

# Avaliação do Software Photomodeler no Levantamento do Patrimônio histórico

Guilherme Francisco Zucatelli  
Prof. Dr. Carlos Loch

UFSC, Departamento de Engenharia Civil  
88040-970 - Florianópolis - SC  
gzucatelli@hotmail.com  
loch@ecv.ufsc.br

**RESUMO:** O objetivo do trabalho é elaborar uma metodologia e a avaliação para o *software* Photomodeler no uso do levantamento cadastral do patrimônio histórico edificado. O baixo custo dos equipamentos envolvidos, pouco pessoal empregado, agilidade são algumas vantagens deste perante os outros métodos de cadastro. Como exemplo, utilizamos o método na “Nova Casa do Comandante” Fortaleza de Santa Cruz, localizada na ilha de Anhatomirim, na cidade de Governador Celso Ramos. Para isto utilizamos: uma máquina fotográfica *MITSUCA Ds8333BR* (câmera de bolso), uma trena de vinte metros, um tripé p/ máquina fotográfica, *Software* Photomodeler 5 Pro, Computador Pentium 4, 1Gb de memória RAM e 100Gb de memória rígida. Tal trabalho gerou um modelo virtual em três dimensões e exportado para diferentes tipos de *softwares* e utilizado na aplicação de cadastro, pesquisa, ensino, exposição (*internet*), entre outros.

**Palavras Chave:** Fotogrametria a curta distância, Photomodeler, patrimônio histórico.

## 1. Introdução

O objetivo principal deste trabalho é disseminar as técnicas de fotogrametria, utilizando um software específico, no auxílio ao cadastro, conservação e restauração de monumentos históricos. O software Photomodeler traz a grande vantagem de não necessitar caros equipamentos e ser de fácil manuseio. Seus processos e ferramentas automatizados tornam os trabalhos muito produtivos. No Brasil, a escassez de recursos faz com que o cadastro destes monumentos sejam a garantia que um futuro processo de restauração resgate com fidelidade as originais características do monumento. A criação do Arquivo Fotogramétrico do Patrimônio Histórico e Cultural Brasileiro foi proposta pela primeira vez em 1992, sendo que a necessidade de se estabelecer uma regulamentação técnica foi então aprovada em 1993, quando da realização do XVI Congresso Brasileiro de Cartografia. No ano seguinte, convocaram-se os intervenientes e interessados em participar e desenvolver o Anteprojeto do Cadastro Fotogramétrico de Monumentos Históricos no Brasil, apresentado durante o XVII Congresso da SBC, em 1995.

## 2. Fundamentação teórica

### 2.1. Fotogrametria

É a ciência e tecnologia de obter informações confiáveis através de processos de registro, interpretação e medições de imagens. Encontra seu maior campo de atuação na elaboração de mapas em colaboração com outras ciências como Geodésia e Cartografia. Tem como objetivo a reconstrução do Espaço Tridimensional (espaço objeto), a partir de imagens bidimensionais (espaço imagem) (Brito, 2000). A Fotogrametria Terrestre consiste nas atividades de captação de dados gráficos por meio da Fotogrametria utilizando como sensor uma câmara métrica terrestre. As finalidades deste tipo de

levantamento são as investigações para obtenção relações precisas entre objetos e componentes do objeto imageado para serviços especializados de medição e controle de deformações, restauração de patrimônio arquitetônico ou de engenharia civil, restauração de monumentos e arqueologia.

A fotogrametria como método de medição, tem uma série de vantagens sobre as técnicas de levantamento clássico a trena, a saber:

- o objeto não é tocado durante a medição;
- a aquisição rápida de grandes volumes de dados;
- os fotogramas armazenam grandes quantidades de informações semânticas e geométricas;
- as fotografias são documentos legais, refletindo a época de sua obtenção;
- podem ser medidos movimentos e deformações (avaliação temporal);
- os fotogramas podem ser avaliados a qualquer momento, podendo a medição ser repetida várias vezes;
- a precisão pode ser aumentada de acordo com as necessidades articulares de cada projeto;
- superfícies complicadas e movimentos podem ser facilmente determinados com a densidade desejada;
- a estereoscopia é a base para o traçado dos contornos dos objetos.

Nem sempre o projeto arquitetônico original, conforme está esboçado em planta (quando esta existe), confere com os atuais detalhes e medidas da edificação. O resultado provido pelo levantamento fotogramétrico de uma estrutura traz vantagens na medida em que a representa da forma como se encontra no momento de obtenção das fotografias. A obtenção das características desta edificação quando de sua construção só podem ser obtidas pela procura em documentos literários que retratem o estilo e época em que se elevou o monumento (Renuncio e Loch, 1997). Outra razão para o emprego de fotogrametria é quando um edifício não pode ser levantado por topografia convencional, ou mesmo manualmente, quer em função de limitações de tempo, ou mesmo quando seu estado de fragilidade não lhe permite ser tocado.

### 3. Photomodeler

#### 3.1. Calibração da Câmera

Antes iniciar qualquer trabalho, deve-se calibrar a câmera no software. Na pasta em que o foi instalado o Photomodeler existe o arquivo *PhotoModelerCalibrationGrid.pdf*. Neste encontra-se uma folha em tamanho A4 com a grade de calibração. Será necessário imprimir uma cópia desta, que será utilizada logo mais.

