

Restituição fotogramétrica digital a curta Distancia atraves do Equipamento Imagestation SSK Porta tinteiro Séc XVII com Aguia bicefala em Relevô

Dr^a. Priscila von Altrock
Prof. Dr. Carlos Loch

ONG PAS (Projeto de arqueologia subaquática)
Site: www.ongpas.org
e-mail: ongpas@ongpas.org

Laboratório de Fotogrametria Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento,
UFSC - Departamento de Engenharia Civil
e-mail: vonaltrock@yahoo.com.br
e-mail: loch@ecv.ufsc.br

RESUMO : O objetivo deste trabalho é apresentar um exemplo da restituição fotogramétrica terrestre aplicada sobre um artefato de *pelter* (liga de chumbo e estanho), resgatado em 2002 pelo Projeto de Arqueologia Subaquática em um naufrágio do século XVII, situado na Praia dos Ingleses, Ilha de Santa Catarina, Brasil (27°26'00"S; 48°22'30"W). Trata-se de um porta tinteiro com formato de cubo, com suas quatro faces laterais apresentando em auto-relevo a águia bicéfala que simbolizava o Império Austro-Húngaro, da casa dos Hapsburgs. Tornou possível a geração do modelo 3D, com textura foto-realística utilizando o sistema SSK Imagestation; foram restituídos os elementos através da modelagem espacial, representando a realidade em meio digital.

Palavras chaves: fotogrametria a curta distancia, restituição de artefatos, arqueologia subaquática

ABSTRACT : The objective of this work is to present an example of close range photogrammetry applied to the restitution of a pelter (lead and tin) artifact rescued in 2002 by the Project of Underwater Archeology from a shipwreck of the XVII century in the Beach of Ingleses, Santa Catarina Island, Brazil (27°26'00"S; 48°22'30"W). The artifact is a cubic inkwell with its four lateral faces presenting the double headed eagle symbol of the house of Hapsburgs of the Austro-Hungarian Empire. Turned possible the generation of the model 3D, with picture-realistic texture using the system SSK Imagestation; the elements were returned through the space modelling, representing the digital reality.

Keywords: close range photogrammetry, artifact restitution, underwater archeology

1. INTRODUÇÃO

A reunião do ICOMOS (Comitê Internacional de Monumentos e Sítios Históricos) em Washington, em 1987, apontou a técnica fotogramétrica como a mais indicada ferramenta para o levantamento arquitetônico de precisão dos monumentos e sítios históricos. Para viabilizar essa recomendação o ICOMOS, sugeriu que cada país constitua um arquivo fotogramétrico de seus monumentos históricos.

A autenticidade é um dos principais valores a ser adotado em qualquer processo relativo ao registro do patrimônio histórico em geral. A Carta de Veneza, de 1964, o mais importante conjunto de normas estabelecidas para definir os padrões para a restauração e manutenção do patrimônio histórico, uma outra recomendação do ICOMOS, define que a autenticidade histórica é o valor fundamental para garantir a objetividade dos trabalhos de restauração. Para tanto, salienta a importância dos levantamentos exatos e precisos dos monumentos, isto é, as medidas exatas dos mesmos em determinada época, de interesses estéticos, técnicos ou históricos.

É neste contexto que surge a importância da fotogrametria, principalmente digital. A fotogrametria a curta distancia é uma ferramenta tecnológica que pode ampliar os instrumentos e recursos de registro dirigidos à preservação do patrimônio histórico das nações, a história viva de seu povo. A relevância desta abordagem, além da preservação visual, está na velocidade que o registro é executado e na precisão das medições dos objetos. De outro lado, em razão da sua precisão, poderá ter um papel destacado na análise e controle das deformações que um objeto pode sofrer.

A fotogrametria a curta distancia tem numerosos atributos positivos para o registro, que segundo DALLAS (1996) são:

- a- o nível homogêneo do registro, sendo independente do nível de detalhes destes;
- a- a precisão definida em toda a obra;
- b- os resultados podem ser gerados rapidamente;
- c- a captura direta dos dados digitais é ideal para inseri-los nos sistemas de desenho assistido pelo computador (CAD - Computer Aided Design);
- d- a produção direta dos dados em 3D;
- e- a visão estereoscópica provê mais informação que a convencional fotografia pictórica.

O objetivo deste trabalho é apresentar um exemplo da restituição fotogramétrica terrestre aplicada sobre um artefato de *pelter* (liga de chumbo e estanho), resgatado em 2002 pelo Projeto de Arqueologia Subaquática em um naufrágio do século XVII, situado na Praia dos Ingleses, Ilha de Santa Catarina, Brasil (27°26'00"S; 48°22'30"W). Trata-se de um porta tinteiro com formato de cubo, com suas quatro faces laterais apresentando em auto-relevo a águia bicéfala que simbolizava o Império Austro-Húngaro, da casa dos Hapsburgs.



Figura 1 : porta tinteiro séc. XVII

Para execução da restituição fotogramétrica usou-se o equipamento *Imagestation SSK*, que a princípio não foi projetado para avaliações de objetos de pequeno porte.

Considerando a experiência obtida na tese de doutorado da autora, confirmou-se a possibilidade de usar o sistema fotogramétrico SSK na restituição de prédios históricos, o que exigiu uma forte interação com o fabricante do software que inicialmente julgou esta operação ser impossível.

Este equipamento foi projetado para aerofotogrametria, porém com a rotação de suas coordenadas foi possível trabalhar com fotogrametria a curta distância, inicialmente comprovada na avaliação de prédios históricos e agora neste projeto comprovou-se a sua aplicabilidade em objetos de pequeno porte coletados em buscas subaquáticas.

A primeira fase da restituição está em direcionar todas as variáveis no que é chamado pelo equipamento de *Manager*.

Na edição dos pontos de controle são inseridos pontos os quais foram medidos e calculados.

2.1 Ativação das Fotos

Criação das faixas, permite editar os parâmetros referentes a criação de faixas de fotos e modelos, primeiro aparece o nome da faixa, após o da foto.

