



## **USO DA FABRICAÇÃO DIGITAL NOS PROCESSOS DE RESTAURAÇÃO: O RETÁBULO DO ALTAR DA IGREJA MATRIZ DE NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO DE RUSSAS-CE**

**BARROS, Frederico de Sousa(1); NOGUEIRA, J.L.V.(2); MOREIRA, Eugênio(3);  
VIEIRA, R.C.C.(4); AMORIM, Leonardo Edson(5)**

1.F. Restauração  
arqfredbarros@gmail.com

2.Universidade Federal do Ceará. Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Design  
pedralispe@gmail.com

3.Universidade Federal do Ceará. Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Design  
eugeniomoreira@daud.ufc.br

4.Universidade Federal do Ceará. Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Design  
robertovieira@daud.ufc.br

5.Universidade Federal do Ceará. Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Design  
leonardoeamorim@arquitetura.ufc.br

### **RESUMO**

A documentação cumpre um papel fundamental como mitigadora dos riscos advindos da degradação do patrimônio cultural edificado. No caso de estilos arquitetônicos ornamentados, a complexidade geométrica dos elementos decorativos torna essa tarefa difícil uma vez que representações tradicionais são pouco eficazes em processos de recomposição. Apresentaremos uma estratégia possível para o enfrentamento de tal questão a partir do uso de tecnologias digitais de registro e fabricação. Partindo de uma breve introdução teórica, estrutura-se um processo de documentação que visa codificar as informações geométricas presentes nos ornamentos em modelos digitais tridimensionais de alta fidelidade, em um formato que pode ser utilizado em fabricação digital. Como estudo de caso, descreve-se o processo de restauro do retábulo do altar-mor da Igreja Matriz de Russas – CE. A estrutura original, uma talha em madeira, apresentava uma perda de suporte significativa por ataques de xilófagos. O restauro utilizou técnicas de fotogrametria para a obtenção de modelos digitais das partes danificadas e de elementos idênticos ainda intactos, sendo possível a produção de “próteses digitais” que, depois de fabricadas por processo de usinagem em madeira, puderam ser enxertadas nas peças originais para restituir-lhes a integridade. Ao fim, discute-se as implicações do uso de tais técnicas quanto à aplicabilidade em situações semelhantes ou sua utilidade em ações preventivas.

**Palavras-chave:** fabricação digital; fotogrametria; restauração; patrimônio material; documentação patrimonial.

### **ABSTRACT**

*Documentation plays a fundamental role in mitigating the risks arising from the degradation of the built cultural heritage. In the case of ornate architectural styles, the geometric complexity of the decorative elements makes this task difficult, since traditional representations are not very reliable in recombination processes. We will present a possible strategy for dealing with this issue through the*

*use of digital technologies for both recording and fabrication. Starting from a brief theoretical introduction, a documentation process is structured with the purpose of encoding the geometric information present in the ornaments in high fidelity three-dimensional digital models, in a format that can be used in digital fabrication. As a case study, we describe the restoration process of the altarpiece of the main altar of the Mother Church of Russas - CE. The original structure, a wood carving, presented a significant loss of support due to xylophagous attacks. The restoration used photogrammetry techniques to obtain digital models of the damaged parts and of identical elements still intact, making possible the production of "digital prostheses" that, after being manufactured by digitally-controlled machining, could be inserted into the original pieces to restore their integrity. At the end, the implications of the use of such techniques are discussed as to their applicability in similar situations or their usefulness in preventive actions.*

**Keywords:** *digital fabrication; photogrammetry; restoration; built heritage; heritage documentation.*

## **O PATRIMÔNIO CULTURAL COMO AUTONOMIA SISTÊMICA**

Vieira (2008), em sua explanação sobre a Teoria Geral dos Sistemas, nos coloca a noção de que qualquer sistema (e nesse caso, qualquer coisa pode ser encarada como um sistema), busca permanecer no tempo, por algum tempo. Para realizar tal tarefa, elabora as informações que obtém do ambiente no qual está inserido criando estoques de informações relevantes, o que pode ser chamado de autonomia. Permanência, ambiente e autonomia são chamados pelo autor de parâmetros básicos de um sistema.

[...] sistemas “necessitam” sobreviver, sob a imposição da termodinâmica universal; para isso, “exploram” seus meios ambiente, “trabalhando” os “estoques” adequados à essa permanência. Podemos dizer que há assim uma certa hierarquia entre os 3 parâmetros básicos: primeiro, a permanência; ela é efetiva através do meio ambiente, com a conseqüente elaboração de autonomia, incluindo aí a memória ou o hábito. (VIEIRA, 2008, p. 35)

Se aplicarmos esse pensamento a sistemas psicossociais, como as sociedades humanas, podemos entender o patrimônio cultural de um povo como essa autonomia. Na busca pela sua permanência, os grupos humanos elaboraram as informações que obtiveram na interação entre si e com as localidades onde vivem, criando hábitos que se cristalizam em diversos elementos, como as danças, a culinária, os utensílios, as edificações etc. De um ponto de vista simbólico, essa elaboração de autonomia pode ser entendida como a formação da identidade desse sistema, sedimentando elementos que carregam sua história de formação. A cultura surge, então, como a possibilidade da criação de uma certa constância no tempo.