Abrindo o software e clicando em File – New project aparecerá esta tela:

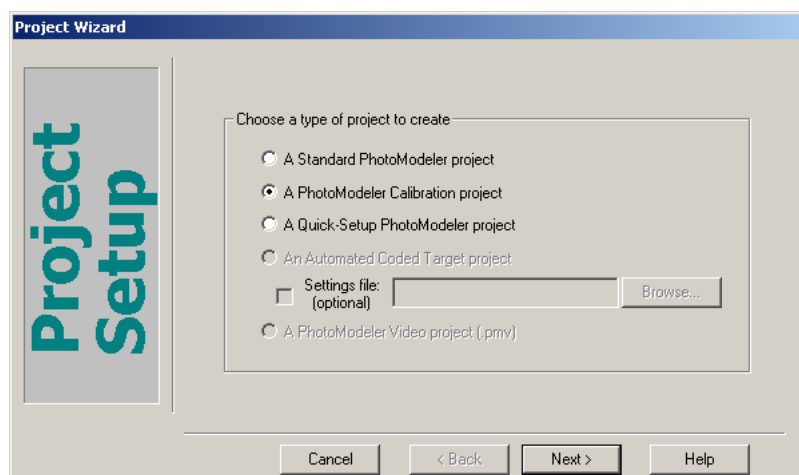


Fig 1 – New Project

Selecione a opção *Photomodeler Calibration project* -> *Next* -> *Next*. Aparecerá uma caixa de texto onde você deverá nomiar sua máquina fotográfica e então pressione *Next*.

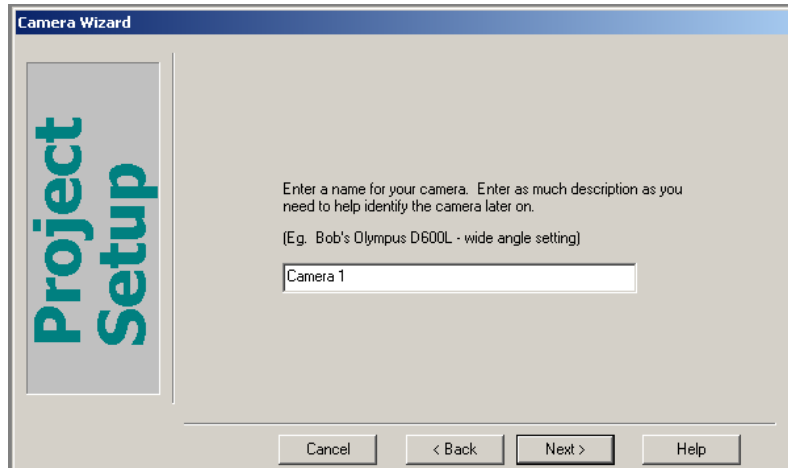


Fig 2 – Nome da câmera

Em seguida, irá perguntar se foi utilizado o zoom no trabalho. Independente da resposta, a câmera deverá sempre trabalhar no mesmo zoom. Quando muda-se este, muda-se também a distância focal, porém o software só reconhece uma distância focal por máquina. O que deve se proceder no uso de diferentes zoom é repetir o processo de calibração para cada zoom, nomeado diferentemente cada um. No passo seguinte temos a opção de escolher qual tipo de câmera a ser utilizada (digital, 35mm, Polaroid, etc).

Feito isto o software pedirá onde estão localizados os arquivos das imagens da folha de calibração.

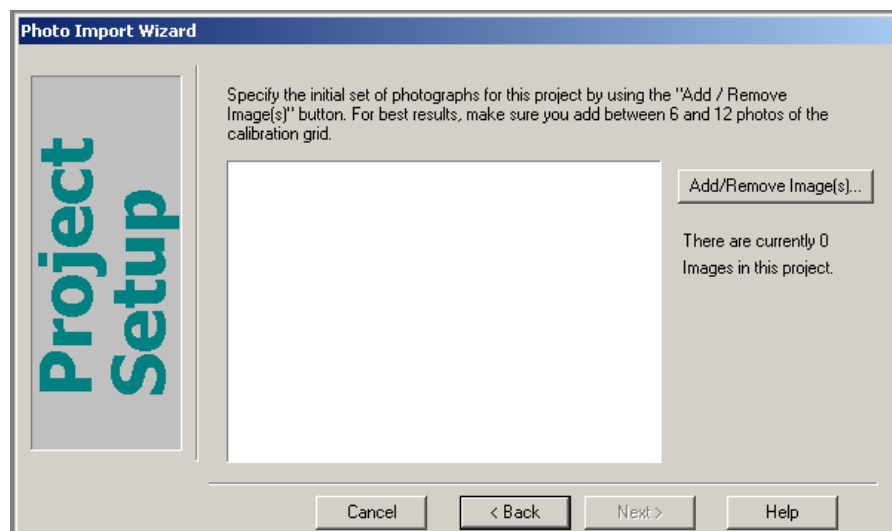


Fig 3 – Imagens de calibração

A folha, previamente impressa, deverá ser colocada sobre uma superfície lisa, de onde deverá ser fotografada de diferentes posições e ângulos. O software aconselha que tal procedimento seja feito com uso de tripé, para que não haja tremor nas fotos. Também deverá obtidas entre 6 a 12 fotos, para que o software consiga adquirir todos os parâmetros necessários. Salve suas imagens para a calibração em uma pasta conhecida.