Strip ID = Identificador da faixa

Photo ID = Prefixo que será utilizado para a faixa

Os modelos são sempre criados da esquerda para a direita. Desta maneira é conveniente definir a foto inicial como sendo a primeira foto da esquerda da faixa; permitindo que o programa posicione corretamente as fotos durante o processo de medição da Orientação Relativa.

2.2 Informações da Câmara

O Nome da Câmara, deve ser informada nominalmente, sendo que a mesma será associada a todas as fotos da faixa que está sendo criada.

A Orientação da Câmara (Câmara Orientation) define a orientação da câmara para as fotos da faixa, esta orientação será associada a todas as fotos da faixa que está sendo criada. As opções são 0°, 90°, 180°, 270°; o ângulo define a posição da câmara durante a obtenção das fotos de cada faixa. No caso da orientação da câmara, de acordo com o direcionamento das faixas de 0° para ficar da esquerda para direita na hora do processo.

2. IMAGESTATION PHOTOGRAMETRIC DIGITAL MANAGER

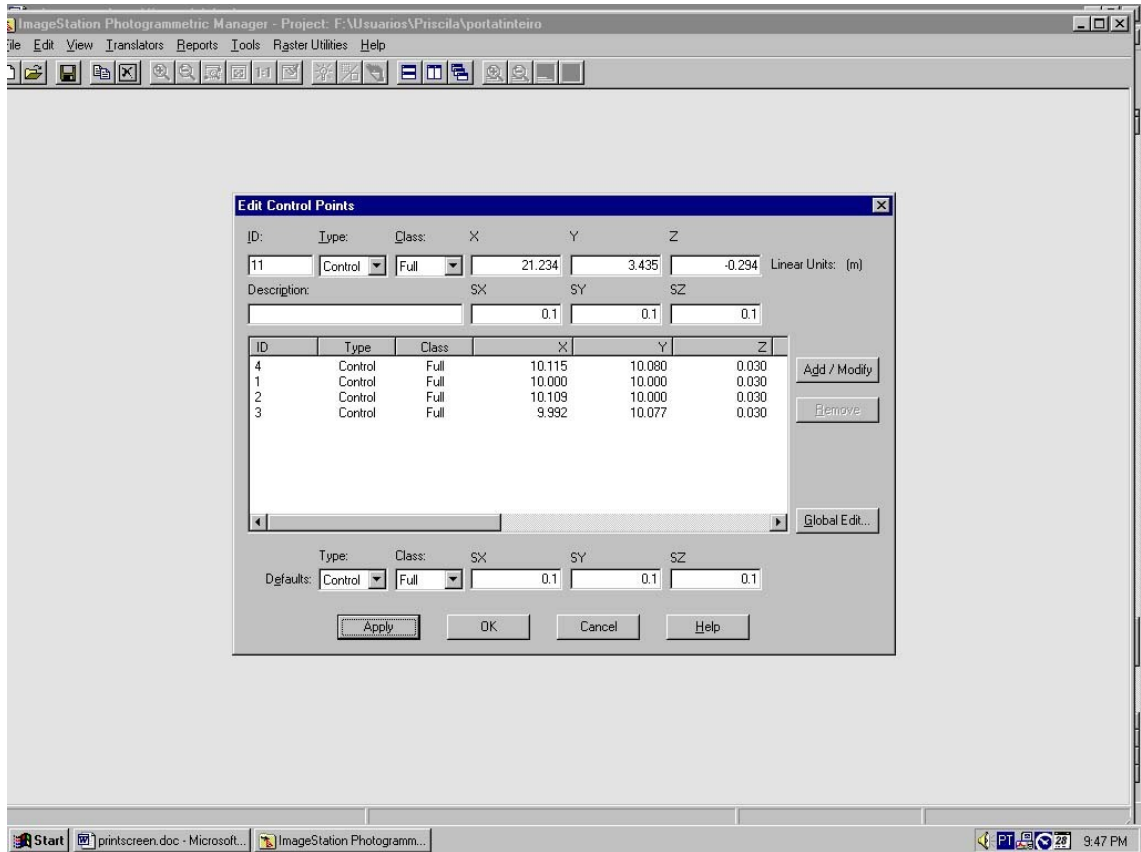


