

Utilização do Photomodeler na Geração de Modelos tridimensionais e de Ortofotos terrestres de Monumento histórico

Vanessa Costa Maranhão¹
Weyller Diogo Albuquerque Melo²
Gleice Pereira Da Silva³
Prof. Dr. Carlos Alberto Borba Schuler⁴

UFPE - Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e
Tecnologias da Geoinformação
Centro de Tecnologia e Geociências - CTG
Departamento de Engenharia Cartográfica - DECART
50670-901 Recife PE
¹Vanessa.maranhao@oi.com.br
²wdiogo@gmail.com
³gleice750@ig.com.br
⁴abschuler2000@yahoo.com.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é a aplicação de técnicas fotogramétricas na geração de modelos tridimensionais e ortofotos terrestres de monumentos históricos a partir do uso do software Photomodeler. Para tal tomou-se como objeto de estudo a estátua do Reitor Joaquim Amazonas, localizada no Campus Universitário da UFPE – Recife. O Photomodeler permitiu a calibração de câmara fotográfica não métrica, processamento e ajustamentos das fotografias do monumento obtidas em campo e como resultado gerou-se uma ortofoto terrestre e uma animação 3D do monumento, além de verificar a possibilidade para outros formatos. Verificou-se o potencial desta técnica, de baixo custo, que pode ser empregada em restaurações e conservações de monumentos históricos.

Palavras chaves: Photomodeler, Ortofoto, Modelo Tridimensional, monumentos históricos.

Abstract: The objective of this work is the application of photogrammetric techniques to generate three-dimensional models and orthophotos land of historical monuments from the use of PhotoModeler software. To this was taken as an object of study the statue the Rector Joaquim Amazonas, located on the campus of the University UFPE - Recife. The PhotoModeler allowed the calibration of non-metric camera, processing and adjustments of the monument photographs obtained in the field and as a result led to an orthophoto land and a 3D animation of the monument and to check the possibility for other formats. There was the potential of this technique, low cost, which can be used in restorations and conservations of historical monuments.

Keywords: PhotoModeler, orthophoto, Three-Dimensional Model, historic monuments.

• 1 Introdução

A fotogrametria é a ciência e tecnologia de obtenção de informações métricas e não métricas de um determinado objeto ou lugar sem que haja contato físico com o operador. Com isso a fotogrametria terrestre trata da obtenção dessas informações a partir de plataformas terrestres, ou seja, em locais na superfície com coordenadas conhecidas ou não. A fotogrametria terrestre trata da aquisição de fotografias de fachadas de edificações, monumentos históricos, modelos de automóveis, entre outras coisas. A fotogrametria terrestre tem a finalidade de obter imagens para auxiliar profissionais em diversas áreas de forma a dar informações métricas e não métricas sobre um determinado objeto, com a câmera instalada numa plataforma terrestre.

O presente trabalho objetiva a geração de um modelo tridimensional da estátua do primeiro reitor da Universidade Federal de Pernambuco, Joaquim Amazonas. Para atingir esse objetivo foi preciso a obtenção de fotografias da estátua, que foram obtidas com a câmera Canon PowerShot SX120 IS. Tal procedimento de trabalho apresentado aqui, possui grande importância pelo fornecimento de informações que auxiliam na manutenção de prédios e monumentos históricos.

O software utilizado para geração desse modelo tridimensional foi o Photomodeler criado pela empresa de Vancouver a Eos System Inc. Primeiramente com ajuda do Photomodeler, foi feita a calibração da câmera fotográfica. Nesta calibração foram obtidos os parâmetros de orientação interna da câmera. Após isso segue-se a etapa de obtenção das fotografias da face esquerda da estátua em questão seguida pela geração do modelo 3D e de uma ortofoto terrestre da face estudada, a partir do processamento no Photomodeler das fotografias obtidas em campo.

2 Localização do Objeto de Estudo

O Objeto de estudo foi o Monumento do Reitor Joaquim Ignácio de Almeida de Amazonas situado no campus da UFPE - Recife. Mais precisamente na frente do Centro de Convenções entre a Avenida Joaquim Amazonas e Avenida dos Reitores. A estátua de Joaquim Amazonas está localizada dentro do jardim defronte ao Centro de Convenções (figura 1).



Figura 1 – Localização da área de estudo



Figura 2 – Estátua Joaquim Amazonas.

2.1 Objeto de estudo

O professor Joaquim Ignácio de Almeida de Amazonas foi o fundador e primeiro reitor da Universidade do Recife. Em sua homenagem uma estátua foi erguida no jardim da UFPE. Nasceu em 07 de abril de 1879, e em 07 de dezembro de 1901 seguindo os passos do pai se formou em Ciências Jurídicas e sociais pela Faculdade de Direito do Recife. Em 28 de outubro de 1939 foi nomeado diretor da Faculdade de Direito do Recife e seu reitorado durou 12 anos.