Clique em *Add/Remove Image(s)* -> *Change directory* e selecione o diretório onde você salvou as imagens

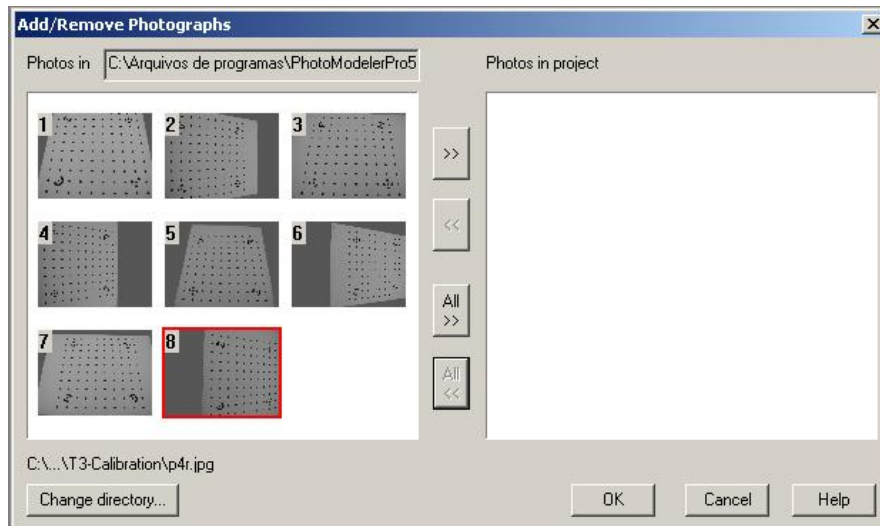


Fig 4 – Selecionando imagens para calibração

Clique em All para selecionar todas ou selecione uma por uma. -> Ok. -> Next -> Finish.  
A tela a seguir aparecerá

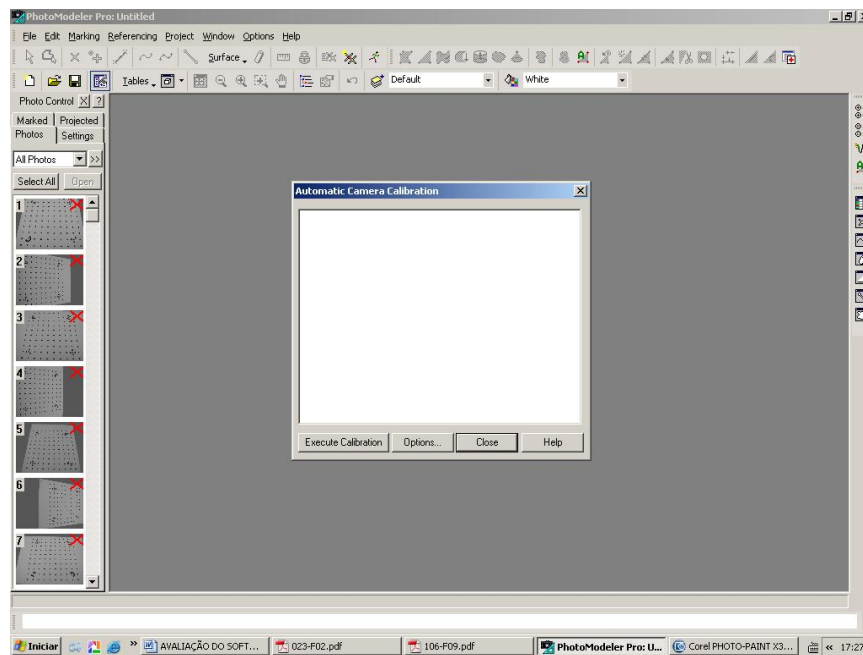


Fig 5 – Execução de calibração

O passo seguinte será executar a calibração clicando em *Execute Calibration*, na caixa de mensagem aberta no centro da tela. A calibração se dará automaticamente, levando alguns minutos dependendo da qualidade da imagem.

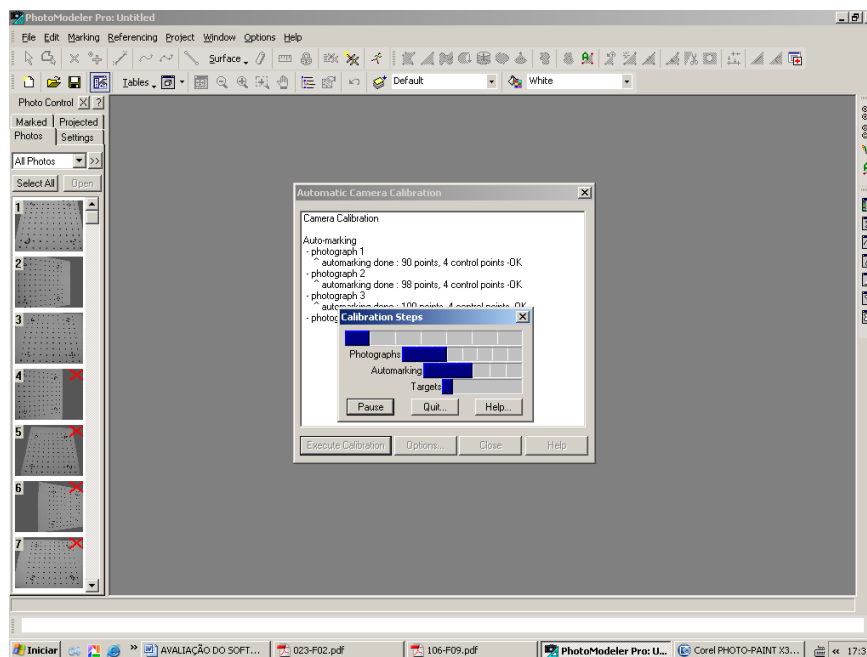


Fig 6 – Calibração Automática

Terminando este processo, feche a janela interna clicando em *Close* e salve o projeto, clicando em *File->Save project* e dando o nome ao arquivo a ser criado (Exemplo: sony.pmr). A calibração está pronta e o arquivo criado possui os dados da câmera.