Figura 2 : Valores dos pontos de controle

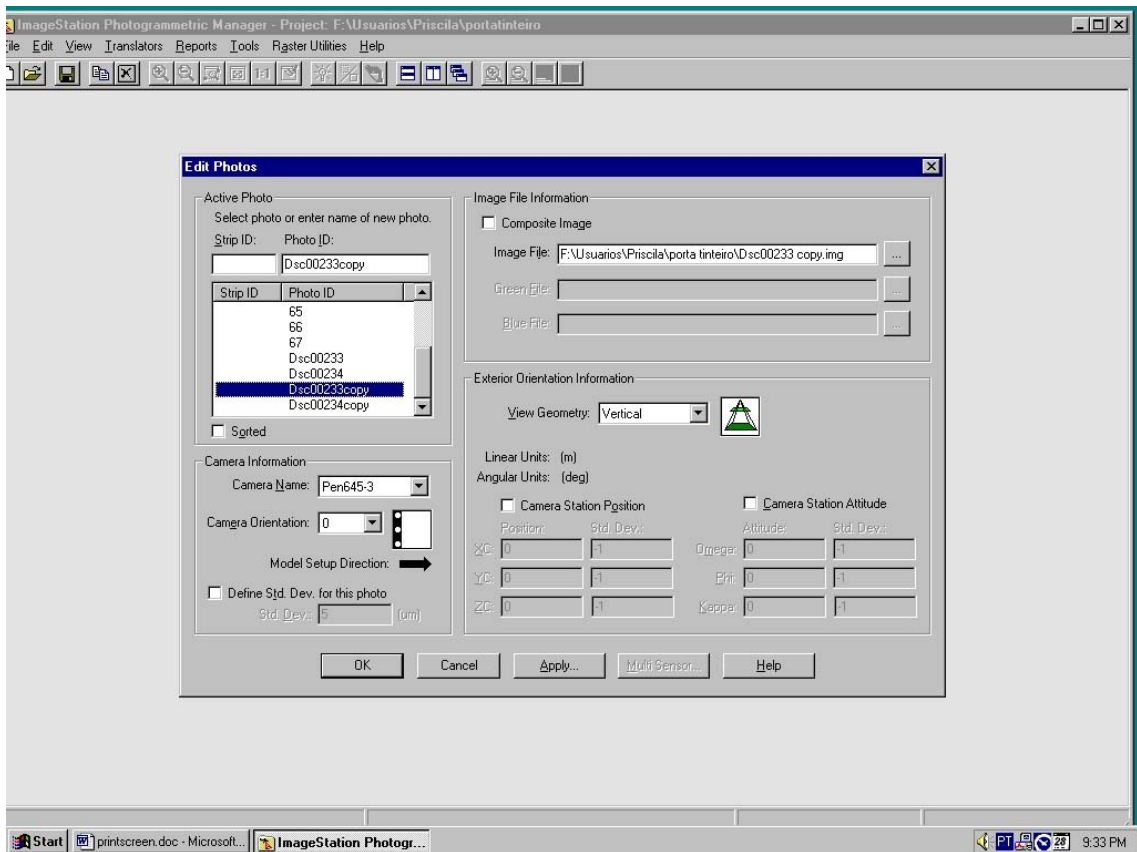


Figura 3 : Edição das fotos

2.3 Informação da Orientação Exterior

A Visão Geométrica (View Geometry) define a orientação da câmara em relação ao alvo, as opções são vertical e oblíqua; para a fotogrametria arquitetural permanecer na vertical.

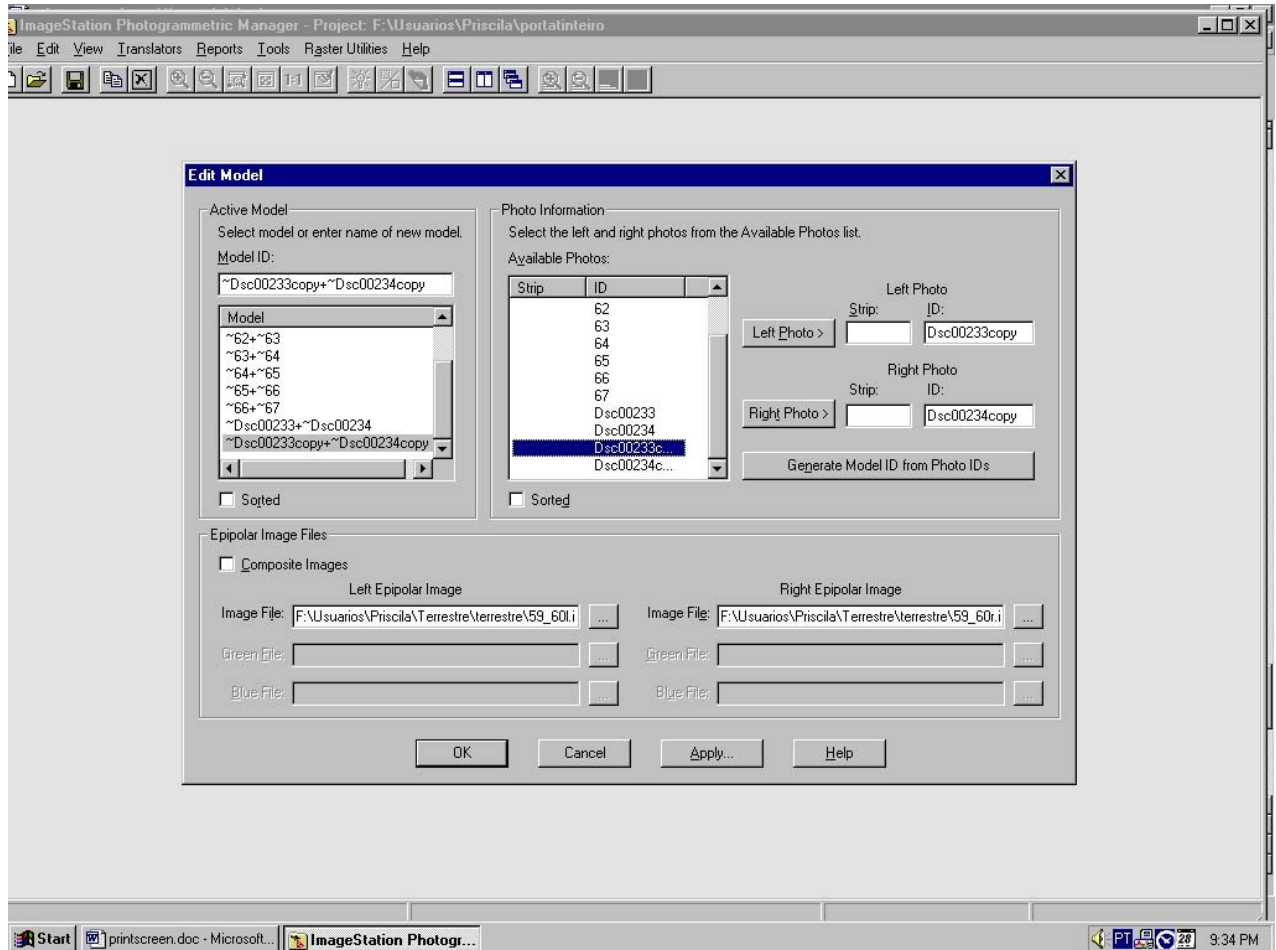


Figura 4 : - Edição do modelo

Permite a geração automática de modelos, o nome dos modelos pode ser gerado a partir da sobreposição da identificação das fotos ou mesmo a partir de informações para a geração sequencial dos nomes. Na edição do modelo, são inseridos os números das fotos da esquerda para a direita no identificador (ID).

3 - IMAGESTATION PHOTOGRAMMETRIC DIGITAL MENSURATION- ISDM (medição digital fotogramétrica)

ImageStation Digital Mensuration (ISDM) permite a medição dos pontos necessários para o processo de orientação do par estereoscópico. O ISDM possui funcionalidades para realização da Orientação Interior, Orientação Relativa, Orientação Absoluta.

