 a 5	Moderada	Leve	A estabilidade pode estar em risco
5 a 15	Moderada a severa	Moderada	
15 a 25	Severa a muito severa	Moderada a severa	
>25	Severa a perigosa	Severa a perigosa	A estrutura pode tornar-se perigosa

As fissuras podem ter suas causas associadas a movimentações higrotérmicas, atuação de sobrecargas, deformação excessiva de estruturas, recalque de fundações ou até às alterações químicas dos materiais (OLIVEIRA, 2012).

Movimentos de dilatação e contração decorrentes de variação de temperatura são restringidos pelos diversos vínculos que envolvem os elementos e componentes, gerando tensões que poderão provocar o surgimento de fissuras. Alterações higroscópicas induzem a mudanças dimensionais nos materiais porosos que fazem parte dos elementos e componentes da edificação: o aumento do teor de umidade leva a uma expansão do material, enquanto que a diminuição desse teor provoca uma contração. Com a existência de continuidade construtiva entre os elementos que impeça as movimentações, poderão ocorrer fissuras nos elementos e componentes do sistema (OLIVEIRA, 2012).

Normalmente, existem dois tipos característicos de aberturas que surgem em trechos contínuos de alvenarias solicitadas por sobrecargas uniformemente distribuídas (THOMAZ,

1989): trincas verticais, provenientes da ação da flexão local dos componentes de alvenaria; e trincas horizontais, decorrentes da ruptura por compressão dos elementos da alvenaria ou da própria argamassa de assentamento, ou ainda de solicitações de flexocompressão da parede.

As fissuras e fendas também podem ser originadas das diferentes deformações dos materiais que compõem a estrutura. Segundo Álvarez (2012), as aberturas ocorrem onde as peças têm menos massa ou por onde é mais fácil a liberação da energia que as carregam.

De acordo com Mastrodicasa (1978), as configurações das fissuras provocadas por recalques diferenciais são normalmente inclinadas ou parabólicas. Observam-se também esmagamentos localizados em forma de escamas e variação nas aberturas das fissuras.

As lacunas de telhas e outros problemas na cobertura permitem, além da entrada de animais de pequeno porte (insetos, aves, entre outros) no edifício, a infiltração de águas, que gera o aparecimento de manchas de umidade nos paramentos, proporcionando condições favoráveis ao surgimento de micro-organismos como fungos, musgos, algas, liquens, além de térmitas.

Em relação às argamassas de revestimento, as causas das aberturas podem estar relacionadas quer à própria constituição, quer ao suporte, entre outras. Aquelas relativas à constituição referem-se, principalmente, à retração restringida pelo suporte, às dilatações e contrações higrotérmicas diferenciais no interior do revestimento, à dosagem deficiente na execução da argamassa e à espessura inadequada do revestimento. As causas associadas ao suporte relacionam-se à perda de volume ou rupturas do suporte (geradas pelos deslocamentos sofridos pela estrutura, tais como assentamentos diferenciais das fundações, dilatações térmicas da própria estrutura, ou esmagamentos), pela reação da argamassa com os sais presentes, ou mesmo pela absorção excessiva de água pela base no momento da aplicação do revestimento, produzindo fissuras internas manifestadas na superfície, tornando-se fendas. O destacamento dos revestimentos pode ter várias causas: inadequada preparação do suporte, intempéries, contaminação dos materiais, envelhecimento, entre outros (ÁLVAREZ, 2012).

Magalhães (2013) relaciona, entre outras causas que podem conduzir à perda de aderência do revestimento, os defeitos ou erros de execução (umedecimento deficiente do suporte; falta de limpeza da superfície a ser revestida; ausência de rugosidade do suporte; composição inadequada da argamassa), as dilatações e contrações térmicas, a elevada impermeabilidade à água do suporte e a insuficiente permeabilidade ao vapor de água do revestimento. Afirma ainda que movimentos diferenciais entre o suporte e o revestimento, especificamente as deformações em uma mesma direção, porém em sentidos opostos, podem provocar a ruptura por corte da ligação entre os elementos, provocando, portanto, o seu destacamento do suporte.