[...] a tradição é um meio de identidade. Seja pessoal ou coletiva, a identidade pressupõe significado; mas também pressupõe o processo constante de recapitulação e reinvenção [...]. A identidade é a criação da constância através do tempo, a verdadeira união do passado com o futuro antecipado. Em todas as sociedades, a manutenção da identidade pessoal, e sua conexão com identidades pessoais mais amplas, é um requisito primordial de segurança ontológica. Esta preocupação psicológica é uma das principais forças que permitem às tradições criarem ligações emocionais tão fortes por parte do ‘crente’. (GIDDENS, 1997, p. 100)

Dessa forma, parece de suma importância a criação de estratégias de preservação desses produtos culturais, onde se encaixam as políticas de preservação do patrimônio cultural. Para aquilo que se convencionou chamar de patrimônio material (categoria dentro da qual se enquadra o patrimônio cultural edificado), Choay (2011) cita a existência, à partida, de dois tipos de instrumentos específicos que servem à conservação: a jurisdição e a restauração. O primeiro trata da dimensão

institucional, com a criação de legislações específicas que atribuem responsabilidades e sanções atreladas a conservação ou não desses elementos. O segundo trata da discussão sobre as formas de intervenção, que precisa lidar com valores complexos e contraditórios decorrentes do embate entre a manutenção das estruturas e sua possível adaptação a usos contemporâneos. Em ambos os casos, é possível afirmar que a documentação tem um papel de suma importância. Para os instrumentos de jurisdição, uma documentação precisa contribuir para a ampliação e sedimentação do conhecimento do objeto por parte dos gestores e órgãos responsáveis pela sua conservação, não apenas tornando a elaboração de políticas e a tomada de decisões sensíveis às questões do patrimônio, mas também permitindo a precisa identificação das estruturas físicas sobre as quais recaem as proteções legais. Para os instrumentos de restauro, propicia insumos sobre os quais é possível instituir um processo de gerenciamento e controle precisos dos trabalhos de intervenção, bem como possibilita um acompanhamento continuado de elementos ou conjuntos em situação de risco, registrando uma evolução importante na tomada de decisões de projeto (ICOMOS, 1996).

## **A DOCUMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE SALVAGUARDA**

### **Sobre a natureza da documentação**

Se falamos de elementos do patrimônio cultural edificado, é preciso ter em mente que sua importância se dá na medida em que possam figurar como suportes físicos que agregam informações importantes para a construção de narrativas que compõem a história de formação de um determinado grupo social. Tais informações possuem múltiplas dimensões e estão impregnadas não só em suas estruturas construídas, mas também nestas, o que os torna elementos de alta complexidade. Em algum grau, ao se discutir a documentação como estratégia de conservação, se está discutindo como tais informações podem ser codificadas em outros suportes, mitigando os riscos de degradação do suporte material original, seja pela ação do tempo, por anomalias ambientais ou ações antrópicas. Quando bem trabalhada, supressões ou desaparecimentos de partes do objeto patrimonial poderiam ser por ela resolvidas, tornando possível ações de restauro e reconstrução sem que se faça necessário recorrer a qualquer formulação de hipóteses, conforme recomendações dos organismos internacionais de proteção ao patrimônio (ICOMOS, 1964).

Para os objetos arquitetônicos costuma-se usar, para a documentação de pré-existências, os mesmos dispositivos de representação que são usados para a produção de objetos novos, como desenhos técnicos e perspectivas. Dentre os agregados a serem representados, muitos ainda possuem rebatimentos na produção arquitetônica atual, o que permite que tais representações possam ser interpretadas por um grande corpo de profissionais da construção civil. Ainda que as técnicas e os materiais tenham se modificado com o tempo, a composição de um edifício, seja ele antigo ou contemporâneo, ainda passa, em muitos casos, pela construção de alvenarias, abertura de esquadrias, estabelecimento de uma estrutura de cobertura. Entretanto, sobretudo de observamos o rol de edifícios que compõem o patrimônio cultural das cidades brasileiras, não raro nos deparamos com exemplares do que se convencionou chamar de Ecletismo, estilo marcado pela presença marcante de ornamentação.