Nestas orientações ocorre a estereoscopia pela sobreposição lateral de 60% e longitudinal de 30% aproximadamente, em cada duas fotos formando blocos, utilizamos óculos 3D para a visualização das mesmas. Uma precisão de até 3 mm atende bem as necessidades da fotogrametria à curta distância, desde que os dados sejam adquiridos do ponto de vista dos recobrimentos aerofotogramétricos, ou seja, imagens com superposição lateral e longitudinal adequadas e perpendiculares ao eixo óptico do objeto ou área em estudo.

A orientação consiste basicamente na reconstrução da posição exata da câmara no momento da obtenção da foto; posição consiste em um ponto no espaço, ou seja, três coordenadas (X1, Y1, Z1) e três rotações (Kapa, Fi, Omega) para cada uma das fotos.

O processo de orientação se divide em duas fases:

Orientação Interior Orientação Exterior

A Orientação Interior relaciona as coordenadas da câmara com as coordenadas da imagem. A Orientação Exterior consiste na reconstrução da posição de uma fotografia em relação à outra e se subdivide em Orientação Relativa e Orientação Absoluta; a Orientação Relativa consiste no relacionamento das fotos que possuem sobreposição enquanto a Orientação Absoluta estabelece a relação das fotos com a fachada ou seja com seus pontos de controle.

3.1 Orientação Interior (OI)

É a primeira orientação a ser executada sobre a imagem. Esta orientação determina o relacionamento entre as coordenadas fiduciais calibradas e as coordenadas de imagem (pixel). A posição calibrada de duas ou mais marcas fiduciais (pontos de referência definidos pelo certificado de calibração da câmara e medidos sobre cada foto para definir o sistema de coordenadas de câmara) são utilizadas para calibrar a imagem, este comando permite ao usuário medir a posição das marcas fiduciais de cada imagem.

O usuário deve medir um número mínimo de fiduciais por imagem para o cálculo da Orientação Interior. O número mínimo depende do tipo de transformação que está sendo calculado. Quanto mais pontos são obtidos, mais redundante a solução para a Orientação Interior será.

Durante a Orientação Interior, o usuário pode rever os resíduos e parâmetros da transformação e conseqüentemente medir novamente, apagar ou mesmo retirar temporariamente pontos (a fim de testar a precisão do mesmo). Ao salvar a Orientação Interior o produto grava os resultados para restaurar a orientação a posteriori. Os valores resultantes da orientação interna mostraram um resíduo máximo de 5μ , que representa 0.28 do tamanho do pixel de 14μ .

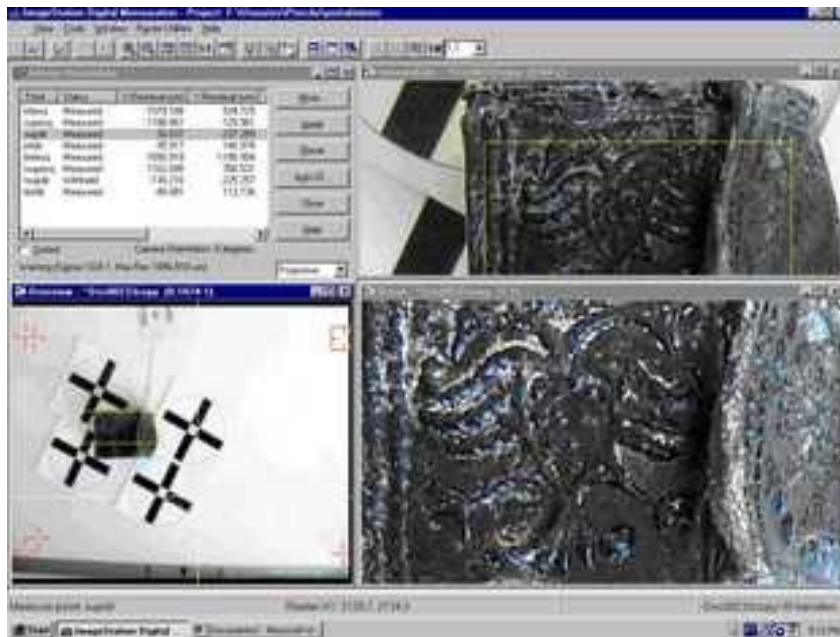


Figura 5 : Orientação Interior – Imagem 233 (face 1 porta tinteiro)

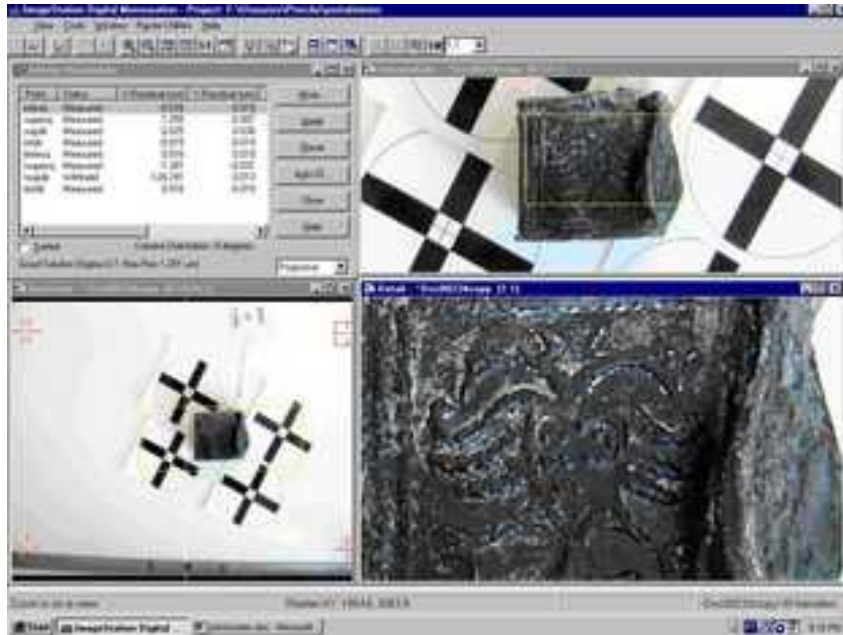


Figura 6 : Orientação Interior – Imagem 234 (face 1 porta tinteiro)