3 Photomodeler

Este software vem sendo utilizado em várias áreas do conhecimento humano, como Engenharia, Arquitetura, Arqueologia, Animação gráfica, na Reconstrução de acidentes e medições de canalização. Com o *Photomodeler* é possível carregar duas fotografias de ângulos de tomadas diferentes e gerar modelos 3D de objetos. Tal software possui ferramentas para desenho de pontos e retas, o que permite uma melhor qualidade na visualização 3D. Ferramentas de georreferenciamento também fazem parte do *Photomodeler* permitindo dessa forma identificar pontos homólogos em fotografias distintas.

O *Photomodeler* é bastante utilizado por profissionais na área de reconstrução de acidentes, arquitetura, arqueologia, engenharia e gráficos 3D.

4 Materiais e Métodos

4.1 Materiais

- Canon PowerShot SX120 IS
- Tripé fotográfico profissional

4.2 Métodos

4.2.1 Pré-processamento

As etapas de pré-processamento no *Photomodeler* podem ser divididas em:

- **Calibração da câmera:** O processo de calibração de câmeras fotográficas serve para gerar dados que descrevem a geometria interna da câmera. Segundo BROWN (1966) o procedimento de calibração de uma câmera trata de um procedimento de obtenção de parâmetros intrínsecos. Uma grande quantidade de estudiosos ainda acreditam que entre os parâmetros de orientação internas deve haver seus respectivos desvios padrões. Para câmeras digitais devem ser obtidos: distância focal calibrada (f); coordenadas do ponto principal da fotografia (X_0 , Y_0); parâmetros de distorção radial simétrica (K_1 , K_2 , K_3); parâmetros de distorção descentralizada (P_1 , P_2).
- **Planejamento para um recobrimento fotogramétrico:** As etapas básicas que devem ser levadas em consideração no planejamento do levantamento fotogramétrico são:
 -
 - **Contatos preliminares:** É sempre viável entrar em contato com os responsáveis pelo local que será levantado para garantir que o acesso é permitido e se há informações descritivas e gráficas da área.
 -
 - **Planejamento do levantamento:** Nesta etapa é desejável o reconhecimento do local onde será realizada a cobertura fotogramétrica e elaboração do planejamento do levantamento: Trata-se de ir ao campo numa visita preliminar levando equipamentos de medições e de reconhecimento do local que auxiliem no planejamento (no caso de fotogrametria terrestre leva-se câmera fotográfica, trena, clinômetro ou estação total, prancheta para desenho de croqui, etc.), levando em conta os fatores de localização geográfica, acessibilidade ao local, relevo do terreno, área urbana ou rural, verificação de obstáculos (naturais e/ou artificiais), horários de melhor tomada das fotografias, condições atmosféricas do local, etc.

Coletadas as informações para o planejamento estas serão usadas na definição das especificações do trabalho fotogramétrico. Tratando-se da fotogrametria terrestre esta etapa consiste em ir ao local a ser levantado com equipamentos de reconhecimento, proceder a medição do objeto a ser levantados (largura de fachada, largura lateral, altura, etc), realizar cálculos (de posse das informações e previamente conhecida a distância focal da câmera a ser utilizada, calculam-se: a distância da linha de estações câmeras para a escala desejada, a distância real da área de abrangência na fotografia, a cobertura longitudinal, a cobertura transversal, o números de faixas, o número de fotografias por faixa, o número de estações da câmera, etc) e definem-se os equipamentos, dias de trabalho, software do processamento e horários que serão usados no planejamento.

4.2.1.1 Calibração da câmera usando o Photomodeler

A seguir descreve-se os procedimentos utilizados neste trabalho para a calibração da câmera: A câmara utilizada foi a câmera não métrica, Canon Power Shot SX120 IS, cuja distância focal segundo o fornecedor seria de 6.0mm. Para sua calibração usamos uma malha de pontos impressos em A0, onde se tomou fotos em diferentes posições para obter as fotografias a fim de processar no Photomodeler e achar os parâmetros e distorções da câmera.



Figura 3 - malha de pontos



Figura 4 – Tomadas fotográficas para calibração;

Procedimentos de calibração da câmera no Photomodeler:

- a partir da caixa de dialogo pelo “câmera calibration”, primeiramente, importou-se para o software Photomodeler as 12 fotos que foram tomadas da malha de pontos , Clicou-se em Add/Remove Image(s) -> Change diretory e foi selecionado o diretório onde as imagens estavam salvas. A ferramenta All permitiu selecionar todas as imagens, verificou-se ainda que, se caso desejado, era possível selecionar uma por uma. Em seguida clicou-se em -> Ok. -> Next -> Finish.
- O passo seguinte foi a execução da calibração da câmera fotográfica, clicando em Execute Calibration, na caixa de mensagem aberta no centro da tela. A calibração se dá automaticamente, levando alguns minutos dependendo da qualidade da imagem.
- Em ->Show Report é possível visualizar e importar, através do -> White to text file os dados da câmera pós-processada.
- Clicou-se em -> close, o software pergunta se deseja-se adicionar a câmera à biblioteca, para sua adição procede-se em ->add Yes.