A fusão de linguagens, tão típica do ecletismo, o interesse acentuado por novos ícones, a idéia de que a arte deve ser mais rica do que a realidade, a importância atribuída ao virtuosismo e à noção de abundância, os novos ritmos de fruição e consumo derivados da tecnologia industrial (Griseri e Gabetti 1973: 100-102) repercutem também entre nós. Assiste-se nos bairros da classe média e mesmo em bairros mais populares ao surgimento de edificações estruturalmente simples, mas marcadas por detalhes decorativos, que sintetizavam os aspirações de prestígio e ascensão social de seus habitantes e a vontade de contribuir, na medida do possível, à qualificação e ao embelezamento do cidade, patrimônio comum imaginário de toda a sociedade (FABRIS, 1993, p. 139)

Ornamentos deste tipo, de natureza escultórica, sobretudo a partir da instituição do movimento moderno na arquitetura, são relegados ao *status* de excesso e desperdício, evitados a todo custo. Não encontram lugar em uma sociedade industrial, que busca praticidade e economia de meios (LOOS, 2006). Em sua origem, pertencem a um contexto histórico onde proliferavam artífices capazes de interpretar sua complexidade geométrica através de desenhos projetivos. Não encontrando rebatimento em elementos arquitetônicos contemporâneos, tais artífices estão cada vez mais raros, o que levanta o questionamento sobre a eficácia dos dispositivos tradicionais de representação para embasar futuras ações de conservação. Para estilos ornamentados, imagens fotográficas, croquis e desenhos técnicos pouco têm a contribuir para processos de repriminção de ornamentos perdidos ou severamente danificados, a menos que hajam outros elementos semelhantes, pelo menos em menor grau de arruinamento, que possam fornecer moldes para reprodução.

## O problema da informação

Como estratégia para se avançar na elaboração de uma resposta ao problema apresentado, faz-se interessante entendê-lo em sua essência. Uma vez que se trata diretamente de questões que envolvem a informação, parece prolífico apropriar-se dos entendimentos e termos trazidos pela Teoria da Informação que, sendo descrita de uma forma resumida,

[...] foi formalizada nas primeiras décadas deste século [XX], tendo-se apresentado inicialmente como um sistema de base matemática destinado a estudar os problemas de transmissão de mensagens pelos canais físicos (telégrafo, rádio, etc.); seu objetivo era medir a quantidade de informação suportável por um dado canal em dadas circunstâncias, prever e corrigir distorções passíveis de ocorrer durante a transmissão, calcular o grau de receptividade da mensagem. [...] Suas proposições [...] logo se demonstraram utilizáveis em outros setores que não aqueles cobertos pelo campo da engenharia; verificou-se que os fatos da comunicação, em sua generalidade, poderiam ser abordados através do instrumental por ela proposto, embora essa passagem fosse acompanhada frequentemente por um certo abandono de sua rigidez matemática. (NETTO, 1980, p. 120–121)

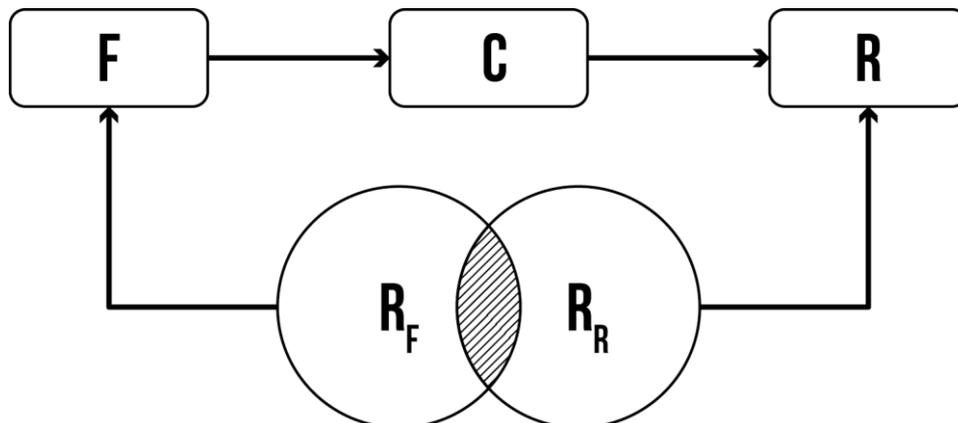
As bases para a Teoria da Informação são lançadas por Shannon e Weaver (1949). Para estes, em oposição ao senso comum que diria que o problema fundamental da informação seria a transmissão de significado, a questão se apresentava de um modo distinto:

O problema fundamental da comunicação é reproduzir num determinado ponto, seja exata ou aproximadamente, uma mensagem selecionada num ponto diferente. (SHANNON; WEAVER, 1949 *apud* GLEICK, 2013, p. 230)

A Teoria da Informação está preocupada com a elaboração de uma *mensagem*, que transporta informação capaz de gerar em quem a recebe uma mudança de comportamento. Por mensagem, entenda-se um conjunto de elementos perceptivos contidos em um *repertório*, ordenados em uma determinada estrutura. Na intenção de fazer com que a informação possa ser transportada de um ponto a outro, uma *fonte* codifica essa informação em uma *mensagem*, que será transmitida através de um *canal* até um *receptor*. Para que esta mensagem seja inteligível, os repertórios da *fonte* e do *receptor* precisam ter alguma sobreposição (Figura 01).