### 3.2. Levantamento Fotográfico

Definida a máquina fotográfica a ser usada, o levantamento fotogramétrico necessita das fotografias obtidas das fachadas, telhados e detalhes tal que haja uma sobreposição onde os pontos em comum estejam, em pelo menos, três fotos.

As imagens adquiridas devem preferencialmente ter a mesma distância do objeto, devido a correção luminosa automática da câmera. Uma imagem obtida mais longe muda a textura do objeto. Para um trabalho com muitos detalhes pequenos, o ideal seria obter fotos da mesma distância usando o zoom da máquina e calibrando esta como outra máquina.

A câmera deverá ser mantida mais estável possível para que não ocorra a distorção na imagem. Para isto usa-se o tripé.

Em campo, deve-se obter uma medida de controle, para que o software reconheça a distância real dos objetos. Para este, existe dois métodos:

- Método da distancia conhecida: com trena descobre-se a distância entre dois pontos conhecidos. A partir deste conhece-se automaticamente os outros.
- Método das coordenadas conhecidas: conhecendo-se dois ou mais coordenadas de pontos (pontos de controle) do objeto por métodos topográficos (estação total ou teodolito) descobrem-se as medidas do objeto.

O método topográfico possui a vantagem de poder-se georreferenciar o objeto, ou seja, fazer a localização espacial na Terra. Já o outro pode baratear o levantamento, não necessitando de estação total ou teodolito.

## 4. Objeto de Estudo

A escolha do objeto levou em consideração aspectos de fácil acessibilidade e parcerias entre instituições dentro da Universidade Federal de Santa Catarina. Por isto, uma edificação das fortalezas (Ilha de Anhatomirim, Ratoles, etc) localizadas próximas ou em Florianópolis será usada no levantamento fotogramétrico. Para Ilha de Anhatomirim, em especial, existem viagens diárias de funcionários da UFSC,

sendo de acesso fácil e livre aos pesquisadores. A Fortaleza de Santa Cruz, localizada na Ilha de Anhatomirim, hoje na área de jurisdição do município de Governador Celso Ramos, está estrategicamente situada na entrada da Baía Norte. Configurava no século XVIII um dos vértices do sistema triangular de defesa idealizada pelo Brigadeiro Silva Paes. Sua construção teve início em 1739 e foi concluída cinco anos mais tarde. Sua arquitetura tem traços de influência renascentista. Fica em uma ilha com espessas muralhas e seus edifícios se distribuem de maneira esparsa em diferentes níveis. A maioria dos materiais utilizados na sua construção é da própria região com exceção feita aos elementos de cantaria e ao “lío” – espécie de mármore português existente nas soleiras das portas, escadarias e algumas bases dos canhões ([www.fortalezas.ufsc.br](http://www.fortalezas.ufsc.br)). O Projeto Fortalezas trabalha no restauro, manutenção e visitação de tais fortes.



Figura 7: Ilha e Fortaleza de Anhatomirim

A Nova Casa do Comandante, edificação escolhida para este trabalho, foi edificada por volta de 1895, no local onde existiu a Capela da Fortaleza, demolida para dar lugar a esta construção. Nela moraram o comandante e o médico da fortificação.



Figura 8: Nova Casa do Comandante

<http://www.fotografos.com.br/exibirfoto.asp?id=118578>

## 5. Iniciando o Projeto

Executando o Photomodeler, iniciamos um novo projeto em:

*File -> New Project -> A Standart PhotoModeler Project -> Next -> Next*

O software pede agora a unidade de dimensão a ser usada e a maior dimensão aproximada do objeto. A dimensão utilizada será em metros e a unidade aproximada é vinte metros. *Next*

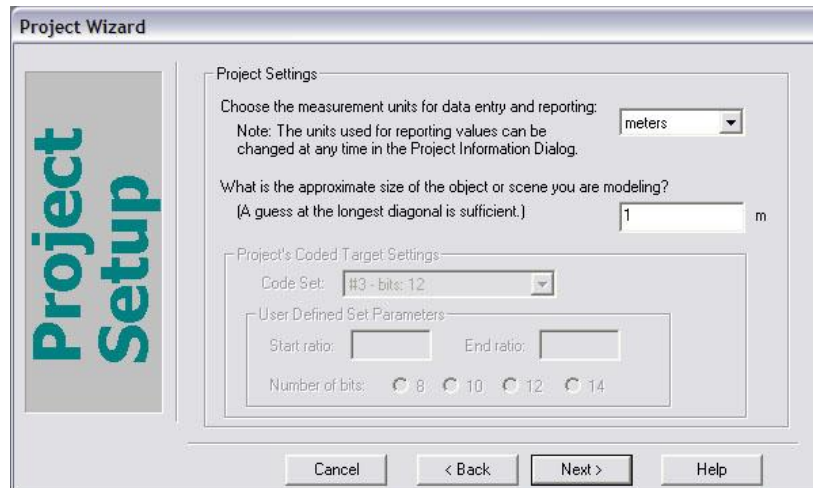


Figura 9: Parâmetros de projeto – janela 01

A seguir, será necessário definir a câmera. Como a calibração já foi feita e salva em arquivo, selecionamos a opção *A calibrated camera or a previously used in Photomodeler*. Na próxima janela, existirá dois campos: o de cima, para usar uma câmera de um projeto já existente e, o de baixo, para buscar o arquivo de calibração. Clicando em *Browse*, selecionamos o arquivo previamente criado (\*.pmr). *Next*. Assim, abre-se uma janela contendo os parâmetros da câmera. *Next*. Devemos então adicionar as fotos obtidas em campo: *Add/Remove Images...*. Neste momento selecione apenas três fotos (Figura 10) e assim que o projeto for evoluindo, adicione mais fotos. *Next -> Next -> Finished*.

