

FOTOGRAMETRIA DIGITAL A CURTA DISTÂNCIA PARA O LEVANTAMENTO DE BENS CULTURAIS COMO SUPORTE À DECISÃO EM CONSERVAÇÃO E RESTAURO

Digital close-range photogrammetry as informing decision for cultural heritage conservation and restoration

Helenne Jungblut Geissler

Universidade do Estado de Santa Catarina

Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí - CEAVI

Departamento de Engenharia Civil

R. Dr. Getúlio Vargas, 2822, bairro Bela Vista, Ibirama - SC

helenne.geissler@udesc.br

Resumo:

O artigo envolve a Fotogrametria digital a curta distância para levantamento e documentação de bens culturais. A área de estudos é o Centro Histórico Tombado do município de Laguna, Estado de Santa Catarina, Brasil envolvendo seiscentas (600) edificações antigas do século XVII, XVIII, XIX e XX. Selecionou-se duas (2) edificações para o levantamento. A metodologia inclui revisão bibliográfica teórica exploratória e documental, análise e planejamento do local, levantamento fotogramétrico, retificação, verificação, vetorização, geração de documentos gráfica e análise dos resultados. O método fotogramétrico utilizado foi recomendado por Heidtmann at alia (2017a, 2017b, 2017c). Utilizou-se câmera pessoal Nikon Coolpix-L 330, que tem como características a resolução de 20.2 Megapixels, Nokkor26x wide optical zoom EDVB, 4.0 -104 mm 1: 3.1- 5.9 e 3.0 HVGA LCD, saída A/Vout, DC IN 5.0V, com flash, pilhas AA e cartão de memória micro SD 32GB. Realizaram-se tomadas fotográficas para obter dados, verificações em campo para obter medidas de referência iniciais. A medição de dimensões geométricas ocorreu com trena metálica de 10m, fita de 20 m e registros das anotações. Realizou-se em laboratório o processamento dos dados. O processamento ocorreu em computador e notebook. Priorizou-se o software livre aberto e gratuito, educacional, demo e trial. Utilizou-se licença do software ASRix 2.0 trial versão Beta. Gerou-se fotos ortorretificadas digitais no formato (.jpg) das duas edificações e vetorização em licença educacional do software AutoCAD das feições. Os resultados e os produtos fotogramétricos e vetoriais foram consistentes e enquadram-se em parâmetros de rigor posicional e dimensional para conservação e restauro.

Palavras-chave: Arquitetura, bens culturais, conservação e restauro. fotogrametria digital a curta distância.

Abstract

The paper involves digital close range photogrammetry towards cultural heritage survey and documentation. The study area is Laguna's Historic Center, State of Santa Catarina, in South Brazil and involves six hundred (600) protected old buildings from the 17th, 18th, 19th and 20th centuries. Two (2) of them were selected for the survey. The methodology includes documents exploratory theoretical evaluation and bibliographic review, site analysis and planning, photogrammetric survey, rectification, evaluation, vectorization, graphic documents development and results analysis. The photogrammetric method used was recommended by Heidtmann at alia (2017a, 2017b, 2017c). Equipments included a personal camera Nikon Coolpix-L 330, which has as characteristics the resolution of 20.2 Megapixels, Nokkor26x wide optical zoom EDVB, 4.0 -104 mm 1: 3.1- 5.9 e 3.0 HVGA LCD, output A/V out, DC IN 5.0V, with flash, batteries AA and memory card micro SD 32GB. Photographic survey was done to obtain data and series of photos, besides, field work obtained initial reference measurements. The measurement of geometric dimensions included 10m metal measuring tape, 20m tape and schematic notes. Data processing was carried out in the laboratory. Processing took place both on computer and notebook. Priority was given to open and free, educational, demo and trial free software. ASRix 2.0 Beta software trial license was used. Digital orthorectified photos in the format (.jpg) were produced of the two

buildings. After were vectorized in software AutoCAD educational license. The results and photogrammetric and also vector products were consistent and fit geometrical, positional and dimensional parameters applied for conservation and restoration.

Keywords: Architecture, cultural heritage, conservation and restoration, digital close range photogrammetry.

1. INTRODUÇÃO

O artigo trata sobre a Fotogrametria digital terrestre a curta distância para levantamento e documentação de bens culturais e foi elaborado a partir de oficina realizada em março de 2018 no Centro Histórico Tombado do município de Laguna, Estado de Santa Catarina.