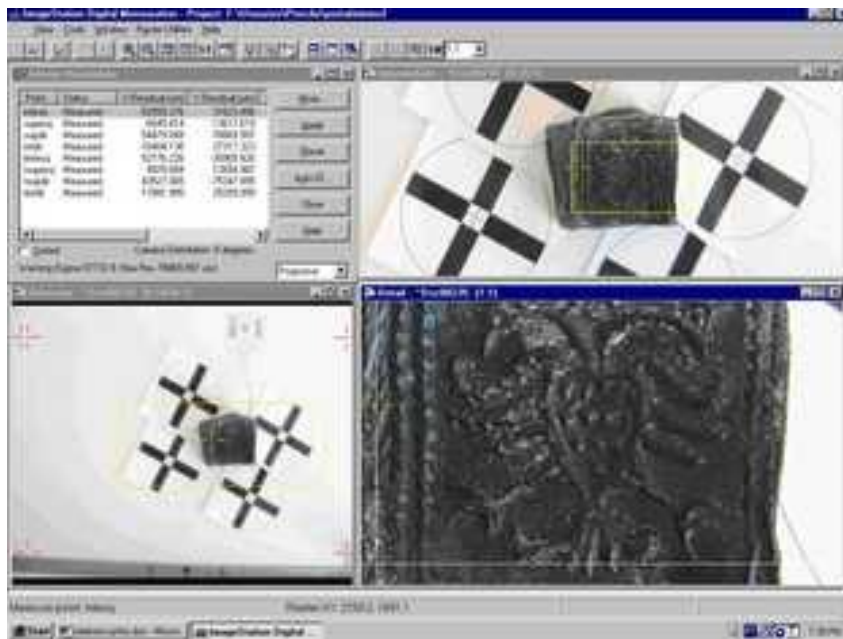


Figura 7 : Orientação Interior - Imagem 235 (face 2 porta tinteiro)

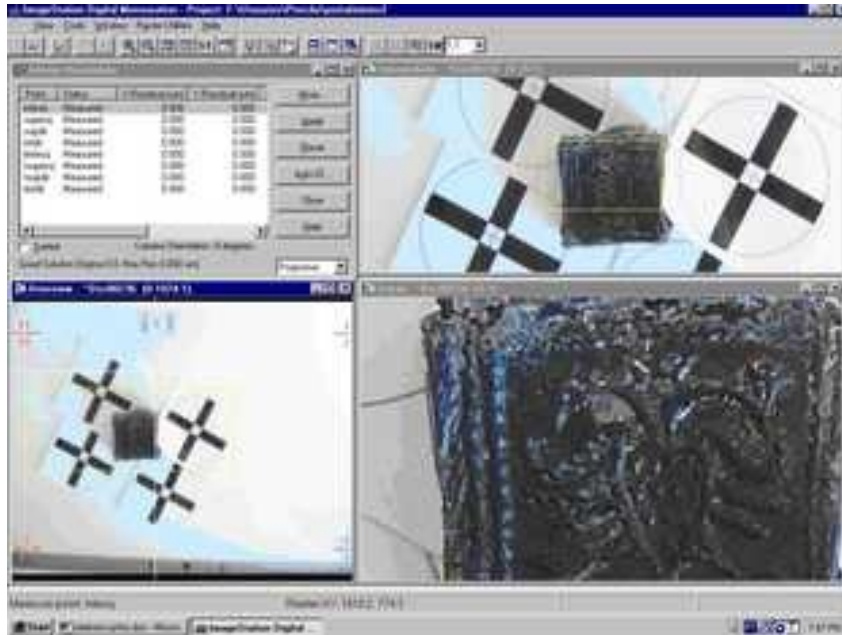


Figura 8 : Orientação Interior - Imagem 236 (face 2 porta tinteiro)

3.2 Orientação Relativa (OR)

É o processo que determina o relacionamento entre as imagens; OR permite as coordenadas de um ponto (X,Y,Z) e atitude (coordenadas do centro perspectivo de cada foto e suas rotações x , y , z , k , μ , w) de uma foto em relação à outra foto. A OR permite que o usuário selecione um grupo de pontos de passagem (Tie points) e pontos de paralaxe (Parallax Points- após a medição do ponto na foto da esquerda, medir o mesmo ponto na foto da direita). Os pontos de passagem são pontos que devem ser coletados de forma bem distribuída na área de sobreposição das fotos e são utilizados como ligação de uma foto para outra. Pontos de paralaxe são pontos coletados sobre feições gráficas bem definidas.

Uma transformação matemática é calculada levando em consideração as coordenadas para o mesmo ponto na foto da direita e da esquerda. Os resultados são apresentados na forma de resíduos, paralaxe em Y, somatória das redundâncias entre outros parâmetros estatísticos.

Antes de iniciar a medição de pontos para a OR, o usuário deve executar uma OI sobre ambas as fotos que irão formar o modelo.

O usuário deve medir um mínimo de 6 (seis) pontos bem distribuídos para o cálculo da OR. Pontos de controle (Control Points) e checagem (Check Points) devem ser medidos como pontos de paralaxe caso o usuário desejar. Estes pontos são então utilizados no processo de Orientação Absoluta como pontos de controle.

As figuras abaixo apresentam fotos com seis pontos em comum com outra foto do modelo, detalhes de cada foto e sobreposição das fotos e detalhes em stereo, assim como coordenadas dos pontos em comum.