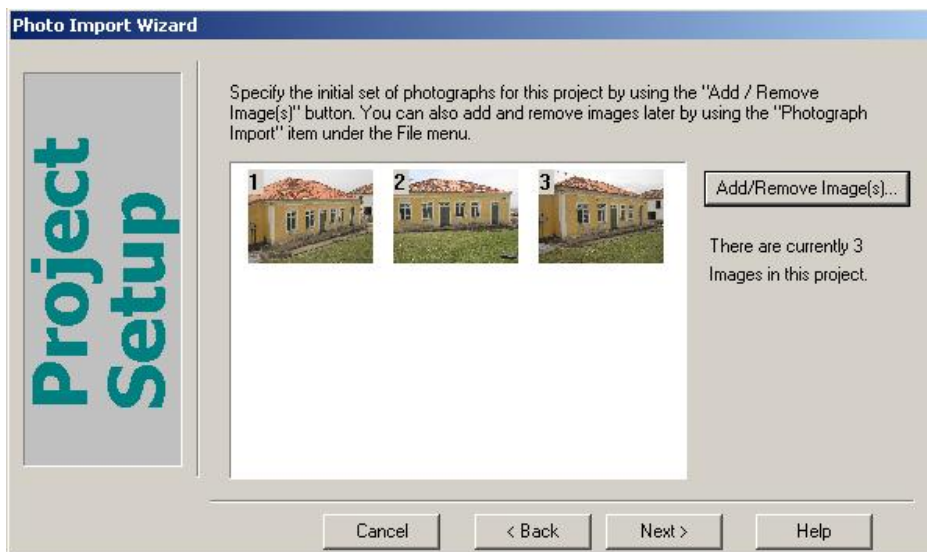


Figura 10: Fotos iniciais do projeto

A partir de agora se inicia o processo de vetorização das imagens. Os pontos, linhas e curvas em comum nas imagens deverão ser marcados e ligados entre as imagens. Após estas marcações, devemos fazer o software processar o trabalho, para então demarcarmos as faces.

Para auxiliar na marcação, a ferramenta de zoom pode ser utilizada de duas maneiras. A roda central do *mouse* ou com a tecla *Alt* – posicione o mouse sobre a uma região e aperte. A segunda opção é muito interessante pois agiliza muito o trabalho na prática.

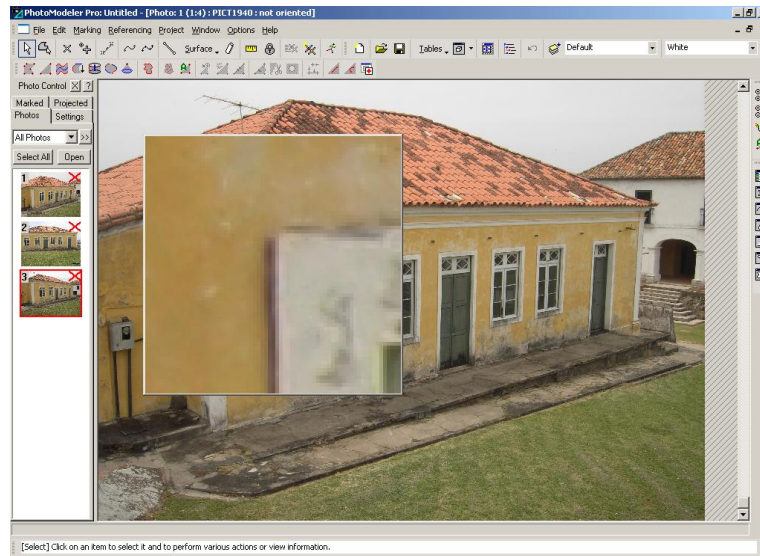



Figura 11: Zoom local (tecla Alt)

### 5.1. PONTOS

Iniciamos todos os projetos pelos pontos. A partir destes conseguimos referenciar as fotos entre elas. Para que as imagens sejam referenciadas umas as outras devemos:

- Referenciar seis pontos desta em outra foto
- Referenciar três pontos que estejam referenciadas, pelo menos, em outras duas fotos.

Com um duplo clique na imagem número 1, a imagem abrirá. Clicando em *Mark Points Mode*  ou apertando o número 2 (dois) do teclado, ativamos a marcação dos pontos. Como exemplo marcaremos as molduras nas janelas. Todos os pontos possuem um número (ID).