MIRANDA (2004) demonstra em aplicação da Fotogrametria para documentação e registro a vantagem comparando-se a outros métodos para aquisição de dados em campo. Há melhorias da precisão; maior grau de detalhes nas informações; menores custos; menor dispêndio de tempo nos trabalhos de campo. O método agiliza o trabalho a campo para obter e conferir dados em detrimento dos demorados levantamentos tradicionais com trena.

CORDOBA (2012) constata que a principal limitação da Fotogrametria é de possibilitar levantar apenas os elementos que sejam visíveis nas fotografias. Se houver obstáculos, parciais ou totais, do objeto ou distâncias forem insuficientes para obter as imagens é necessário marcar os pontos por aproximações, reduzindo de modo significativo a precisão. Isso representa um prejuízo para o usuário, uma vez que, o método fotogramétrico se propõe a altura como ferramenta vital para medir e documentar, no caso desse projeto e dos bens culturais. O planejador deve buscar opções para dos inconvenientes.

A qualidade dos resultados gerados por Fotogrametria está associada às características da câmara e calibração, qualidade da imagem (resolução, nitidez, iluminação, obstáculos, entre outras), posições na tomada fotográfica, e acuidade de reconstituição das feições.

2. DOCUMENTAÇÃO E INVENTÁRIO DE BENS CULTURAIS

Para YANAGA (2006) a documentação científica e de registro, através da fotogrametria a curta distância para documentar monumentos e sítios arquitetônicos e outros atende Resolução nº 2 ICOMOS / CIPA – 15.out.87 gerando cadastros fotogramétricos e complemento do inventário patrimonial seguindo recomendações internacionais.

De acordo com HEIDTMANN et alia (2017a, 2017b, 2017c) os bens culturais abrangem a identidade e a singularidade municipal. A preservação deles depende de documentação capaz de instrumentalizar e atuar no suporte à decisão e nos processos e *a posteriori* possa ser possibilite a utilização em projetos de restauro, de intervenção e manutenção preventiva.

Verifica-se que muitas vezes obter detalhes minuciosos das edificações e dados de altura e dados de locais onde há difícil acesso é um aspecto complicador nos levantamentos.

Os levantamentos tradicionais com trena manual incidem em trabalho moroso e demandam a participação de grande quantidade de pessoas de modo simultâneo para execução, diversas idas e vindas a campo para conferir dados e resolver discrepâncias.

Os levantamentos podem oferecer perigosos onde as edificações tem risco de desmoronamento ou contaminação. Nesse tipo de situação há grau expressivo de incertezas e os levantamentos podem ser incompletos e imprecisos por dificuldades inerente ao local.

De acordo com HEIDTMANN et alia. (2017a), HEIDTMANN et alia. (2017b) os

métodos fotogramétricos constituem uma possibilidade para a medição de edificações através de fotos, as quais são ortorretificadas através de software específico e favorecem a aquisição de detalhes em grande quantidade e com precisão e acurácia necessária para registro e documentação arquitetônica. A documentação detalhada pode fornecer respaldo para a decisão em projetos de restauro e outros. Atualmente, utiliza-se trena, o que provoca demora na medição e exige o contato direto com a edificação a ser medida.

A fotogrametria digital atua na redução de custos e do tempo em levantamentos e em campo. Ao mesmo tempo, favorece a geração de muitos resultados gráficos e detalhes, inclusive, inserção de cores e texturas fotorealísticas. O método produz tanto desenhos bidimensionais, quanto maquetes e modelos tridimensionais e fachadas ortorretificadas.

AMORIM (2007) citou o autor Paulo Ormino de Azevedo conceituando a documentação entendimento acerca da finalidade de inventários de bens culturais a eles relacionados. A identificação, o conhecimento e a preservação estão indissociavelmente ligados na vida prática. Azevedo 1975 apud Bahia (1984) mostra, porém, que há diferencial entre os dois tipos de documentação em termos de inventário, a científica e a destinada a proteção jurídica. A documentação científica é a pesquisa e reunião de todas as informações, que viabilizam o conhecimento detalhado de bens culturais individualizando-os: obra de arte, monumento, cidade ou sítio natural. Isso supõe enorme profusão e complexidade de tarefas e de acervos. A documentação para proteção inclui, apenas, os elementos necessários e suficientes para gerar uma identificação precisa dos bens culturais e do seu estado de conservação e uso, visando a salvaguarda dos bens culturais. O Inventário, seja o Científico, quanto o de Proteção visa documentar os bens tombados porém também incluir aqueles ainda não reconhecidos e que são os mais ameaçados. Recomenda-se que os levantamentos sejam fidedignos, precisos, tenham escalas adequadas e baixo custo.