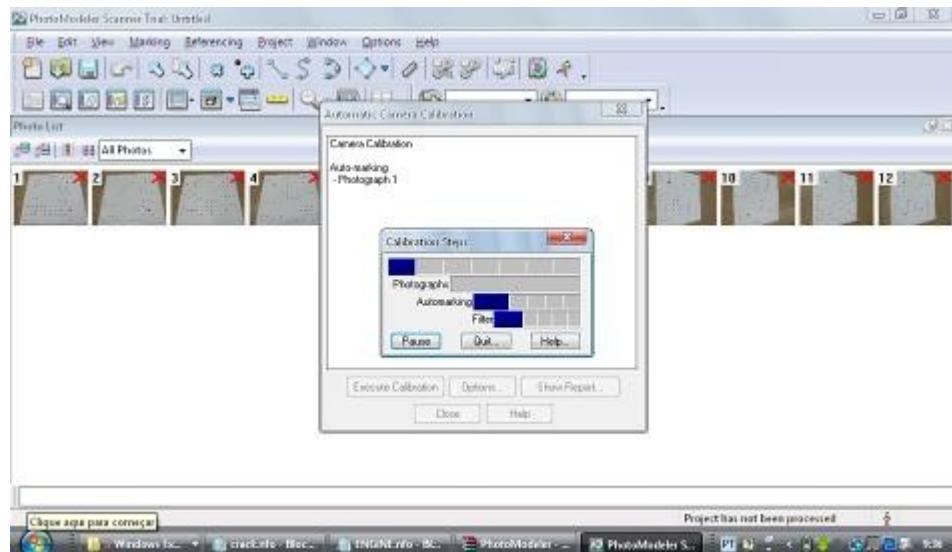


Figura 5 : processamento da calibração

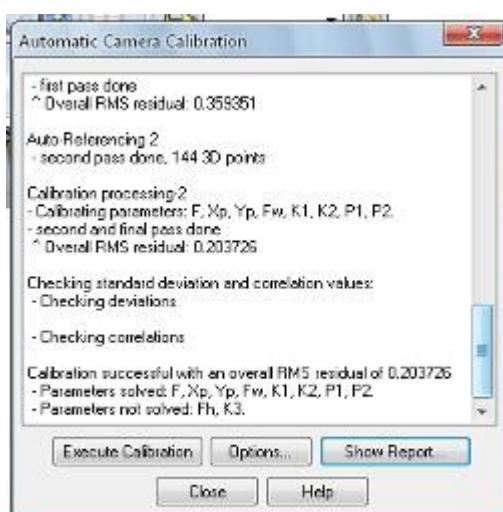


Figura 6 : Dados da calibração;

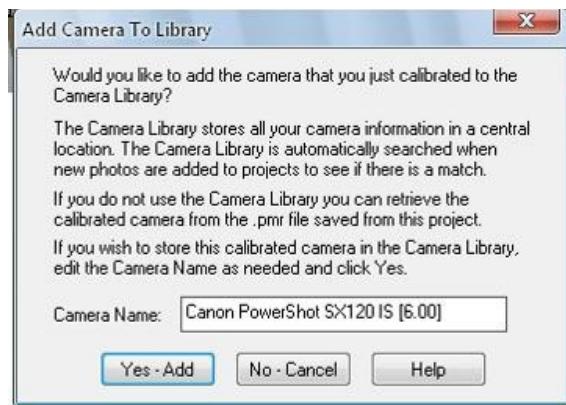


Figura 7 : inserção de nova câmera

4.2.1.2 Planejamento do levantamento

O reconhecimento do local a ser levantado foi realizado no dia 5 de novembro por volta das 14:00. Para o reconhecimento foram levados os seguintes equipamentos:

- 1 trena de 50 metros granux
- 1 celular Samsung Galaxy com câmera (para fotos do local)
- 1 prancheta + folhas de A4 + lápis + borracha (para desenho do croqui)

No reconhecimento do campo constatou-se que a estátua do Magnífico Reitor Joaquim Amazonas estava localizada sobre uma placa a certa altura do chão e ao seu lado esquerdo havia obstáculos (árvores), o que impediria tomadas a distâncias superiores a 4,25m.

4.2.2 Levantamento de campo

O trabalho de campo foi realizado no dia 12 de novembro de 2011, em horário das 14:30h às 16:30h, para tal estabelecido previamente. Foi calculado qual deveria ser a escala média desejada assim, como $f=6,0\text{mm}$, usando uma distância de aproximadamente $d=4,20\text{m}$ para tomada. Teríamos $E=f/d$. Logo $E=1/700$. E assim posicionamos a câmera a uma distância de 4m do objeto (estátua).