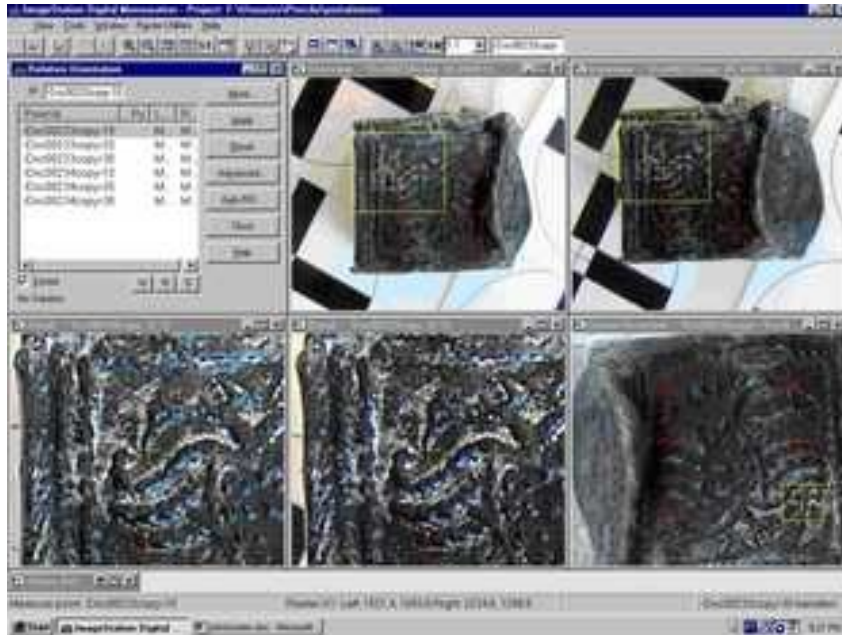


Figura 9 : orientação relativa imagem 233+234

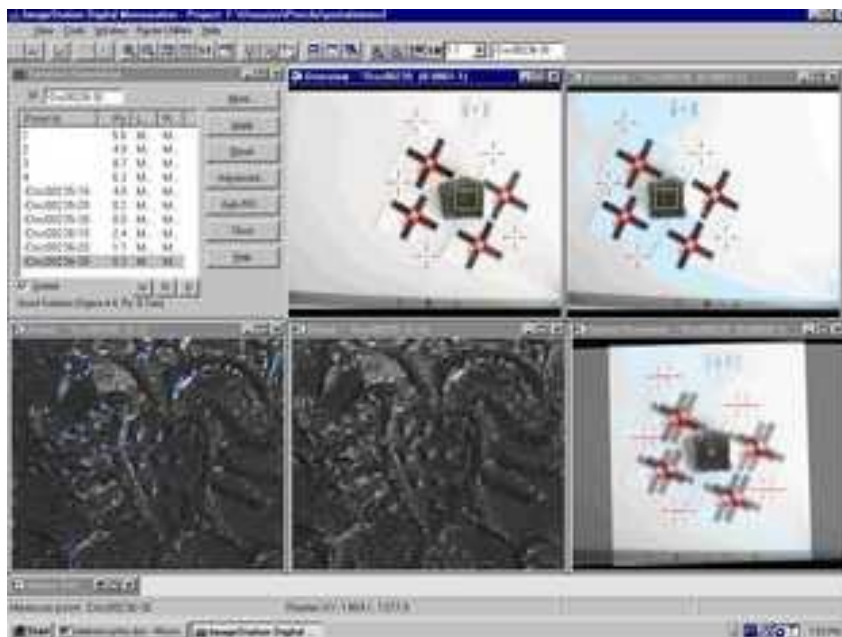


Figura 10 : orientação relativa imagem 235+236

3.3 Orientação Absoluta (OA)

Última orientação a ser executada sobre o modelo, a Orientação Absoluta determina o relacionamento entre as coordenadas do modelo (Model coordinates) e as coordenadas da fachada (Ground coordinates). Neste processo deve-se medir os pontos de controle. Pontos de controle são pontos com coordenadas da fachada conhecidas que serão utilizadas no cálculo da AO.

Durante a AO uma transformação matemática é calculada usando as coordenadas medidas e as coordenadas de modelo. O resultado é apresentado na forma de parâmetros da transformação, resíduos entre outros dados estatísticos. O usuário deve medir topograficamente pelo menos 4 pontos de controle por modelo para calcular a AO.

Uma vez definidos, usa-se o MicroStation para a execução do desenho tridimensional das fachadas