Nestes casos, o conhecimento do estado de conservação dos materiais que compõem o sistema construtivo assume grande relevância, do mesmo modo que a análise do comportamento da estrutura no seu estado atual.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento do escopo deste trabalho, foram realizadas as seguintes ações: visita ao local; análise geral do estado de conservação do edifício, com mapeamento de lesões; ensaios laboratoriais de caracterização de argamassas de revestimento e solo, e de identificação de espécies florestais de madeiras; além de verificações e análises estruturais.

4.1 Ensaios

Do ponto de vista histórico, a caracterização dos elementos construtivos antigos é importante para fornecer subsídios úteis à avaliação do estado de conservação destes materiais, além de permitir a elaboração de registros quanto à sua constituição e características, antes que desapareçam por completo os vestígios das tecnologias tradicionais.

Visando fundamentar as causas da patologia observada na Capela e obter dados para a verificação estrutural e a consolidação, foram efetuados ensaios laboratoriais em argamassas, madeiras e solo. Os primeiros foram realizados no NTPR – Núcleo da Tecnologia da Preservação e da Restauração, laboratório da Universidade Federal da Bahia (UFBA), e compreenderam: determinação do traço, granulometria e testes qualitativos de sais solúveis, desenvolvidos segundo a metodologia descrita por Teutonico (1988); cor dos finos, de acordo com o sistema *Munsell Color* (MUNSELL SOIL COLOR CHART, 1975); e estratigrafia, baseada em procedimentos elaborados no próprio laboratório mencionado. Foram encontradas, em paredes internas (altar, sacristia e capela-mor), argamassas "bastardas" (possuem em sua composição uma parcela de argila), indicando, provavelmente, a originalidade do material, uma vez o uso do solo na confecção de argamassas era bastante comum do início da colonização até o século XVIII. Os demais traços constituem-se de cal e areia, sugerindo execução em épocas posteriores.

Os ensaios de caracterização das argamassas indicaram a existência de sais solúveis (cloretos, nitratos e sulfatos), tanto naquelas de revestimento, quantos nas de assentamento. A presença de íons de cloretos decorre, provavelmente, da contaminação do material constituinte das argamassas, assim como a de sulfatos, que também pode estar associada às intervenções de cimento já existentes. Os nitratos presentes em grande quantidade podem ser oriundos da decomposição da matéria orgânica existente no local, do uso de fertilizantes nas cercanias ou, ainda, da contaminação do solo devido à sua proximidade do Rio São Francisco, que possui elevada concentração de nitrato de potássio.

Para complementar a informação laboratorial, foram realizados *in situ* ensaios semi-quantitativos de sais com marcadores colorimétricos, nos mesmos locais de onde foram retiradas as amostras. As determinações efetuadas permitiram constatar a presença de íons cloretos e sulfatos, corroborando os resultados de laboratório.

Os testes sobre as amostras de madeira para identificação da espécie e determinação das características físicas e mecânicas foram efetuados no Laboratório de Anatomia Vegetal e Identificação de Madeiras (LAVIM), também da UFBA. Os resultados obtidos nas análises das madeiras fornecem dados relevantes para verificação e avaliação estrutural de peças e para emissão de parecer sobre a substituição parcial ou total desses elementos construtivos. Foram identificadas espécies características da região: Cedro (*Cedrela odorata*) e Jatobá (*Hymenaea sp.*).

A caracterização do solo, fundamental para o diagnóstico de danos e elaboração do projeto de consolidação, foi efetivada pelo Laboratório de Geotecnia da Escola Politécnica da UFBA. O resultado das três amostras analisadas indica que o solo apresenta distribuição granulométrica irregular, com grande percentual de areia fina e silte (66%). A parcela de argila não laterítica caracteriza-o como solo com alto poder de desagregação. Foi obtida uma única Carta de Plasticidade, cujo índice foi de 4%, já que as outras duas amostras foram caracterizadas como "NP" (Não Plásticas). Define-se, portanto, esse solo como tendo grande quantidade de finos não plásticos e de baixa compressibilidade, o que confere resistência mecânica, porém vulnerabilidade à lixiviação.