Contudo devido à altura da estatua ainda não foi possível tirar as fotografias da parte superior da Estátua, pois o ângulo de inclinação ficava muito grande. Então optou-se, pelo fato deste trabalho se tratar de cunho didático com intuito de conhecer os procedimentos da fotogrametria terrestre, adotou-se como novo objeto de teste apenas as estátuas inferiores que fazem parte do conjunto de estátuas do Reitor Joaquim Amazonas. Ainda assim a inclinação era um pouco acentuada, e não havia andaimes a disposição; logo a alternativa encontrada foi o uso de uma mesa rígida, de modo que permitisse o nivelamento da câmera através da bolha do tripé com o menor movimento possível. Assim foram tomadas 03 fotografias da face esquerda em diferentes perspectivas da parte inferior da estátua



Figuras 8 a 10 : 8 -Face frontal-esquerda; 9 - Face lateral-esquerda; 10 - Face posterior-esquerda;

4.2.3 Processamento no Photomodeler

No presente trabalho utilizou-se a versão 6.2 do Photomodeler, algumas ferramentas podem variar de uma versão para outra, mas no contexto geral os procedimentos são semelhantes.

4.2.3.1 Importando as Fotografias

- No menu Getting Started em -> point-based Project;
- Especifica-se quais as fotos farão parte do projeto e clique em “Next”;
- Observou-se o surgimento de uma caixa de dialogo informando que as fotos pertencem à câmera correspondente da tomada, já que a mesma já foi adicionada anteriormente à livraria de câmera do Photomodeler. -> ok;
- Selecionou-se todas as fotos e clicou-se em “abrir fotos” -> 
-

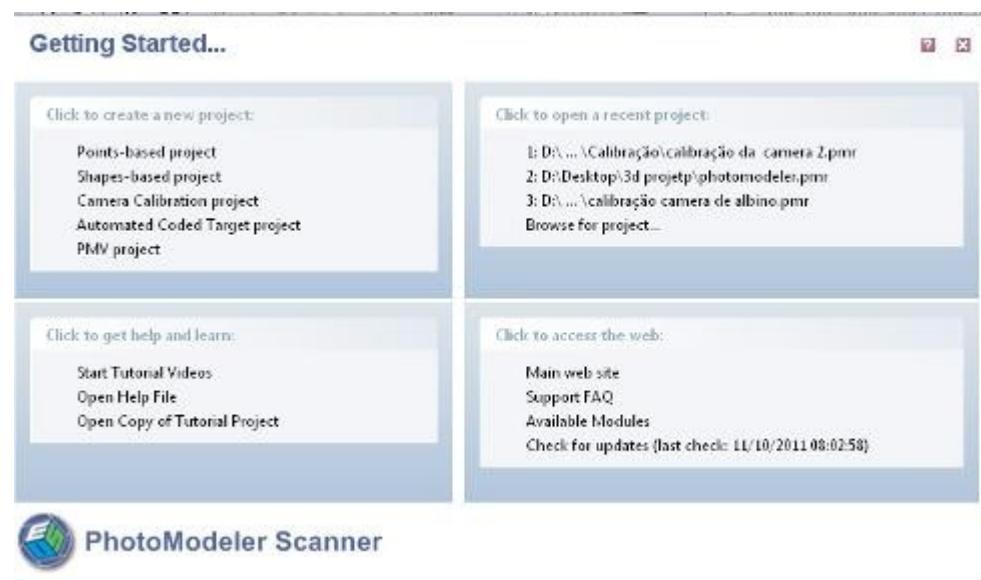


Figura 11 - caixa de diálogo Getting Started

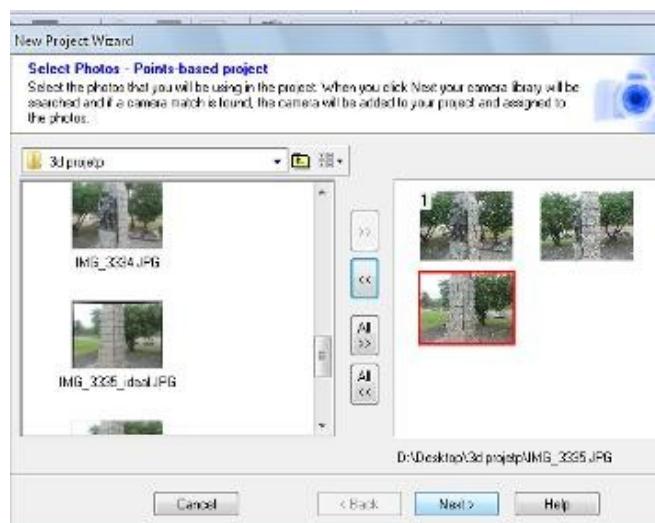


Figura 12 – adicionando fotos

4.2.3.2 Marcação e referenciamento dos pontos

- Para a marcação de pontos, selecionou-se a ferramenta  marking ->mark lines mode ou  Para garantir a precisão escolhemos pontos na foto do meio de fácil identificação nas outras duas fotos. Os pontos foram marcados em alvos previamente colocados ou em pontos distintos da foto.
- Para referenciar pontos, o primeiro passo foi clicar no botão do modo de referência. Selecionou-se a foto de origem e de destino. As fotos apareceram lado a lado na tela se a opção auto tile windows estiver ativada. Após isso o botão “referenciar” pontos selecionando . Para esse tipo de projeto, sempre deverão ser marcadas referências no máximo de fotos possíveis. É necessário que cada ponto apareça em no mínimo duas fotos.