Se os dois repertórios forem exteriores totalmente um ao outro, a informação não é transmitida ao receptor. Por outro lado, se ambos os repertórios forem absolutamente idênticos, recobrimo-se perfeitamente, aquilo que chega ao receptor em nada alterará seu comportamento pois necessariamente é coisa que já conhece. (NETTO, 1980, p. 124)

**Figura 01** - Grafo do processo de transmissão de uma mensagem.



Fonte: Netto (1980), redesenhado pelos autores.

Aplicado ao problema da documentação do patrimônio, essa leitura fornece interessantes *insights*. A documentação visa a codificação da informação contida em uma determinada edificação de modo que ela possa viajar de um ponto no presente para outro, no futuro, quando possíveis projetos de restauro ou reconstrução vierem a se realizar. Ao se trabalhar com os métodos de representação “tradicionais” já citados, o problema fica por conta da falta de sobreposição entre o repertório da fonte e do receptor. Paulatinamente, vemos desaparecer profissionais que possuem em seu repertório as habilidades necessárias para decodificar a mensagem encriptada nesse tipo de documentação.

Uma solução que se apresenta com elevado grau de viabilidade parece ser o uso das técnicas de fabricação digital, gradativamente mais populares e acessíveis. Através do uso de fresadoras CNC, braços robóticos e impressoras 3D, torna-se possível a reprodução de uma infinidade de geometrias, dos mais diversos graus de complexidade. Uma vez que não se trata de maquinário especializado em um único tipo de tarefa, mas flexível e genérico, proporcionando um alto controle de seu funcionamento por parte do usuário, esse tipo de tecnologia tem revolucionado a indústria. No caso do restauro, suas potencialidades são claras. Contudo, para se concretizarem, necessitam que se compreenda o repertório desse novo receptor, de modo que a mensagem a ele transmitida possa ser interpretada. As informações a respeito da constituição física dos ornamentos arquitetônicos necessitam ser

transpostas para modelos digitais tridimensionais através da modelagem de superfícies e/ou malhas.

Na produção desse tipo de modelagem é possível imaginar dois tipos de metodologia. Uma, fazendo uso dos suportes tradicionais de levantamento (fotografias, croquis e desenhos de vistas ortogonais) como base para uma modelagem “*from scratch*”. Apesar da ampla gama de softwares de escultura digital que facilitam esse tipo de trabalho, seriam altamente questionáveis ações de simplificação e a alta complexidade geométrica dos elementos, suas texturas e possíveis irregularidades e assimetrias decorrentes de sua fabricação manual exigem esforços significativos para sua realização em ambiente digital. Outra abordagem vale-se de tecnologias de escaneamento tridimensional para a aquisição dos dados geométricos, automatizando a tarefa da modelagem e exigindo poucos ajustes nos modelos obtidos, o que torna esse tipo de metodologia mais viável para trabalhos dessa natureza.

## **TRABALHOS RELACIONADOS**

Na obtenção automatizada dos dados geométricos de ornamentos arquitetônicos podemos destacar o uso de dois tipos de tecnologias: o escaneamento tridimensional por varredura a laser e a modelagem automatizada por técnicas de fotogrametria. A primeira destaca-se pela alta densidade da malha obtida, aumentando a precisão do modelo obtido. Exige, por outro lado, equipamento específico de elevado valor monetário, assim como softwares proprietários específicos para cada tipo de equipamento, tornando alto o custo financeiro envolvido no processo. Já a segunda, apesar de fornecer, comparativamente, modelos digitais de malhas menos densas, não requer equipamento mais especializado do que uma câmera fotográfica e um computador, apresentando soluções de software gratuitas baseado na nuvem. Aqui serão apresentados alguns trabalhos que utilizam ambas as tecnologias.

Alshawabkeh e Haala (2004) mostram um interessante trabalho de registro do monumento Al-Khasneh na cidade de Petra, utilizando a tecnologia LIDAR (*Light Detection And Ranging*) não só para a obtenção de modelo tridimensional mas também para a obtenção de desenhos de projeção ortogonal de maneira

automatizada. Apesar dos excelentes resultados obtidos, destaca-se a dificuldade no reconhecimento automatizado de arestas (onde os autores se valeram de algoritmos especializados para a detecção de feições) e as oclusões geradas pelas reentrâncias e sobreposições de elementos no monumento, onde a característica estacionária desse tipo de equipamento de mostra como um problema a ser superado (neste caso, se lançou mão da combinação entre as nuvens de pontos obtidas de escaneamentos a partir de pontos distintos).