3. FOTOGRAMETRIA

Para LOCH et al (1998) a Fotogrametria consiste na ciência e também na tecnologia que visa obter informações confiáveis acerca dos objetos físicos e meio ambiente. Para tanto utiliza, diversos processos para registrar, medir e interpretar as imagens fotográficas.

3.1. Fotogrametria a curta distância

ATKINSON (1996) a Fotogrametria a curta distância aplica quando a extensão do objeto for menor que 100m e as câmaras forem posicionadas nas proximidades do objeto.

Para KRAUS (1993) a Fotogrametria a curta distância aplica-se quando o objeto estiver estar entre 1m a 100m da câmara.

YANAGA (2006) descreve que a Fotogrametria a curta distância permite realizar a restituição favorecendo a recuperação de edificações através de fotos antigas, mesmo que sejam obtidas sem qualquer precisão métrica. A grande vantagem é em situações nas quais as fotografias antigas sejam a única fonte disponível de dados acerca de edificações destruídas.

Há muitas aplicações para a Fotogrametria terrestre à curta distância para a Sociedade Americana de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (ASPRS). Destacam-se a análise detalhada de fachadas de edificações para recuperar estruturas ou trabalhos de arquitetura; obtenção de dados em locais com dificuldades de acesso, aplicações florestais e outros.

ATKINSON (1996) mostra que o uso da técnica fotogramétrica contribui para a representação de fachadas ou levantamento de edificações e estruturas históricas. Geralmente o produto gerado consiste nas linhas de desenho que delimitam a forma arquitetural.

Os trabalhos em conservação e restauro exigem equipe multiprofissional para o desenvolver estudos e pesquisas minuciosas, cuja precisão posicional e dimensional, acurácia e grau de detalhes são muito expressivos. Os produtos fotogramétricos também são muito requisitados para finalidades comerciais, reforma de edificações se não houver grande interesse histórico, registro de fachadas e interiores e estruturas históricas importantes. Esses deveriam ser indispensáveis em todos os projetos relacionados às edificações ou monumentos. Menosprezar a enorme complexidade de elementos constitui um erro. Deve haver o suporte de informações adequadas para decisão acerca de edificações antigas.

3.2. Restituição digital

De acordo com HEIDTMANN et alia (2017a, 2017b, 2017c) a restituição digital consiste em método muito eficiente para documentar bens culturais edificados. Nesse tipo de levantamento a informação precisa ser segura e consistente para obter produtos gráficos; desenhos ortogonais e também modelos tridimensionais texturizados.

Para GROETELAARS (2004) o levantamento fotogramétrico representa com precisão os elementos importantes e essenciais para caracterização e reconhecimento a edificação.

SIMON (2000) define que a retificação de fotografia projeta a mesma no próprio feixe perspectivo em plano horizontal de referência.

3.3. Precisão em restituições de fachada geradas por fotos retificadas

BASTIAN (2015) descreve métodos de baixo custo para documentar bens culturais. Os erros admissíveis para levantamento fotogramétrico arquitetônico pelo ICOMOS classificam-se em três grupos principais:

- grupo 01 - estudos iniciais, inventário e estudo da história da arte (erro máximo admissível 5,0 cm);
- grupo 02 - estudos de análise para monumentos, conservação e restauração, levantamento em monumentos históricos, fachadas, elementos decorativos e levantamentos arqueológicos (erro máximo admissível entre 1,0 a 2,0 cm);
- grupo 03 - elevado grau de precisão, esculturas (estátuas ou elementos decorativos) ou objetos arqueológicos ou arte (erro admissível de 1,0 mm).

Realizaram um comparativo de dispêndio de tempo gasto e concluíram que para uma foto retificada é realizada em 15 minutos e que uma ortofoto demora 13 horas para gerada.

A retificação agiliza a realização de levantamentos de fachadas planimétricas. Nesse tipo de situação a maior parte das feições estão em único plano, cujo erro admissível seja de no máximo 5,0 cm. Os resultados finais podem melhorar em precisão e consistência por meio de experimentação, verificação e se a técnica for refinada.

Para CORTES e AMORIM (2007) o nível de detalhe e precisão está ligado aos atributos, qualidade e calibração da câmara; qualidade da imagem (resolução, nitidez, iluminação, obstáculos, etc.); posições das tomadas fotográficas, acuidade nas feições a traçar na restituição fotogramétrica.

3.4. Monorestituição

Conforme YANAGA (2006) na monorestituição os problemas devem ser solucionados em uma fotografia e o requisito é entender a geometria do objeto; o posição da câmara, eixo óptico da câmara perpendicular e oblíquo ao objeto.