Após a realização dos ensaios, foi elaborada a avaliação estrutural das peças da cobertura (tesouras de linha alta da nave e capela-mor e caibros da sacristia); da viga mestra e dos barrotes do assoalho do coro; e das alvenarias, para avaliar o desaprumo identificado visualmente.

4.2 Avaliação Estrutural

Nesta etapa, foi efetuado, inicialmente, o carregamento do sistema estrutural da cobertura da nave, capela-mor e sacristia, e, com auxílio de software específico, foram calculados os esforços máximos e realizada a análise da estabilidade das peças. As tesouras da nave e capela-mor atenderam aos parâmetros de verificação, enquanto que os caibros da sacristia, com dimensões de 9,5cm x 12cm, não passaram à deformação admissível, e, estando em quase ruína, deverão ser substituídos.

Em relação ao assoalho do coro, os barrotes atendem às verificações para os esforços aos quais estão submetidos. Não é o caso da viga mestra, que se apresenta com comprometimento estrutural e deverá ser substituída.

No que tange às alvenarias, além das fendas e fissuras, as resultantes dos empuxos da cobertura na nave e na capela-mor encontram-se extrínsecas ao terço médio da base, caracterizando sua instabilidade. Adicionalmente, o plano de apoio de fundação das alvenarias laterais encontra-se visivelmente sem sustentação adequada no solo, o que gera outros danos estruturais, cujo andamento das lesões observadas é eloquente testemunho.

5. ANÁLISE DOS DANOS

A partir das etapas já realizadas e expostas anteriormente, foi possível a realização de diagnóstico dos danos e suas prováveis causas. Destaca-se que quanto mais preciso e detalhado, mais adequado será o projeto de consolidação.

Visualmente foi identificada a perda do plano de apoio da fundação das fachadas frontal e sudoeste da Capela, oriunda, entre outros fatores, de antigas enchentes do Rio São Francisco, que se encontra próximo ao local. Segundo dados do IPAC-BA (1999), era comum a ocorrência de enchentes antes da construção da Barragem de Sobradinho, colocada em operação em novembro de 1989. Destacam-se as enchentes de 1947 e 1979, nas quais as águas ficaram 70cm acima do piso da Capela, o que, provavelmente, potencializou o problema da erosão. Esse fato é corroborado pela caracterização do solo, propenso à lixiviação, como já mencionado.

O recalque da fundação, provavelmente, gerou a rotação das paredes (Figura 13), identificada não somente pela observação do comportamento das fissuras (Figura 14), mas evidenciada pelo cálculo de estabilidade das alvenarias.



Figura 13: Perda do plano de apoio da fundação da fachada frontal da Capela, evidenciando a rotação.

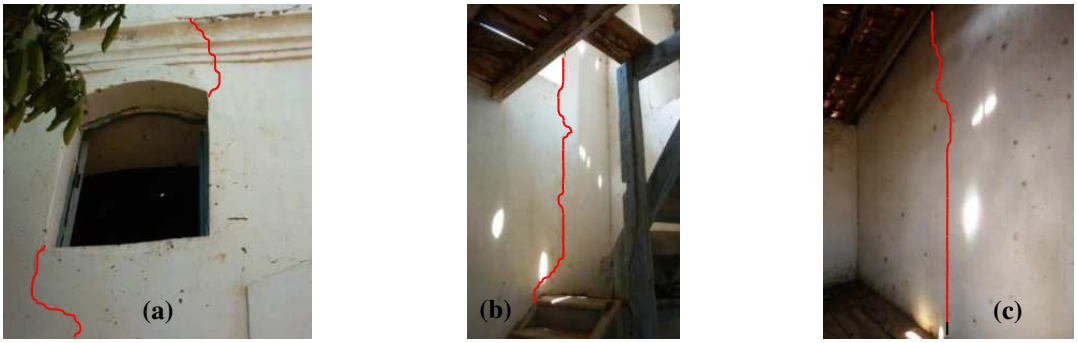

Figura 14: Fissuras na fachada frontal: (a) na parte externa, (b) e (c) na face interna.