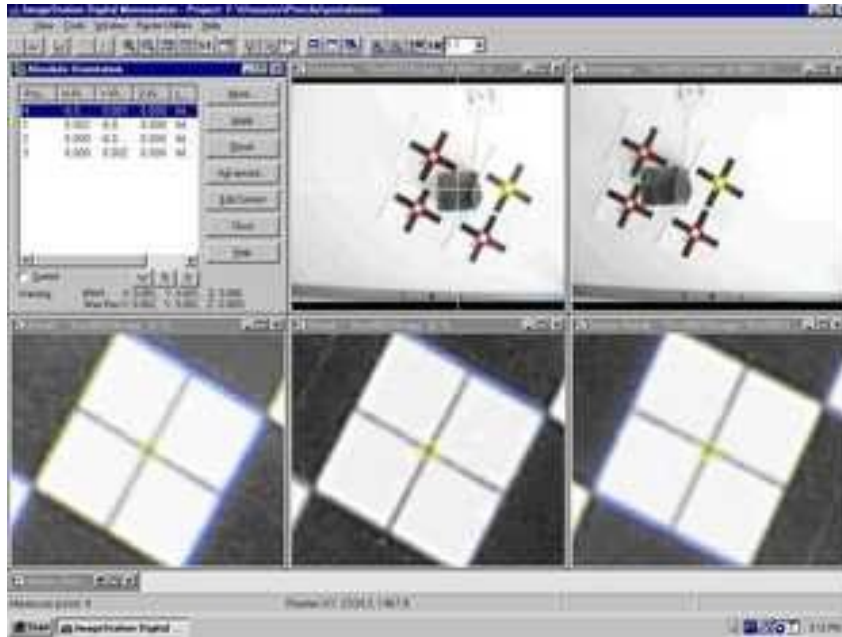


Figura 11 : Orientação absoluta lateral 1 do Porta Tinteiro imagem 233+234

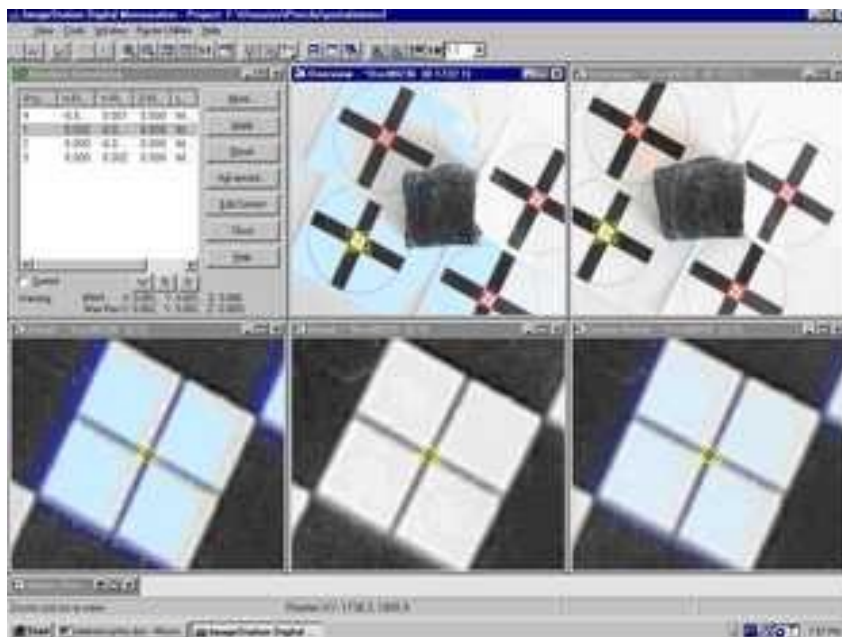


Figura 12 : Orientação absoluta lateral 2 do Porta Tinteiro imagem 235 + 236

4. STEREO DISPLAY

ImageStation Stereo Display (ISSD) fornece o ambiente gráfico para trabalhos de restituição através de um conjunto de ferramentas para definição de feições, digitalização tridimensional e edição; o mesmo também trabalha em conjunto com o ImageStation Feature Collection (ISFC) e utiliza os modelos fotogramétricos gerados pelo produto ImageStation Digital Mensuration (ISDM).

O ambiente gráfico do ISSD apresenta além das opções convencionais de visualização um tipo especial de vista denominada Stereo, possuindo comandos específicos para manipulação e digitalização. A restituição é executada por blocos pré-definidos

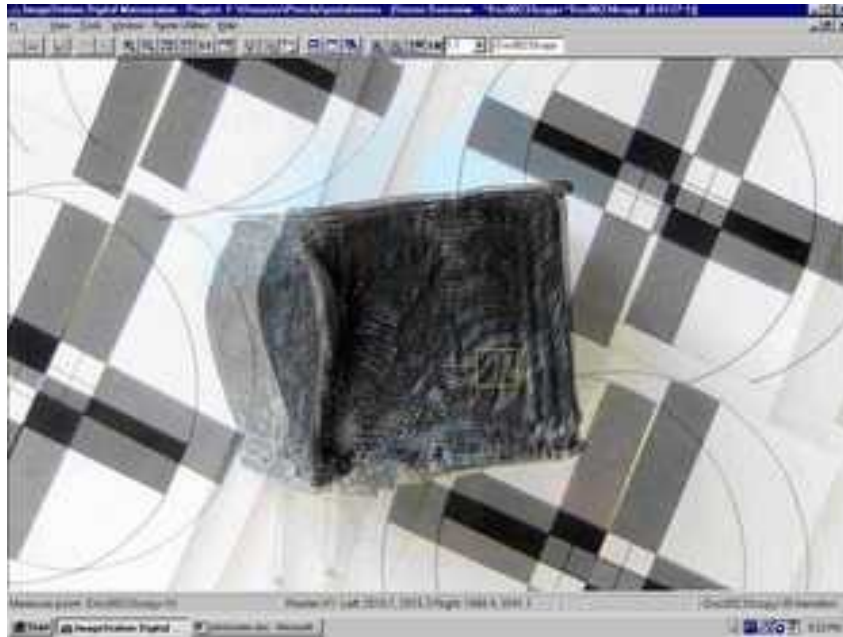


Figura 13 : em stereo 3d – para ser observada com óculos de cristal líquido em 3d, imagem 233+234

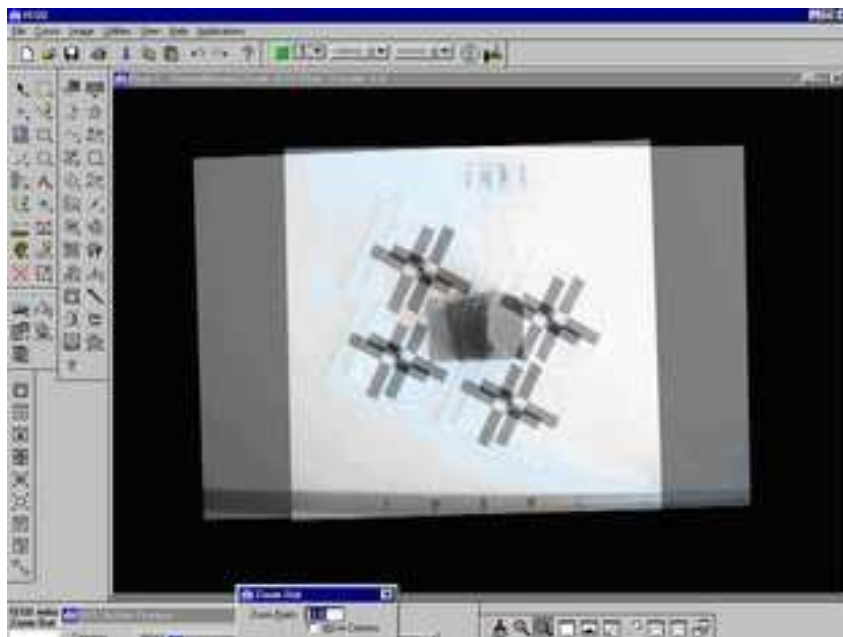


Figura 14 : em stereo 3d – para ser observada com óculos de cristal líquido em 3d, imagem 235+236