Para GROETELAARS (2008) e HEIDTMANN at alia (2017a, 2017b, 2017c) o método da Monorestituição Digital recomendada por consiste na restituição de objetos através de apenas uma fotografia. É aconselhável para edificação tendo obstáculos no entorno próximo que inviabilizam a tomada adequada de fotos para obter modelo tridimensional e ortofachada corretos e precisos. A monorestituição é aplicável ao levantamento de ornamentos, esquadrias e detalhes em locais inacessíveis da edificação e para detectar a altura.

HEIDTMANN at alia (2017a, 2017b, 2017c) constataram que todas fotos apresentaram pequenas distorções após efetuar-se tratamento. O processo de transformação de imagens de superfícies planas perspectivadas em projeções ortogonais implica em realocar os pixels das imagens. A monoretificação deve usar, no mínimo, 4 pontos que contem medidas reais conhecidas marcando um plano de referência. Provavelmente há distorção em trechos externos ao polígono demarcado e nos elementos de profundidade. A melhoria de precisão é possível apenas utilizando monorestituição por partes, retificando e vetorizando todas as fotos e os elementos em separado e juntando *a posteriori* para gerar desenho final real. Outros itens relevantes no processo são calibrar a câmara e a verificar medidas nas imagens retificadas.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada consta de revisão bibliográfica teórica exploratória e documental, análise e planejamento do local, levantamento fotogramétrico, retificação, vetorização, geração de documentação gráfica e análise dos resultados. O método fotogramétrico utilizado foi o recomendado por HEIDTMANN at alia (2017a, 2017b, 2017c) e revisado no artigo (GEISLER, HEIDTMANN e LIESENBERG, 2018).

Realizaram-se no mês de março do ano de 2018 levantamentos sistemáticos, muitas tomadas fotográficas para obter dados e verificações em campo para obter medidas de referência iniciais. Depois realizou-se no Laboratório de Preservação do Patrimônio (PAT) do Departamento de Arquitetura e Urbanismo no campus CERES, Laguna, SC o processamento computacional dos dados de campo através do licença do software ASRix 2.0 trial versão Beta foram geradas como produtos de saída ortofotos ortoretificadas digital no formato (.jpg) de duas edificações e a vetorização em licença educacional do software AutoCAD (Autodesk) das feições reconstituindo-se duas casas situadas na Rua Voluntário Fermiano. Uma das edificações é utilizada como residência e a outra para comércio.

4.1. Materiais e equipamentos e software

Utilizou-se uma câmara pessoal Nikon CoolpixL330, a qual possui como características a resolução de 20.2 Megapixels, Nokkor 26x wide optical zoom EDVB, 4.0 -104 mm 1: 3.1-5.9 e 3.0 HVGA LCD, saída A/V out, DC IN 5.0V, com flash, usando pilhas AA e cartão de memória micro SD 32GB. Realizou-se também a medição de dimensões geométricas gerais dos objetos com trena metálica de 10m, trena fita de 20 m e registro dos dados gráficos esquemáticos observados no trabalho de campo em caderno de anotações sem pauta. Para o processamento das informações utilizou-se computador e notebook. Priorizou-se o software livre gratuito dentre outras versões educacionais, demo e trial.

4.2. Métodos

Inicia-se realizando-se a calibração da câmera para corrigir as distorções da própria lente do equipamento. Utiliza-se licença demonstrativa do software ASRix 2.0 trial versão Beta, para calibrar e salvar as configurações. A retificação é realizada no mesmo software.

Os registros fotográficos da Fotogrametria digital terrestre a curta distância para levantamento e documentação de bens culturais são realizados por via terrestre, paralelos e próximos dos objetos. Após descarregam-se e organizam-se as fotos em notebook e são processados através do software ASRix 2.0 trial versão Beta. A aquisição das características da câmera é automatizada no software. As fotos são os dados brutos do projeto. Abrem-se os arquivos .jpg das fotografias uma a uma. Inserem-se as coordenadas principais das edificações nos eixos (X, Y e Z) e as dimensões de elementos geométricos principais no software. As fotos realizadas pelo observador e meio terrestre *a priori* apresentam distorções.

O método utilizado é a monorestituição digital. O software ASRix 2.0 trial versão Beta realiza processamento interno para correção e alteração automatizada em meio digital das dimensões geométricas das imagens das fotos. Há transformações matemáticas, algébricas e gráficas convertendo um sistema de projeção em outro.