A Figura 14(a) mostra a linha de ruptura no caminho de menor resistência e com desenvolvimento em direção oposta à alvenaria que está em eventual processo de

movimentação, o que caracteriza um sinal típico de rotação da parede, de acordo com a literatura sobre o tema apresentada por Mastrodicasa (1978).

A Figura 14(b) apresenta o comportamento da fissura pelo lado interno da esquadria, com desenvolvimento vertical até o pavimento térreo e a Figura 14(c) mostra uma fissura no meio da alvenaria, iniciando na parte superior e finalizando no nível do piso, caracterizando a tendência à abertura e desaprumo das paredes laterais. Isto também é observado pelo deslocamento da viga mestra que sustenta os barrotes do coro e o peitoril (Figuras 15 e 16).



Figura 15: Deslocamento da viga mestra na fachada interna nordeste.



Figura 16: Deslocamento da viga mestra na fachada interna sudoeste.

Evidenciam-se, portanto, indícios de ocorrência do fenômeno de rotação e consequente desaprumo das paredes laterais da nave. Possivelmente, este problema está associado à perda de apoio da fundação, decorrente da erosão do solo, e ao empuxo da estrutura da cobertura, já que a resultante dos esforços verticais e horizontais apresenta-se fora do terço médio do maciço.

Segundo Pinho (2008), a fendilhação decorrente de empuxos horizontais pode ocorrer pelo abatimento de arcos ou deficiente funcionamento estrutural das asnas de cobertura, como referido no parágrafo anterior. Estes fenômenos associados à aplicação de forças de corte no topo das paredes podem causar a sua rotação. Dois níveis de fendas aparecem associados a este tipo de movimento: uma superior externa e outra inferior interna, que correspondem às zonas onde os esforços de tração, resultantes da flexão imposta, excedem a capacidade resistente da parede.

Devido à elevada rigidez dos muros, geram-se, então, forças de magnitude considerável que provocam fendas nos pontos mais fracos da estrutura, habitualmente correspondendo às ligações entre paredes ortogonais. A constituição e a qualidade da alvenaria são dois dos principais fatores que mais influenciam o modo de ocorrência e progressão de uma fenda, a formação de uma ou mais aberturas e a amplitude (PINHO, 2008).

Adicionalmente, observou-se um desnível vertical da edificação. O aspecto das fendas (Figura 17), principalmente daquela com abertura maior na parte superior (Figura 18), associado à perda de apoio da fundação, indicam que a parte posterior da Capela está rotacionando.



Figura 17: Fissuras e fendas na fachada externa da sacristia e capela-mor.



Figura 18: Detalhe da fenda da fachada sudoeste da sacristia.

De acordo com a análise do quadro fissurativo, fundamentado em Mastrodicasa (1978), a parte do fundo desse cômodo apresenta translação vertical e rotação terminal em torno de um eixo transversal ao paramento, danos devidos ao recalque do terreno por lixiviação, conforme já mencionado.

Ainda em relação às alvenarias externas, observam-se, na parede de fundo da capela-mor, fendas de magnitude superior a 2cm no encontro dos diferentes materiais construtivos das alvenarias (Figura 5), decorrentes, provavelmente, da falta de amarração entre a alvenaria de tijolo da capela-mor e a alvenaria de pedra da sacristia, construída em data posterior.

Em referência ainda à parede do fundo da capela-mor, nota-se uma fenda interna, em degraus, pelas juntas, já ilustrada na Figura 6, cuja configuração indica tratar-se de esmagamento da argamassa. Neste paramento, destaca-se a coexistência de diferentes técnicas construtivas e materiais com módulos de elasticidade distintos.

Além das trincas já mencionadas, foi identificada na alvenaria entre a capela-mor e a sacristia uma fenda com 8cm de abertura, o que, de acordo com a Tabela 1 apresentada no item 3 do presente trabalho, caracteriza-se em dano grave, que pode causar o colapso da estrutura.