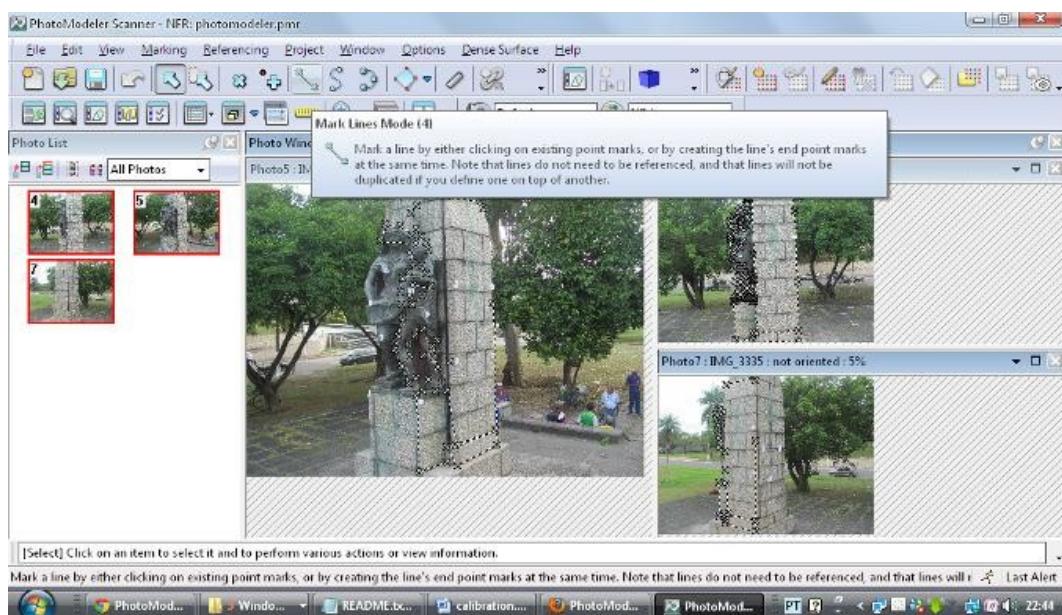


Figura 13 – Fotografias com os pontos referenciados.

Antes de executar o processamento do dados propriamente dito, o Photomodeler permite que seja avaliada a expectativa de um resultado, a partir de algumas estatísticas dos pontos identificados. É possível ver quais fotos podem ser processadas. Se a foto não puder ser processada, devem ser localizados os erros que ocasionaram tal fato.

A ferramenta photo table abre uma tabela contendo diversas informações sobre cada foto, A ferramenta point table quality abre uma tabela contendo informações da qualidade dos pontos, etc.

4.2.3.3 Processamento

- Depois de marcados e referenciados os pontos, o projeto está pronto para ser processado. Para isso,acionamos o botão process ou clicamos em F5.
- Surgindo então uma caixa de dialogo com várias informações do projeto, clicou-se em ->process;
- Clicou-se então em OK para finalizar o processamento.
- Através da ferramenta “open 3D view” foi possível visualizar o modelo 3D já processado.