Importam-se as fotografias de maneira individualizada no software com os padrões de calibração. Depois realiza-se o tratamento de cada uma das imagens e marca-se as medidas de referência obtidas. Para que a retificação ocorra de maneira adequada deve-se marcar, no mínimo, quatro pontos conhecidos. Aguarda-se o tempo de processamento interno no sistema.

O software atua na correção de aspectos geométricos das fotos através de realocação de pixels. Transforma-se a projeção cônica em projeção ortogonal obtendo modelo em escala e contendo medidas horizontais e verticais da edificação e/ou objeto. As deformações das fotografias são corrigidas convertendo-a para imagem plana, utilizando a marcação de polígono e medidas de referência manuais iniciais fornecidas pelo operador do sistema.

O processo de retificação realoca dos pixels da imagem e utiliza como suporte os pontos referenciados marcados anteriormente. A retificação apresenta correção apenas dentro do polígono formado por pontos. No entorno há distorção. Em algumas porções da imagem é perceptível que a profundidade continuará apresentando-se perspectivado. Isso se deve ao software ASRix 2.0 trial versão Beta atuar somente com o remapeamento, pois não é capaz de produzir partes inexistentes na imagem original.

As informações de saída são as fotografias ortoretificadas em arquivos .pts e/ou imagem de bitmap. As ortofotos retificadas viabilizam-se a restituição fotogramétrica e vetorização dos objetos e/ou as edificações através do software AutoCAD (Autodesk).

As imagens tratadas são desenhadas por cima das feições das fachadas, dos ornamentos, esquadrias, grades e demais detalhes relevantes nas edificações. Os resultados são a documentação gráfica com desenhos em meio digital dos bens culturais e/ou também de objetos com elevado grau de precisão, acurácia e detalhamento. O processo de vetorização precisa ser minucioso e considerar falhas originadas na profundidade. Deve-se realizar o desenho apenas das partes de interesse e haver controle rigoroso, conferir as medidas de referência e aderência dos resultados com o modelo gerado. Recomenda-se realizar o processo e repetir as atividades para todas as imagens até completar o desenho da edificação.

4.3. Área de estudos

A área de estudo encontra-se situada no município de Laguna, vide Figura 1.

Para MAREGA et alia (1990) e VILLEGAS (2016) a colonização de Laguna deve-se a ser um porto natural abrigado dos ventos; faixa de terra plana próxima à lagoa para criar a vila e facilidade para abastecimento de água no ponto mais ao Sul sob domínio português pelo Tratado de Tordesilhas de 1494. O local foi estratégico para a expansão das terras da Coroa portuguesa no sul do Brasil. A fundação de Santo Antônio dos Anjos de Laguna ocorreu em 29 de julho de 1676 pelo bandeirante Domingos de Brito Peixoto. O casario do Centro Histórico volta-se para a Lagoa de Santo Antônio dos Anjos. O conjunto arquitetônico associa-se aos momentos históricos. Há casas térreas e sobrados coloniais, edificações ecléticas, art nouveau, art deco e modernistas.

No tombamento o SPHAN (1984) considerou diversos critérios, o aspecto paisagístico, o conjunto de logradouros, traçado e dimensão, o cais junto à lagoa, conjunto de edificações em sua volumetria, ocupação do solo e características arquitetônicas que expressam a continuidade da evolução histórica de núcleo regional urbano original.

DALL ALBA (1979) comenta que no início as edificações eram de pau-a-pique e cobertas de palha. Entre os anos de 1749 a 1756 vieram os imigrantes açorianos, que provocaram grandes modificações e trouxeram maior desenvolvimento. Na metade do século XIX vieram os imigrantes italianos e alemães para o porto de Laguna, ficavam na beira da praia, nos trapiches ou esperavam as embarcações e iam para o interior.

MAREGA et alia (1990) e VILLEGAS (2016) descrevem que Laguna era um porto era importante na economia e como posto urbano no Sul do Brasil na época.