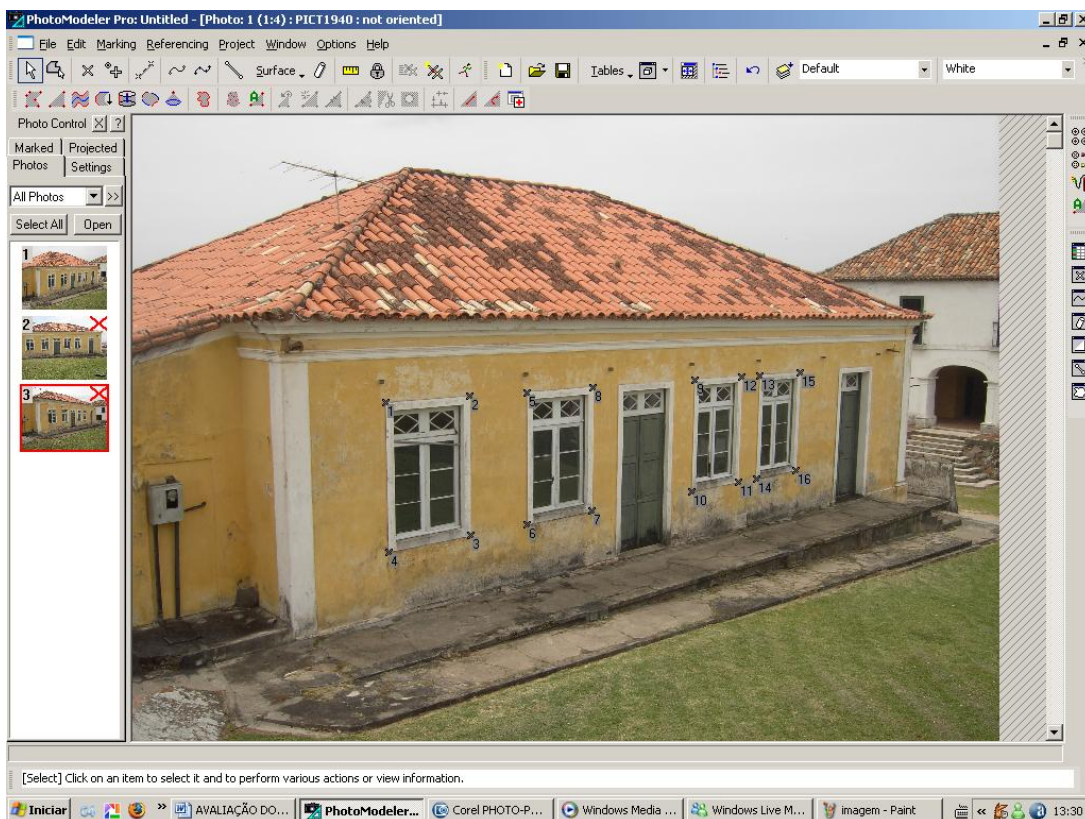



Figura 12: Marcação dos primeiros pontos

Este processo pode ser repetido infinitas vezes ao longo do projeto. Assim pode-se começar pelos objetos maiores e terminar nos detalhes.

Agora começamos a referenciar os pontos e, para isto clicamos em *Reference mode* , ou apertamos a tecla R. Abrirá uma nova aba, onde iremos informar a imagem de referência, a qual o ponto já esta marcado, e a imagem de destino, onde será marcado.