Drap, Grussenmeyer e Hartmann-Virnich (2000) apresentam o uso de uma plataforma de desenvolvimento próprio chamada ARPENTEUR (ARchitectural PhotogrammEtry Network Tool for EdUcation and Research). Esta, caracteriza-se como um conjunto de ferramentas dedicadas ao levantamento arquitetônico baseada na web. Em seu trabalho, os autores apresentam uma aplicação do sistema no registro da igreja de Notre-Dame d'Aleyrac, na cidade francesa de Provence. Encontrando-se em um estado de ruína, a estratégia para a documentação baseou-se no uso da fotogrametria para a modelagem semi-automatizada dos elementos constituintes das arcadas em pedra, sendo possível sua identificação e catalogação. O trabalho demonstra uma das primeiras aplicações da fotogrametria no registro de edificações de interesse patrimonial e, embora exigisse adaptações do sistema para cada caso específico e dependesse da escolha de uma forma geométrica primitiva para descrever a estrutura da modelagem, apresenta-se como um sistema bastante avançado para a época. O sistema, infelizmente, não se encontra mais disponível, não tendo sido possível realizar qualquer tipo de teste prático para um maior entendimento de seu funcionamento.

Scopigno *et al.* (2017) apresentam um levantamento bastante extenso e atualizado sobre a aplicação das técnicas de fabricação digital nos processos de restauro. Em seu trabalho, as técnicas são analisadas e comparadas segundo critérios de custo, facilidade de uso, liberdade geométrica, adequação do material ao patrimônio cultural, precisão e área de trabalho. Seu quadro comparativo chama atenção para o fato de que não há grandes performances quando à adequação do material ao patrimônio cultural, uma vez que os métodos de fabricação digital tendem a criar texturas próprias, inerentes aos seus processos, que podem comprometer os aspectos táteis e visuais dos elementos produzidos.

Varela e Sousa (2015), por sua vez, apresentam um trabalho que une as etapas de modelagem e fabricação, aplicando o processo para a pedra angular presente em um dos arcos de entrada do Palácio Episcopal do Porto, de autoria do arquiteto Nicolau Nanson. O processo apresentado utiliza-se de softwares de fotogrametria que automatizam a modelagem a partir de uma sequência de fotografias de curto alcance tomadas de vários ângulos. Foram utilizadas 24 fotografias para a obtenção automática de um modelo digital do objeto, que é levado para um software de modelagem para a limpeza de pequenas anormalidades e retirada de geometrias adjacentes. Como teste, um protótipo em escala 1/10 foi produzido através de impressão 3D com tecnologia FDM, em polímero ABS. Uma vez validada, o elemento foi então reproduzido em escala natural, utilizando-se de processo de fresagem e corte por braço robótico em um bloco de isopor de alta densidade. Aqui chama-se atenção para a completude do processo, que passa pela aquisição dos dados geométricos e se preocupa em estruturar um fluxo de trabalho que possa levar à fabricação. Como limitações, aponta-se para o fato de que o material escolhido, o isopor, apresenta uma baixíssima resistência mecânica, o que torna o processo significativamente menos custoso do que o uso de granito, material constituinte do elemento original. Embora o uso deste material nesse tipo de equipamento não seja uma impossibilidade, sua densidade e resistência podem apresentar alguns entraves para a utilização da técnica.

## **ESTUDO DE CASO: A IGREJA MATRIZ DE NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO, RUSSAS – CE**

### **Antecedentes: ornamentação em ferro fundido**

Observando as problemáticas aqui apresentadas e visando contribuir para o seu enfrentamento, foi criado o projeto de pesquisa “ARTÍFICES DIGITAIS: tecnologias para a documentação do patrimônio cultural edificado e o uso de ferramentas de fabricação digital para a restauração”. O projeto estrutura-se a partir de dois objetivos principais:

- A investigação de técnicas de captura de baixo custo e com alto grau de precisão, com ênfase na documentação de ornamentos arquitetônicos;

- A investigação da adequabilidade de técnicas de fabricação digital em processos de restauro de ornamentos de diferentes materialidades.

O primeiro trabalho realizado investigou as possibilidades de documentação de ornamentos em ferro fundido, tendo como estudo de caso um ornamento de fachada presente no Mercado dos Pinhões, edificação tombada pelo município de Fortaleza – CE. O processo, registrado em Moreira et al. (2017), utilizou metodologia de captura semelhante à descrita em Varela e Sousa (2015), com o processamento de 37 imagens de curto alcance em 3 plataformas computacionais distintas. A materialidade do objeto documentado levou à estratégia da utilização da fabricação digital para a obtenção de matrizes que pudessem ser usadas em processos de fundição tradicionais. Em um primeiro teste, as matrizes foram obtidas de maneira direta, com a usinagem de blocos de isopor e cera em uma fresadora CNC. Em um segundo, utilizando uma impressora 3D de tecnologia FDM (*Fused Deposition Modeling*), foi produzida uma primeira matriz em PLA (polímero à base de ácido poliláctico) a partir do qual se produziu um molde bipartido em borracha de silicone. Tal molde foi utilizado para transpor a geometria fabricada digitalmente para uma matriz em cera, adequada para o processo de fundição do tipo “cera perdida”.