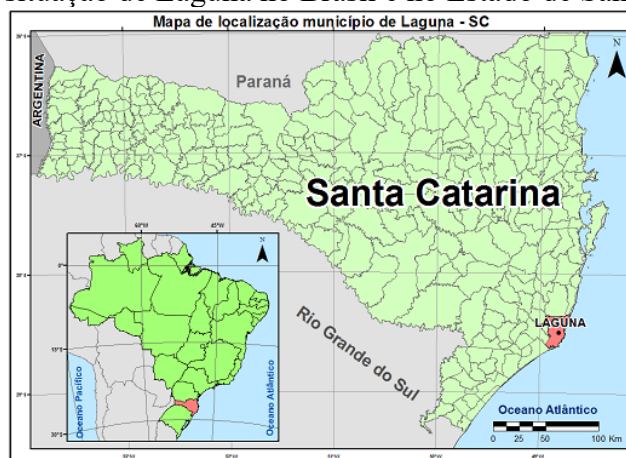
A elevação de Santo Antônio dos Anjos de Laguna a vila se deu em 1714. A vila era a menor unidade política administrativa no período colonial, (CABRAL, 1967: 55).

Isso significou o início da urbanização. Distinguia-se área urbana e área rural e especificavam-se as normas de construção, (LUCENA, 1998: 17).

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) Laguna fornece informações e fiscaliza o Centro Histórico com cerca de seiscentos (600) imóveis tombados.

Linheira (2013) destaca ainda a relevância de sítios arqueológicos pré-históricos em Laguna. O autor mostra que são conhecidos até o momento cinquenta e seis (56) sítios com sambaquis datados de 5.000 a 2.000 anos antes do presente e sete (7) sítios arqueológicos líticos e cerâmicos. Todos eles devem ser protegidos com respaldo na Constituição Federal de 1988 nos artigos 215 e 216, Lei Federal 1961, resolução CONAMA 01/86, Portaria IPHAN 230/02. No entanto, há problemas graves na fiscalização e conflitos no uso da terra.

Figura 1 – situação de Laguna no Brasil e no Estado de Santa Catarina.



Fonte: LINHEIRA (2013).

5. RESULTADOS

As duas edificações onde foram desenvolvidos os procedimentos fotogramétricos encontram-se em estados de conservação diferenciados. Enquanto a edificação residencial está em bom estado, a edificação vizinha com o brechó está um pouco deteriorada.

O aspecto das duas edificações mostram que remetem a construção das casas coloniais açorianas catarinenses e respectivas características descritas por BROOS (2002) no Quadro 1.

Quadro 1- Características das casas coloniais açorianas catarinenses.

Características das casas coloniais açorianas catarinenses

Aspecto da edificação e elemento construtivo	Idade da edificação (século)	
	XVII	XVIII
Cimalha do telhado	pomba ou folha no rebordo do telhado, ou rebordo elevado e na cumeeira	rebordo perfilado de estuque
Pilares	pilares em pedra	pilares em tijolos
Veracidade do elemento estrutural	pilares verdadeiros	pseudo-pilastra em estuque
Verga das Janelas	curva	reta
Distribuição	confusa	axial
Simetria da edificação	assimetria	simetria

Fonte: BROOS (2002).

5.1. Levantamento fotográfico e ortorretificação

Selecionou-se duas edificações com usos diferentes para a oficina de levantamento. Testou-se e avaliou-se também desempenho qualitativo e o rigor geométrico, posicional e dimensional das retificações produzidas. A ortorretificação das fotos ocorreu no software ASRix 2.0 trial versão Beta e gerou dois produtos, vide Figura 2.

Figura 2 – casa 1 (residencial) e casa 2 (comercial) - Rua Voluntário Fermiano, Laguna, SC

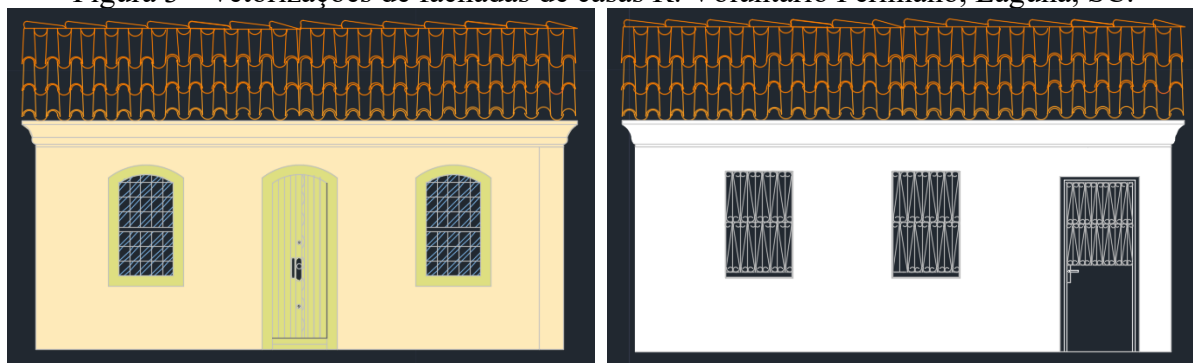


Fonte: fotografia GABRIELA LINHARES (2018).