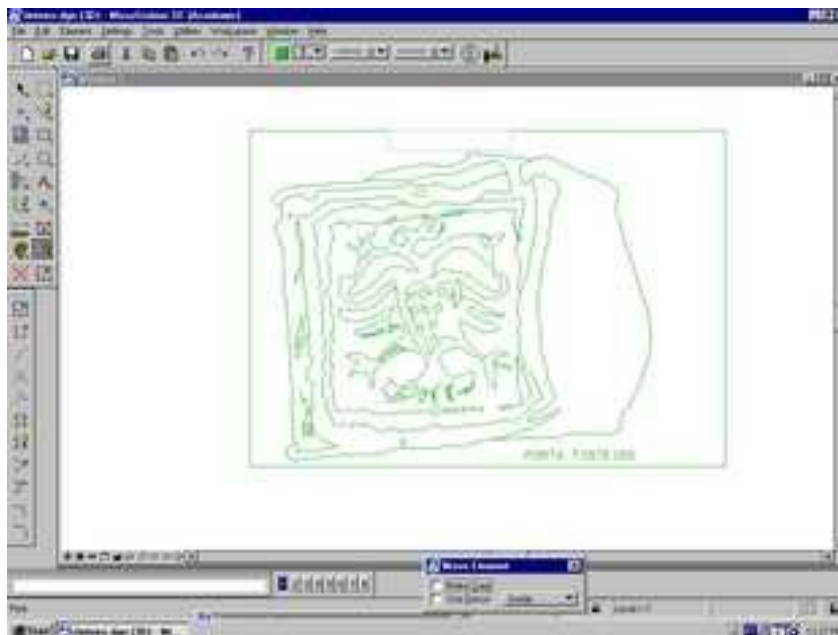


Figura 15 : Restituição Fotogramétrica lateral 1 do Porta Tinteiro

5. CONCLUSÕES

O relato dos resultados visa oferecer evidências que esclareçam a potencialidade da fotogrametria como método de avaliação de peças históricas.

A relevância do trabalho está em utilizar técnicas de restituição fotogramétrica para fins de intervenções em peças de caráter histórico; analisada através do uso da fotogrametria arquitetural digital, ocorreu desta maneira a fusão da História com a Tecnologia; explorando-se o potencial do software ImageStation SSK, definindo a melhor utilização dele de acordo com o grau de detalhamento e o uso desejado, fornecendo ferramentas para a documentação, conservação e preservação históricas.

O emprego da fotogrametria a curta distancia representa uma solução técnica e economicamente viável (devido ao tempo de execução de todo processo, possuindo precisão milimétrica), para auxílio no processo de inventário do patrimônio cultural .

A realidade mundial e brasileira visto no campo da pesquisa é gigantesca quando analisamos que a fotogrametria arquitetural, principalmente digital, agiliza e permite que exista um banco de dados sobre a obra, facilitando que em qualquer época de sua existência sejam executados restauros com grande precisão, preservando a identidade de seu povo e nação.

Os campos de aplicação da Fotogrametria estendem-se em função do desenvolvimento e aperfeiçoamento de suas técnicas que permitem atualmente a restituição gráfica contínua, homogênea e objetiva de objetos, monumentos, espaços urbanos e sítios arqueológicos.

Como sugestão para projetos futuros a utilização da fotogrametria a curta distancia, juntamente com bancos de dados voltados para internet, ou redes locais, aspectos que podem ser abordados no desenvolvimento de projeto futuros; assim como a construção de cenários em 3D para estudos e análises de intervenções em sítios históricos.

BIBLIOGRAFIA

- ACKERMANN F., Hahn M., (1991) Image Pyramids for Digital Photogrammetric System, by Ebner H. et al., Herbert Wichmann Verlag ISBN 3-87907-234-5, Karlsruhe.
- ACKERMANN F., (1991) Structure Changes in Photogrammetry In: Proceedings of the 43th Photogrammetric Week, Stuttgart.
- ALTROCK P., (2004) Aplicações da Fotogrametria Arquitetural Digital na Documentação de Edificações Históricas – Estudo das Obras do Brigadeiro Joseph da Silva Paes, séc. XVIII. Florianópolis, Tese de Doutorado, Engenharia de Produção, UFSC
- ATKINSON, K. B., (1996) Close Range Photogrammetry and Machine Vision, Whittles Publishing,.,

371 páginas.

- ANDRADE, J. Bittencourt de. (1998) *Fotogrametria*. Curitiba, SBEE, , 258p..
- BOLLA, G. (1984)- Sub Diretor do Setor de Cultura e Comunicação da UNESCO - *Le fil des Pierres - Photogrammètrie et Conservation des Monuments* - Kodak-Pathé, Institut Géographique National, Caisse National des Monuments Historiques et des Sites, França,.
- CAPANNI, G.; FLAMIGNI, F. (1996) *Siscam Softcopy Photogrammetry Workstation*. In: *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Congress*, Vienna. Anais. Viena: ISPRS, 1996. Vol 31.
- DALLAS, R.W.A. (1996) *Architectural and archaeological photogrammetry*. In: K.B. Atkinson (Edit.) *Close range photogrammetry and machine vision*. Scotland: Whittles Publishing.
- GOMES, C.J.M. et al. (1995) *Anteprojeto do cadastro fotogramétrico de monumentos históricos do Brasil*. In: *Congresso Brasileiro de Cartografia, 1995*, Salvador. Anais. Salvador: SBC.
- KARARA, H. (1989) *Non-Topografic Photogrammetry*. 2.ed. Falls Church: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing,
- YASTIKLI, N., ALKIS Z. (2003) *Documentation of cultural heritage by using digital close range photogrammetry*. In *CIPA XIX th INTERNACIONAL SYMPOSIUM*, Anais, Antalya, Turkey,
- WALDHÄUSL, P.; PEIPE, J. (1992) *Control information in architectural photogrammetry*. In *CIPA INTERNACIONAL SYMPOSIUM*, Anais, Cracow,