### **Novas materialidades: talhas em madeira**

Um segundo teste implementado no projeto de pesquisa (aquele que aqui será descrito em mais detalhes), aliou-se ao trabalho de restauro do retábulo do altar-mor da Igreja Matriz de Nossa Senhora do Rosário, na cidade de Russas, interior do Ceará. O templo surge a partir do primeiro quartel do século XVIII, filiado à freguesia de Olinda, Pernambuco. O retábulo, objeto principal dos trabalhos de restauração, é composto por um trabalho primoroso de talha em madeira escura e de alta dureza, finalizada com acabamentos em folha de ouro e pinturas em *símile marmol*. Apresenta uma grande complexidade geométrica, sendo incrustado de elementos fitomórficos, com características estilísticas que poderiam ser enquadradas no gosto rococó. Não foi possível encontrar, durante os trabalhos realizados, registros históricos da procedência de tal talha. É certo, no entanto, que no Ceará não há registros, até então, de artífices com uma envergadura compatível com a qualidade da fatura e do douramento de tal escultura. Quando do início dos trabalhos, a estrutura apresentava uma perda de suporte significativa motivada por ataques de

insetos xilófagos da espécie isóptera, que comprometera significativamente a sua leitura estética (Figura 02).

**Figura 02** - Estado inicial de conservação da talha.



Fonte: acervo dos autores.

A primeira etapa passou por um diagnóstico mais completo do estado de conservação do conjunto, com o intuito de verificar suas condições estruturais. Toda a parte posterior foi desmontada para uma melhor inspeção e facilitação do acesso às peças expostas, onde percebeu-se não haver outros agentes danosos nas madeiras. A ação das térmitas ateve-se ao terço inferior do altar mor, somente na coluna que margeia sua extremidade, correspondendo ao lado do evangelho, com perdas de material da ordem de 15cm cúbicos.

Realizado o diagnóstico, foram implementadas ações de tratamento preventivo/corretivo, empregando um agente biocida composto de cipermetrina, à base de piretróides, em todo terço inferior da face ornamentada, trecho mais danificado. Aproveitando o desmonte realizado pelo diagnóstico, foram expostas ao tratamento também as duas faces das tábuas que compunham o fechamento posterior do conjunto, bem como a estrutura de ancoragem na alvenaria e o taboado do piso.

A composição geral da talha apresenta simetria bilateral, com o lado do evangelho figurando como uma cópia espalhada do lado das epístolas (e vice-versa). Uma vez que a coluna das epístolas se apresentava íntegra, optou-se por utilizá-la como base para a reconstituição da coluna do evangelho que, como dito anteriormente,

apresentava as mais severas perdas (Figura 03). Foram realizadas uma série de fotografias de curto alcance de ambas as bases (epístolas e evangelho) com o intuito de produzir modelos digitais de alta fidelidade de ambos.

**Figura 03** - À esquerda, a base da coluna do evangelho. Ao centro, a base da coluna das epístolas. À direita, um croqui realizado a partir de observação da base da coluna das epístolas, explicitando suas dimensões.



Fonte: acervo dos autores.

A experiência empreendida no processo do ornamento do Mercado dos Pinhões (descrita anteriormente) apresentou certas dificuldades que aqui tentou-se mitigar. Uma primeira questão trata-se das condições de iluminação das fotos. O ornamento metálico encontra-se na fachada da edificação, em ambiente externo, sujeito à iluminação direta do sol, o que ocasiona alto contraste entre áreas sombreadas e áreas iluminadas. No momento da captura de suas imagens, havia a peça em questão tinha uma de suas metades inteiramente sombreada, o que causou uma observável assimetria no modelo. No caso do retábulo, presente no ambiente interno da igreja, foi possível controlar as condições de iluminação. Optou-se por realizar a captura das imagens em horário próximo ao meio dia e em condições climáticas de pleno sol. Desse modo, a forte luminosidade entrava indiretamente pelas esquadrias da edificação promoveu uma luz difusa que minimizou a projeção de sombras. De maneira complementar, foram acesos todos os dispositivos de iluminação artificial do altar. Uma segunda questão trata da densidade da malha necessária para descrever com fidelidade a complexidade geométrica dos elementos. Ao analisar os resultados obtidos pelo teste no Mercado e em outros testes parciais durante a pesquisa,

percebeu-se que dois fatores eram preponderantes no incremento da densidade de pontos. Em primeiro lugar a quantidade de imagens (mais imagens produzem uma nuvem de pontos mais densa), em segundo lugar a proximidade das imagens (imagens mais próximas captam mais detalhes, o que se rebate também em uma maior densidade de pontos. Desse modo, tomou-se a decisão de incrementar de maneira significativa o número de capturas fotográficas. Foram tomadas 128 imagens do lado do evangelho e 180 imagens do lado das epístolas.