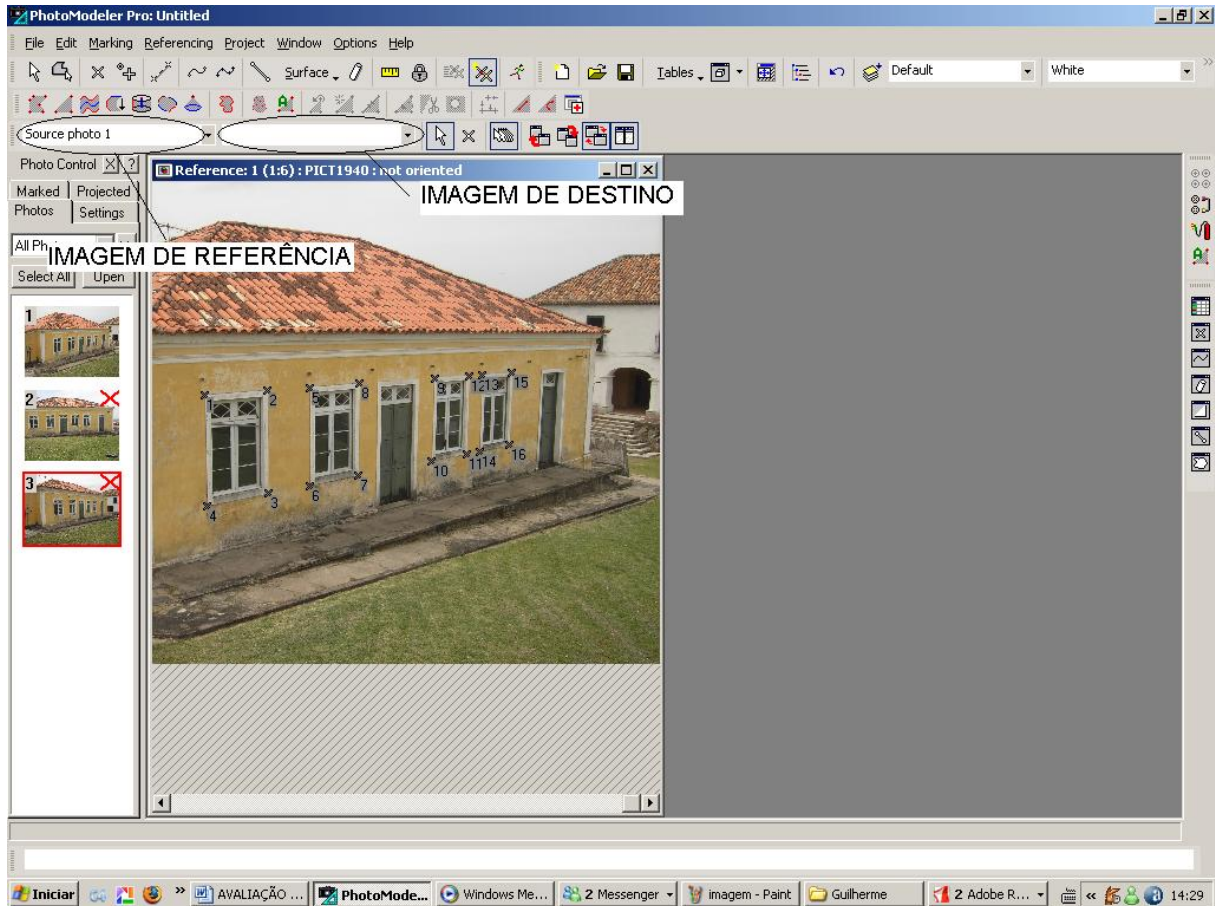


Figura 13: Modo de referência

Selecionando uma imagem de destino, esta aparecerá em uma janela ao lado da imagem de referência. Selecionando os pontos, posicionamos o mouse sobre a imagem de destino, aparecerá o ponto a ser referenciado em amarelo na imagem de referência. Fazendo isto para todos os pontos, automaticamente passará para a próxima imagem. Os mesmos pontos não devem ser referenciados em muitas imagens, pois há a maior propagação de erros.

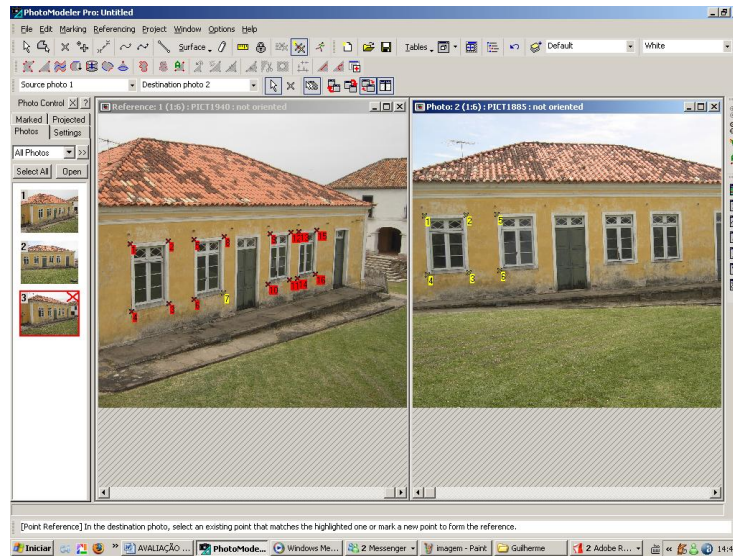



Figura 14: Referenciando os pontos

## 5.2. LINHAS

A linha é definida como uma reta que vai de um ponto a outro. Assim, o processo de criação de linhas pode ser feito ligando pontos já definidos ou criando novos pontos. Ao clicar em *Mark Line mode* , ou pressionando a tecla [4], podemos definir a reta. Com esta ferramenta podemos clicar em pontos já existentes ou criar novos pontos.