Em relação ao assoalho do coro, a viga mestra apresenta-se com perda de apoio e de seção transversal (Figuras 8, 15 e 16). A primeira é resultante do deslocamento da alvenaria, e a segunda do apodrecimento pelo ataque de xilófagos.

As prováveis causas da degradação da estrutura da cobertura estão relacionadas com a presença de umidade, associada à infiltração de água no interior do edifício; aos agentes biológicos, como o ataque de insetos xilófagos; e à ausência de manutenção preventiva.

Diante do exposto, a seção a seguir versa sobre recomendações de consolidação estrutural, baseadas nas considerações de cálculo, já referidas, adotando a conservação da lógica da estrutura primitiva, testemunho da memória da ciência das construções do passado, e a preservação dos materiais. Sabe-se, no entanto, que o lançar mão de materiais e técnicas

modernas para salvar os monumentos é princípio reconhecido e acatado por profissionais de restauro. Era já apregoado, desde o século XIX, pelo mestre Viollet-le-Duc (2006) e é integrante dos procedimentos aceitos por grande parte das Cartas Patrimoniais (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL, 2004), a partir daquela conhecida como Carta de Atenas do Restauro de 1931 e da Carta de Veneza de 1964.

6. RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO DE CONSOLIDAÇÃO

Nesta seção recomenda-se o reforço de fundação, que deverá ser feito através de socalco nas alvenarias externas e/ou em locais necessários, identificados a partir de prospecção prévia para identificação das camadas resistentes do solo. Caso a disponibilidade e o volume de pedra impeçam ou dificultem a realização deste tipo de reforço, recomenda-se, então, executar um estaqueamento com viga aderente unilateral e travar as estacas com uma viga corrida, que avance ao lado da fundação original, apenas nas zonas onde se encontram localizadas as estacas, conforme metodologia exposta por Oliveira (2011).

Em relação às alvenarias, deve ser executado contraventamento da nave e da capela-mor com tirantes metálicos, fixados por meio de esbarros ou retentores metálicos, e cinta corrida de concreto armado localizada no topo das alvenarias. O reparo das fendas decorrentes da falta de amarração entre materiais distintos (tijolo e pedra) utilizados na construção da capela-mor e da sacristia deverá ser feito através de costuras com chapas de pedra (por exemplo, lajes de arenito), com 4 a 5cm de espessura, dispostas de forma alternada. A argamassa de preenchimento deverá ser de cimento e areia, traço 1:3. Em relação à fenda proveniente do esmagamento da argamassa, onde também se observam materiais com módulos de elasticidade diferentes, a costura será executada com vergalhões, fixados com argamassa de cimento e areia, traço 1:3.

A viga-mestra do tabuado do coro da nave deverá ser substituída por viga metálica tipo *box*, composta por dois perfis U soldados. A fixação da viga nas alvenarias laterais será feita com a utilização de chapas metálicas e barras rosqueadas em aço CA 25.

Tendo em conta que os caibros da sacristia não atenderam as verificações estruturais efetivadas no que se refere à deformação, como já mencionado, propõe-se a sua substituição por peças de 10cm x 15cm, em madeira de mesma espécie, conforme laudo do LAVIM, ou de resistência similar. As tesouras que apresentam redução de seção ou ruptura, tendo em conta a perda de capacidade portante, deverão ser substituídas, considerando os mesmos critérios.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Capela de Santana do Miradouro, localizada no município de Xique–Xique, Bahia, datada do século XVIII, e de grande valor histórico e cultural, vem passando por intenso processo de

degradação, o que pode ocasionar o comprometimento de sua estrutura e, até mesmo, o colapso dos muros. Foram identificados danos estruturais, associados, principalmente, ao recalque de fundações, decorrente da característica intrínseca do solo, potencializada pelas enchentes que ocorreram anteriormente na região. Algumas fendas atingem o suporte, comprometendo a estabilidade estrutural da edificação, e decorrem, principalmente, do recalque das fundações, da utilização de diferentes materiais construtivos, da falta de amarração entre os mesmos e do esmagamento da argamassa de assentamento.