O método utilizado para o processamento foi o *Dense Stereo Matching* (DSM), que consiste, em linhas gerais: a) varredura e análise do conjunto de imagens fornecidas, b) identificação de pixels homólogos entre imagens, c) extrapolação, no espaço tridimensional, da posição e orientação em que foram tomadas, d) projeção dos pixels homólogos como pontos no espaço tridimensional por triangulação entre as imagens reposicionadas gerando uma nuvem de pontos esparsa, e) densificação da nuvem de pontos, f) geração de modelo em malha triangular não retificada (*Triangulated Irregular Network* - TIN) e g) texturização da malha através da projeção das imagens tomadas. Desse modo, uma estratégia comum (e aquela que foi utilizada para o registro de ambos os objetos aqui descritos) foi o posicionamento dos pontos de captura em três arcos em torno das bases das colunas (com distância entre a superfície da lente e a superfície dos objetos variando entre 70cm e 50cm): um em posição mais alta, com ângulo de visada apontando para baixo (para o qual foi necessário o uso de uma escada comum), um em altura do observador com linha de visada apontando perpendicularmente à superfície dos objetos e um em posição mais baixa, com ângulo de visada apontando para cima. Com o objetivo de melhorar a precisão do modelo, o ângulo horizontal entre pontos de captura sequenciais, embora sem marcação precisa, tentou manter-se entre 5° e 15°, almejando uma taxa de recobrimento por volta de 40%. Para uma melhor captura dos detalhes das peças, em torno de 30% das imagens foram destinadas a fotos de maior proximidade, variando entre 30cm e 20cm de distância. As imagens foram processadas no software 3D Zephyr em sua versão de teste, gerando modelos da ordem de 6 milhões de faces.

Partindo dos modelos digitais e utilizando o software de escultura ZBrush em sua versão de teste, foi realizada a modelagem de peças que pudessem atuar como próteses para o lado do evangelho. Para tanto, o modelo do lado das epístolas foi

espelhado e alinhado com o modelo do lado do evangelho, sendo possível, através de uma operação de diferença booleana, extrair do primeiro aquilo que não possuía de comum com o segundo. Isso deu origem a duas peças que foram apelidadas de “bico” e “barriga” (Figura 04).

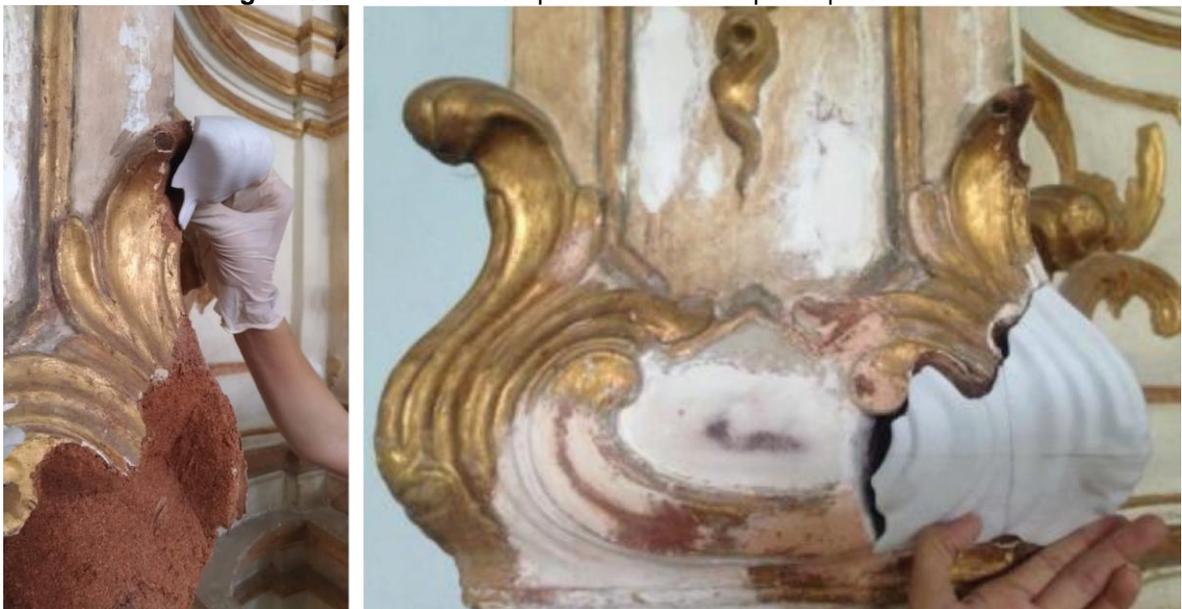
**Figura 04** - Modelos gerados e processados. Da esquerda para a direita temos: a) fotogrametria do lado do evangelho, b) fotogrametria do lado da epístola (já espelhado), c) sobreposição dos modelos e d) processamento das próteses.