5.2. Vetorização

As vetorizações foram realizadas em licença educacional do software AutoCAD (Autodesk), vide Figura 3. Registraram-se as edificações em tomadas fotográficas. As fotografias foram retificadas e as feições vetorizadas. É possível criar um cadastro e documentação dessas seiscentas (600) edificações antigas do século XVII, XVIII, XIX e XX e utilizar técnicas de baixo custo para instrumentalizar o monitoramento e decisões quanto a fiscalização, conservação e restauro e manutenção preventiva.

Figura 3 – vetorizações de fachadas de casas R. Voluntário Fermiano, Laguna, SC.



Fonte: vetorização de FILIPE GONÇALVES (2020).

6. CONCLUSÕES

O levantamento e processamento por retificação e pós-processamento por vetorização geraram produtos fotogramétricos precisos para efeitos de registro, documentação de edificações e respaldo a decisão em conservação e restauro de bens culturais.

Verifica-se que há potencial de software sem custo para o processamento das fotografias ASRix 2.0 trial versão Beta para a retificação fotogramétrica. Obtidas as fotos ortoretificadas realizou-se com êxito a vetorização em licença educacional do software AutoCAD (Autodesk). Os resultados e os produtos fotogramétricos e vetoriais foram consistentes e enquadram-se em parâmetros rigor geométrico posicional e dimensional para conservação e restauro proposto por BASTIAN (2015).

É possível estender a metodologia utilizada para os demais bens culturais de Laguna, que integram o Centro Histórico tombado, que abrange cerca de seiscentas (600) edificações antigas. No entanto, nas edificações cujas fachadas não sejam superfícies planas e possuam elementos em profundidade é preciso utilizar a estereorestituição.

A retificação das fotos permite instrumentalizar a realização de laudos e perícias sobre o estado de conservação das edificações antigas e a tomada de decisão em conservação e restauro e manutenção preventiva. A Figura 02 possibilita, por exemplo, detectar na casa 02, cujo estado de conservação foi considerado ruim, locais onde há problemas, deformações e patologias e mensurar a sua extensão. Há deformações na estrutura do telhado visível pelo deslocamento e pelo arqueamento do madeiramento, formando uma superfície esférica côncava. O rufo de proteção na divisa prevenindo a entrada de água na parede lateral encontra-se ausente. A edificação também encontra-se afetada pela água em diversos dos seus elementos. As manchas e saliências semelhantes a bolhas indicam a infiltração e presença de umidade e água na fachada e também a ascensão de água do nível do solo para cima por capilaridade pelas fundações subindo e espalhando-se pelas paredes. Nota-se desprendimento do acabamento, seja da pintura quanto do reboco em diversos pontos ao longo da superfície da fachada. Outros elementos específicos também encontram-se danificados e quebrados ou removidos, a exemplo das pingadeiras nas janelas e a soleira da porta, o que atua negativamente na drenagem das águas pluviais contribuindo para entrada de água para o interior da edificação. É perceptível que a parte inferior da porta encontra-se danificada. Embora exista acabamento na superfície externa há muitas fissuras, rachaduras e fendas aparentes nas paredes indicando que há problemas subjacentes a serem resolvidos no restauro e na manutenção preventiva. **Agradecimentos**

Agradecimentos a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) pelas verbas e bolsas para o projeto de ensino IBEX - Inventário de bens culturais através de perfilamento com LASER scanner terrestre e Fotogrametria, do programa de extensão Paisagem Cultural e para monitoria de Desenho Assistido por Computador II. Ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Ao Professor Dr. Douglas Emerson Deicke Heidtmann Jr (UDESC - Ceres - Laguna), ao Professor Dr. Veraldo Liesenberg (UDESC – Cav – Lages), a Arquiteta Gabriela Linhares da Silva mestranda em Arquitetura e Urbanismo/ Conservação e Restauro na Universidade Federal da Bahia (UFBA) ao monitor da disciplina de CAD II Filipe Gonçalves por vetorizações em licença educacional do software AutoCAD.

Referências

ATKINSON, K.B. **Close range photogrammetry and machine vision**, Bristol: J.W. Arrowsmith, 1996.

AMORIM, A. L. **Documenting Architectural Heritage in Bahia – Brazil, Using Digital Technologies**. In: XXI International CIPA Symposium, Athens, 2007. Proceedings ... 2007.

BASTIAN, A. **Métodos e técnicas de baixo custo para levantamento métrico de sítios históricos**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Salvador, Universidade Federal da Bahia, 2015.