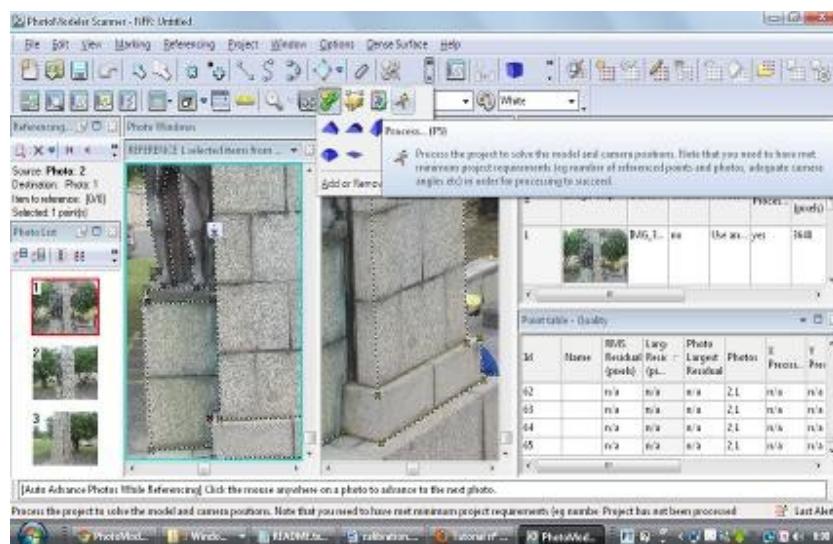


Figura 14 – processamento

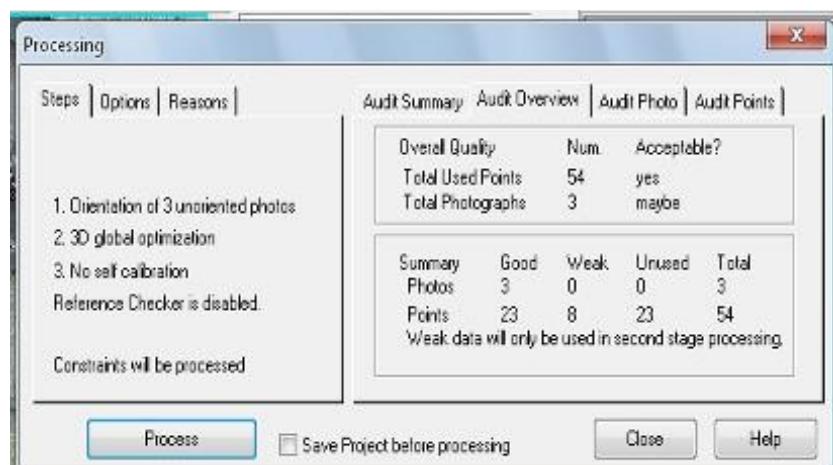


Figura 15 – caixa de dialogo do processamento;

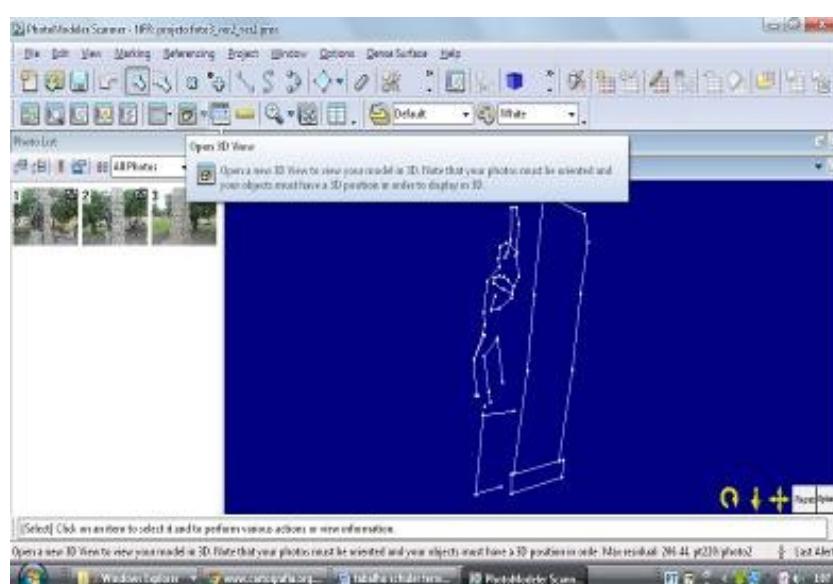


Figura 16 – visualização tridimensional

Se o Photomodeler for capaz de processar o projeto, ou seja, se não existirem muitos erros, um gráfico contendo dados sobre os resíduos do projeto será formado na tela. Uma barra é acrescida a cada iteração feita pelo programa e essas barras devem ficar menores. Caso não fiquem, o programa não conseguirá finalizar o processamento. Na parte de baixo do gráfico aparece ainda o número de iterações feitas e o resíduo total do projeto.

O gráfico é separado em duas partes por uma barra cinza. A primeira parte corresponde à primeira fase de otimização e a segunda parte corresponde à segunda otimização e auto-calibração. Através do “Show report” pode-se obter informações mais detalhadas do ajustamento.

4.2.3.4 Adição de novos pontos, linhas e superfícies (caso necessário)

Após o processamento, podem ser marcados novos pontos, linhas, bordas e superfícies. Marcando e referenciando pontos, o projeto precisa ser processado novamente, o que não acontece com a marcação de linhas, bordas e superfícies. Isto pode ser possível, através do menu project>post processing modification.

Determina-se se as linhas e/ou pontos estão em uma mesma reta, ou mesmo plano ou são os vértices de um cubo. Para isso, deverão ser selecionados os pontos e escolhida uma das opções: fit to line, fit to plan ou fit to grid.

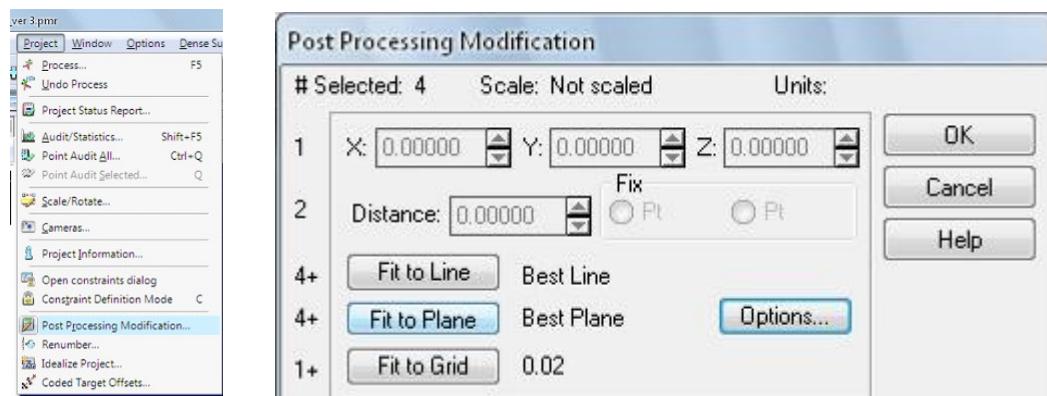


Figura 17 – ferramenta “post Processing modification”.