Fonte: acervo dos autores.

Como modo de testar a adequabilidade das geometrias à peça danificada, tanto em relação à sua escala quanto em relação à continuidade das curvas, foram fabricados 2 protótipos em impressão 3D FFF (*Fused Filament Fabrication*) utilizando Ácido Polilático (PLA). O material, embora biodegradável, foi utilizado sem problemas, uma vez que o protótipo seria descartado após os testes (Figura 05).

**Figura 05** - Testes de adequabilidade com o protótipo em PLA.



Fonte: acervo dos autores.

Realizadas as observações e após leves ajustes no modelo, partiu-se para a fabricação das próteses que seriam de fato implantadas. A equipe da restauração optou por restituir os elementos faltantes por novas peças em madeira, o que guiou a escolha por uma técnica de fabricação subtrativa. Foi utilizada uma fresadora CNC com 3 eixos lineares e um eixo rotativo, o que permitiu a usinagem de blocos de madeira Pinus. Para a inserção final das próteses, foram feitas obturações nas peças danificadas para o preenchimento de lacunas mais profundas com o uso de serragem e adesivo polivinílico, material que também foi utilizado na colagem das peças. Realizados os nivelamentos das emendas, as próteses receberam aplicação de base branca com posterior aplicação de bolo armênio e mordente, preparando a superfície para a aplicação do douramento, feito em folha de ouro 22k. Por fim, foi realizada aplicação de pátina com o objetivo de reintegração cromática, sendo todo o conjunto protegido por aplicação de verniz protetor (Figura 06).

**Figura 06** - Processo de inserção da prótese do “bico”



Fonte: acervo dos autores.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A obra de restauração foi realizada dentro do período de 65 dias corridos com dois técnicos trabalhando por 6h/dia no local, objetivando atender as necessidades da comunidade e da programação da paróquia quanto a festejos, missas e liturgias. Tivemos o especial empenho na modelagem gráfica que possibilitou o diferencial em nosso trabalho, tanto no designer como na impressão e usinagem. O resultado pode ser avaliado levando-se em consideração os aspectos estéticos, que são de significativa relevância pra comunidade, e os históricos. O primeiro atende a uma

necessidade de se reafirmar o contrato com a estética restabelecendo a unidade formal anteriormente violada por agentes externos, agora removidos. O segundo aspecto, relacionado ao tempo, manifesta-se através dos diálogos das memórias individuais, coletivas, de grupos, e de comunidade que se revelam através dos testemunhos deixados pela história, até por que sem eles não haveria memória. Dessa maneira, o restabelecimento estético, plástico, conduz a uma reafirmação dos valores e signos residentes na memória. Entretanto há que se ater as formulações do falso histórico no ato restaurador. Conduzir uma restauração em um templo religioso, onde há uma significativa participação da comunidade no acompanhamento do processo de restauração e que desavisadamente clamam por um total “restabelecimento da unidade potencial da obra de arte” é manter-se isento de apelos tendenciosos que possam macular a caminhada no estreito fio que separa as questões de ordem estética dos valores históricos que traçam o percurso no tempo das transformações sofridas pela matéria, e que se projetam nos registros de memória. Importa firmar que toda restauração é um sutil equilíbrio entre essas duas correntes outrora estabelecidas por pensadores diametralmente opostos: Ruskin e Le duc. Vale aqui salientar, por fim, que o indesejável fato ocorrido no retábulo poderá ser lembrado pelas inúmeras imagens registradas pelos cidadãos ao longo do processo restaurador e compartilhadas entre eles, que poderá também ser confirmado através de uma observação muito próxima, a olho nu, da discreta alteração sofrida por esse fragmento restaurado. Mas, como já disse Walter Benjamin, toda restauração faz perder-se um pouco da áurea da obra de arte.

## REFERÊNCIAS

- ALSHAWABKEH, Y.; HAALA, N. Integration of digital photogrammetry and laser scanning for heritage documentation. **International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 35, p. B5, 2004.
- CHOAY, F. **O patrimônio em questão antologia para um combate**. Belo Horizonte: Fino Traço, 2011.
- DRAP, P.; GRUSSENMEYER, P.; HARTMANN-VIRNICH, A. **Photogrammetric stone-by-stone survey and archeological knowledge: an application on the Romanesque Priory Church Notre-Dame d' Aleyrac**. . In: VAST2000 EUROCONFERENCE. Provence: 2000
- FABRIS, A. Arquitetura eclética no Brasil: o cenário da modernização. **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, v. 1, n. 1, p. 131–143, 1993.
- GIDDENS, A. **Modernidade e identidade pessoal**. Oeiras: Celta Editora, 1997.
- GLEICK, J. **A informação: uma história, uma teoria, uma enxurrada**. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

ICOMOS. **Carta de Veneza**, 1964.

ICOMOS. **Principles for the recording of monuments, groups of buildings and sites**, 1996.