BROOS, H. **Construções antigas em Santa Catarina**. Blumenau: Cultura em Movimento, Florianópolis: Editora da UFSC, 2002. 214p. il.

CABRAL, O.R. **A organização das justiças na colônia e no império e a história da comarca de Laguna**. Porto Alegre: Estabelecimento Gráfico Santa Terezinha, 1955.

DAL ALBA, João Cesar. **Laguna antes de 1880**. Florianópolis: Lunardelli/UFSC, 1979.

Fundação Catarinense de Cultura. **Tombamentos estaduais**. Florianópolis: FCC, 2018.

GEISSLER, H. J.; HEIDTMANN Jr, D. E. D.; LIESENBERG, V. **Fotogrametria digital no levantamento do patrimônio edificado**. In: Anais do II Simpósio Científico do ICOMOS BRASIL. Anais ..., 2018.

GEISSLER, Helenne Jungblut. **Arquitetura açoriana nas Freguesias de Florianópolis**. 5º Colóquio Ibero-Americano: Paisagem Cultural, Patrimônio e Projeto. Anais ... , 2018.

GROTELAARS, N. J. **Um estudo de Fotogrametria digital na documentação formas arquitetônicas e urbanas**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). UFBA, Salvador :, 2006.

GROTELAARS, N. J. AMORIM, A. **A fotogrametria digital na documentação do patrimônio arquitetônico**. in: Forum patrimônio: Amb . Constr . e Patr . Sust., Belo Horizonte, Anais ... UFMG, 2008. v.2 ,n. 2, mai./ago.

HEIDTMANN Jr, D. E. D.; SILVA, G. L. da; SANTOS, K. B. dos; SILVEIRA, M. M. da. **Estudo da fotogrametria digital na documentação do patrimônio edificado de Laguna**. In: Encontro internacional sobre preservação do patrimônio edificado: o global, o nacional, o local na preservação do patrimônio edificado - ARQUIMEMORIA 5, Anais ... , 2017. (a)

HEIDTMANN Jr, D. E. D.; SILVA, G. L. da; Santos, Karoline Broering dos; SILVEIRA, Melina Monks da. **Estudo da fotogrametria digital na documentação do patrimônio edificado de Laguna**. in: Anais do I Congresso nacional para salvaguarda do patrimônio cultural:fronteiras do patrimônio: preservação como fortalecimento das identidades e da democracia, Anais ... , 2017. (b)

HEIDTMANN Jr, D. E. D; PADILHA, M. **Emprego de tecnologias em levantamento e diagnóstico de edificações históricas de Laguna, SC.** In: Anais do VII encontro de tecnologias da informação e comunicação na construção: edificações, infra-estrutura e cidade. do BIM ao CIM. TIC 2015. Anais ... , 2015. (c)

KRAUS, Karl. **Photogrammetry. Fundamentals and standard processes.** Viena, 1993.

LINHEIRA, G. Conflitos de uso da terra em Laguna: áreas urbanas versus sítios arqueológicos pré-históricos. **Revista Tempos Acadêmicos, Dossiê Arqueologia Pré-Histórica**, nº 11, 2013, Criciúma, Santa Catarina.

LOCH, C.; LAPOLLI, E. M. **Elementos básicos da fotogrametria e sua utilização prática.** 4. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

LUCENA, L.M.F. **Laguna: de ontem a hoje espaços públicos e vida urbana.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

MAREGA, A. C.; CAMPOS, G. C.; SZCZUK, I. L.; AMARAL, M. H. M do. **Referências da História de Laguna.** Laguna, 1990.

MIRANDA, A. A. **A fotogrametria a curta distância como uma ferramenta de documentação das inscrições rupestres.** Florianópolis, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN). **Tombamento do Centro Histórico de Laguna/ SC. n. 107/84 e 1122-T-84.** Laguna : IPHAN, 1984. 119p.

SIMON, L. M. **Documentação e monitoramento de sítios urbanos históricos com apoio do cadastro técnico multifinalitário e da fotogrametria digital – estudo de caso: Laguna.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

VILLEGAS J., M. M.. **Entre os Morros e a Lagoa: Laguna Cidade.** Dissertação (Mestrado) – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Mestrado Profissional em Preservação do Patrimônio Cultural, Rio de Janeiro, 2016. 303p. il.

YANAGA, Silvia Sayuri. **Fotogrametria digital à curta distância na documentação do patrimônio arquitetônico.** Florianópolis, Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Curso de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFSC, 2006.