4.2.3.5 Fazendo medições e definindo a escala

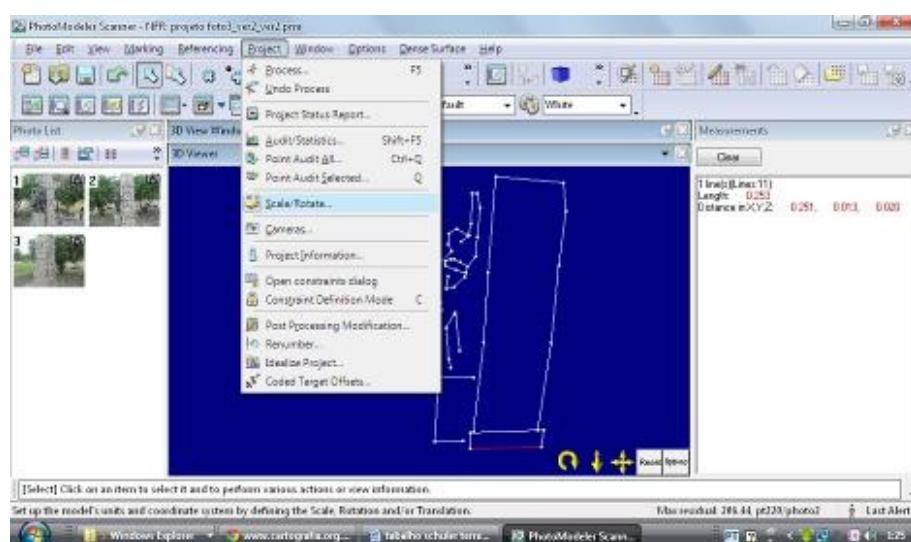


Figura 18 – ferramenta “scale/rotate”

Para definir apenas a escala do modelo, basta selecionar 02 pontos, entrar com a distância real entre eles e apertar o botão “define”. Para definir a orientação do modelo, 03 pontos devem ser selecionados. Depois, os eixos devem ser definidos. Seleciona-se um ponto para definir a direção de um eixo e outro para definir a direção do outro eixo, a partir da origem.

Com o modelo orientado e posto em escala, todas as medições entre os pontos são calculadas automaticamente pelo PhotoModeler. Com a ferramenta “measure mode”  selecionada, clica-se em um ponto para obter suas coordenadas ou em dois pontos para a distância entre eles.

- Em -> Project -> scale/rotate -> units & scale podemos entrar com a distância real previamente medida em campo clicamos então em define para que o valor real do terreno seja inserido e OK.

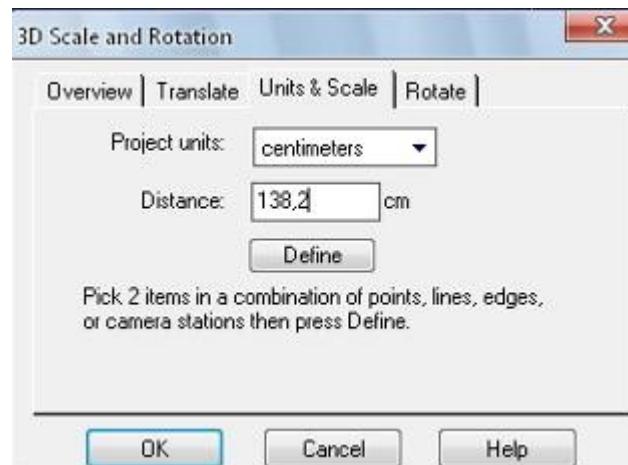


Figura 19 - ferramenta “units & scale”

• Exportando o projeto

No menu -> file -> export , há três maneiras de exportação o meu projeto:

- Export model (exporta para várias estensões de outros softwares. Exemplo: dxf; shp)
- Export Orto Photo (gera uma Ortofoto)
- Export 3D view animation (gera uma animação do projeto)