A observação criteriosa das lesões do edifício, em especial, das fendas e fissuras existentes possibilitou extrair dados importantes sobre as principais causas da sua degradação. As análises foram fundamentadas em cálculos, bibliografia de referência e experiência da equipe.

Um aspecto relevante a ser contemplado refere-se à verificação das peças de madeira por profissional qualificado para avaliar a necessidade de substituição e/ou de tratamento a adotar para eliminação da infestação de cupins. Acrescenta-se que, sem a adoção de medidas para a desinfestação e prevenção do ataque de xilófagos e sem o reparo do telhado, quaisquer intervenções de consolidação estrutural serão improfícuas. Recomenda-se ainda a vigilância e a manutenção periódica da Capela, pois estas ações são os melhores meios para a conservação do patrimônio cultural móvel ou imóvel.

Ressalta-se, por fim, a relevância científica deste estudo por contribuir para a Ciência da Conservação e do Restauro, ao fundamentar ações estratégicas de intervenção de forma criteriosa e ao associar a pesquisa teórica ao trabalho de campo, visando a realização de diagnóstico mais aprofundado de danos do patrimônio edificado, de significativo valor histórico, artístico e cultural, testemunho da memória da ciência das construções do passado.

8. REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ, F. B. **¿Qué pasa aqui? Manual práctico para la investigación y diagnóstico de las lesiones de la edificación**. Madrid: Wolters Kluwer S. A., 2012.

CARRIO, J. M. **Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos**. Madrid: Editorial Munilla-Lería, 2000.

CIGNI, G. **Il consolidamento murario**. Roma: Ed. Kappa, 1978.

CROCI, G. **Conservazione e restauro strutturale dei beni architettonici**. Torino: Utet, 2005.

DEFEZ, A. **Il consolidamento degli edifici**. Napoli: Liguori Editrice, 1988.

GIUFFRÉ, A. **Meccanica delle murature storiche**. Roma: Ed. Kappa, 1991.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Cartas Patrimoniais**. Cury, I. (Org.). Brasília: Edições do Patrimônio, 2004.

IPAC-BA. **Inventário de Proteção do Acervo Cultural da Bahia. Monumentos e Sítios das Mesorregiões Nordeste, Vale Sanfranciscano e Extremo Oeste Baianos**. Vol. 6. Salvador: Secretaria da Indústria, Comércio e Turismo, 1999.

MAGALHÃES, A. C. **Degradação de revestimentos de paredes de edifícios antigos: metodologia de diagnóstico**. Universidade Federal da Bahia (Dissertação em Arquitetura e Urbanismo), Salvador, 2013.

MASTRODICASA, S. **Dissesti statici delle strutture edilizie**. Milano: Ulrico Hoepli Editore S. p. A., 1978.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. **Patologia das fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

MUNSELL SOIL COLOR CHART. Baltimore: Munsell Soil Color Company, 1975.

OLIVEIRA, A. M. DE. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. Universidade Federal de Minas Gerais (Monografia do Curso de Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias), Belo Horizonte, 2012.

OLIVEIRA, M. M. DE. **Tecnologia da conservação e da restauração: materiais e estruturas: um roteiro de estudos**. Salvador: EDUFBA/PPGAU, 2011.

PINHO, F. F. S. **Paredes de edifícios antigos em Portugal**. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), 2008.

PISANI, M. A. **Consolidamento delle strutture: guida ai criteri, ai materiali e alle tecniche più utilizzati**. Milano: Ulrico Hoepli Editore S. p. A., 2012.

REBELLO, Y. C. P. **Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento**. São Paulo: Zigurate Editora, 2008.

TEUTONICO, J. M. **A laboratory manual for architectural conservators**. Rome: International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property (ICCROM), 1988.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989.

THORNBURN, S.; HUTCHINSON, J. F. **Underpinning**. Glasgow: Surrey University Press, 1985.

VIOLLET- LE- DUC, E. E. **Restauração**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2006.