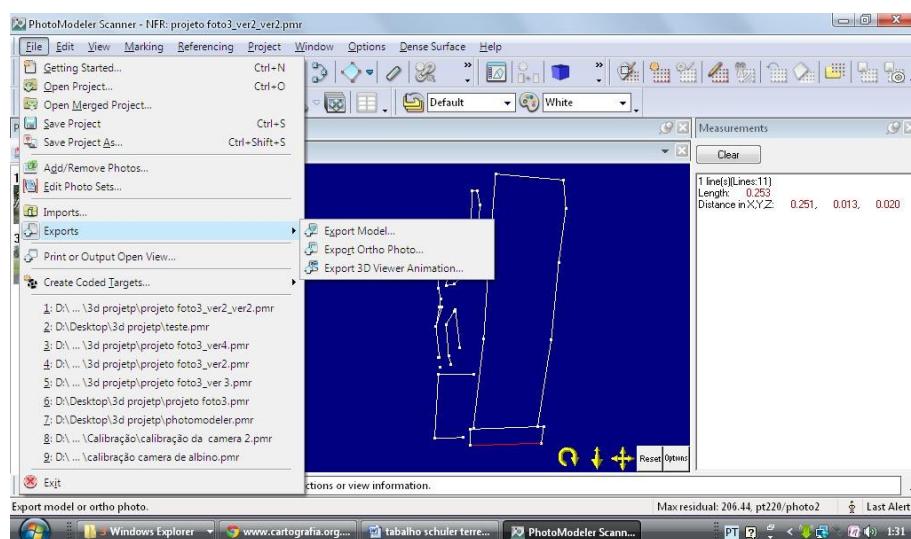


Figura 20 – opções de exportação do projeto.

Embora o solicitado para este trabalho tenha sido a geração de uma ortofoto testou-se as outras opções de exportações do Photomodeler e obtiveram-se bons resultados. Antes de exportar, dependendo do tipo de projeto que se deseja, faz-se necessário usar o comando “path mode”  para gerar a superfície.

5 Resultados

5.1 Usando o “Export 3D view animation”

A principal vantagem neste tipo de exportação é a sua utilidade em apresentações e em edição de vídeos de animações. É produzido um vídeo animado onde se é capaz de configurar a quantidade de cenas e o tempo do mesmo.

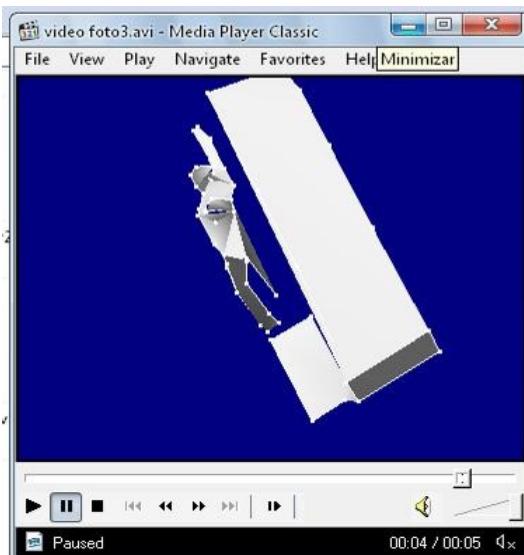


Figura 21 – Resultado do monumento em animação 3D em extensão avi.

5.2 Usando o “Export Orto Photo” solicitado no trabalho



Figura 22 – Resultado da ortofoto da face esquerda do monumento

6 Conclusões

Com este trabalho é possível perceber que o uso do Photomodeler se mostra um software eficiente na geração de ortofoto terrestre e animações 3D, além de outros formatos. A ortofoto e o modelo 3D gerados da face esquerda da Estátua do Reitor Joaquim Amazonas poderia ter atingido melhor modelagem com a intensificação de alvos de papel na estátua, permitindo assim um menor resíduo e maiores detalhamentos.

É possível perceber na figura 22 que a face esquerda plana ficou bem caracterizada, atingindo uma boa ortorretificação, porém a estátua propriamente dita ficou distorcida. Isso se deve ao fato de que não há uma regularidade na face da estátua; também é possível perceber que há pontos em escuro (vazios), estes trechos ficaram dessa forma devido a falta de sobreposição das fotografias. Com base nisso é recomendável que, nesse tipo de levantamento, sejam feitas mais fotografias com a finalidade de fechar todas as áreas vazias e dessa forma ser gerado um modelo 3D mais bem definido.

7 Referências

- BROWN, D., 1966.** *Decentric distortion of lens. Journal of photogrammetric engineering & remote sensing*, V. 32, n. 3, pp. 444-462
- TIO SAM.** *Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em:* <<http://www.tiosam.org/enciclopedia/index.asp?q=UFPE>> acesso em: 16 de novembro de 2011.
- CÂMERA VERSUS CÂMERA.** *Canon PowerShot SX120 IS. Disponível em:* <http://www.camerasversuscamera.com.br/cameras/cx120/ck_cx120.htm> acesso em: 16 de novembro de 2011.
- TERRA FOTOLOG.** *Encyclopédia Nordeste. Disponível em:* <<http://fotolog.terra.com.br/filosofiadofutebol:1421>> acesso em : 14 de novembro de 2011.
- MEDINA, S.; DALMOLIN, Q.** *Restituição fotogramétrica aplicada à representação de fachadas arquitetônicas.* XXI Congresso Brasileiro de cartografia, Anais.
- CERQUEIRA R.W., SOUZA P.P., ARAÚJO R. L.**, Utilização Do Software Photomodeler Na Conservação e Restauração de Monumentos. Manaus- AM

Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem aos amigos Caroline Martins, José Arimatéia, João Marcos, Túlio, Albino, George França, Hugo Napoleão, Leonardo e João Luis. pelo auxílio nas atividades de campo.