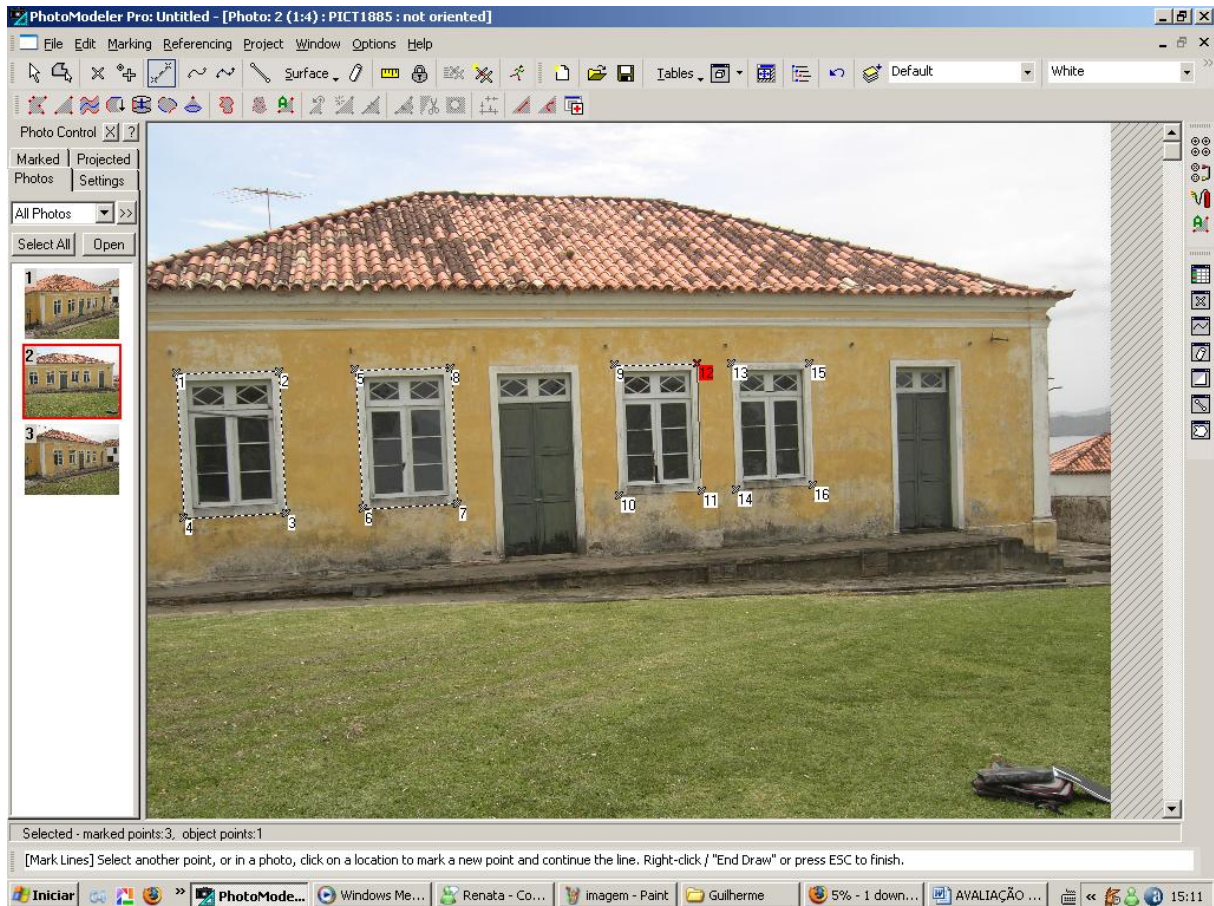




Figura 15: Definindo as linhas

### 5.3. CURVAS

Os elementos curvos podem ser definidos pela ferramenta *Mark Curves Mode* , ou apertando a tecla [7]. Deve-se ir clicando nas bordas do elemento, tornando mais parecido com o objeto o possível. As curvas devem ser marcadas nas imagens antes de serem referenciadas. Como exemplo foi criada uma curva feita por uma rachadura no chão, em frente a porta.

### 5.4. PROCESSANDO

O processamento consiste em ajustar os pontos através de métodos estatísticos, determinando seus desvios padrões. Caso este for muito grande, o software acusará e para prosseguir deverá ser corrigido o ponto problemático. Para processar o projeto clicamos em *Process* , ou pressionar a tecla [F5]. Abrirá uma janela com sugestões. Então aperte em *Process*.

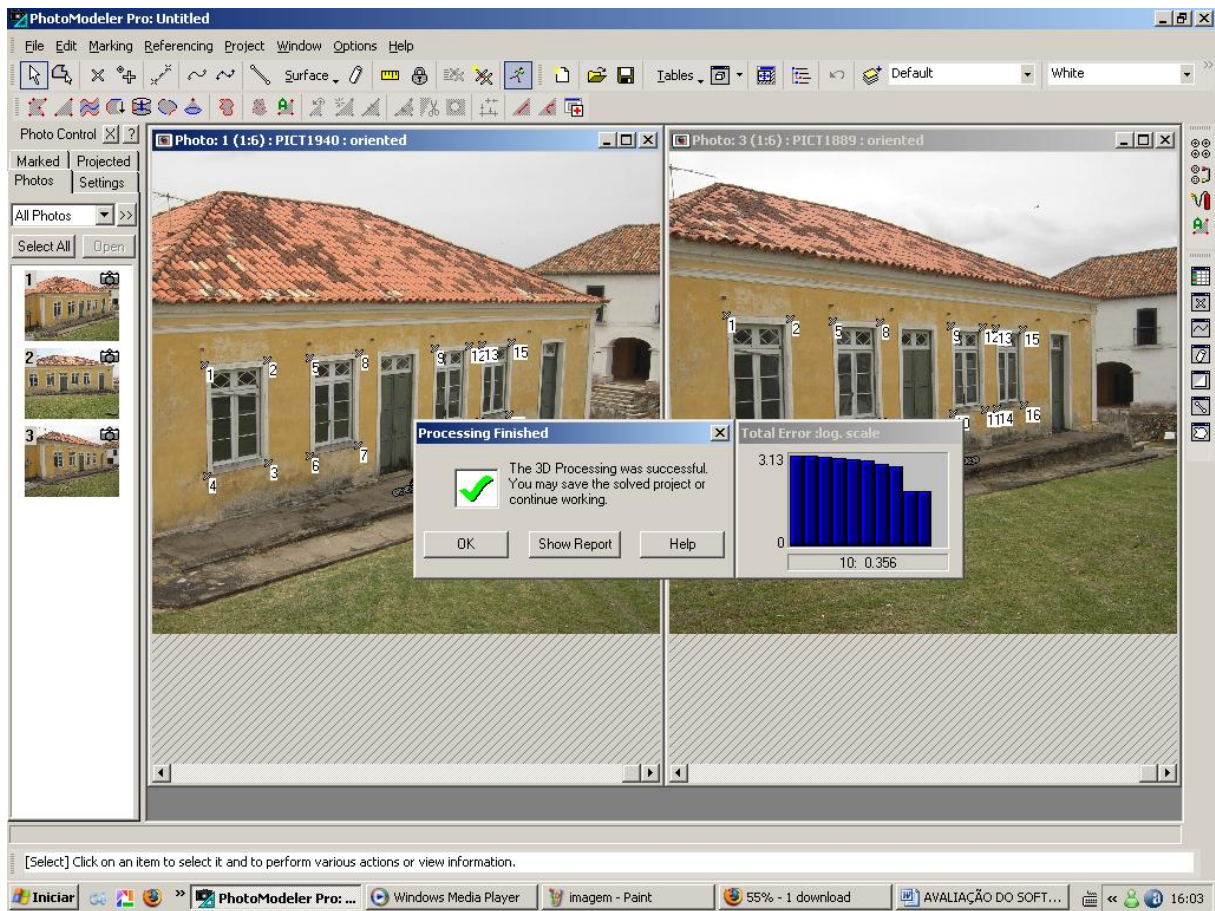



Figura 16: Processamento OK

### 5.5. FACES

As faces são, assim como as linhas, delimitados por pontos. Para facilitar a visualização clicamos em

*Open a 3D viewer*, , ou pressionando [F7]. Na aba *Visibility*, selecione *Points, Lines, Surfaces – Fast Textures, Ok*.

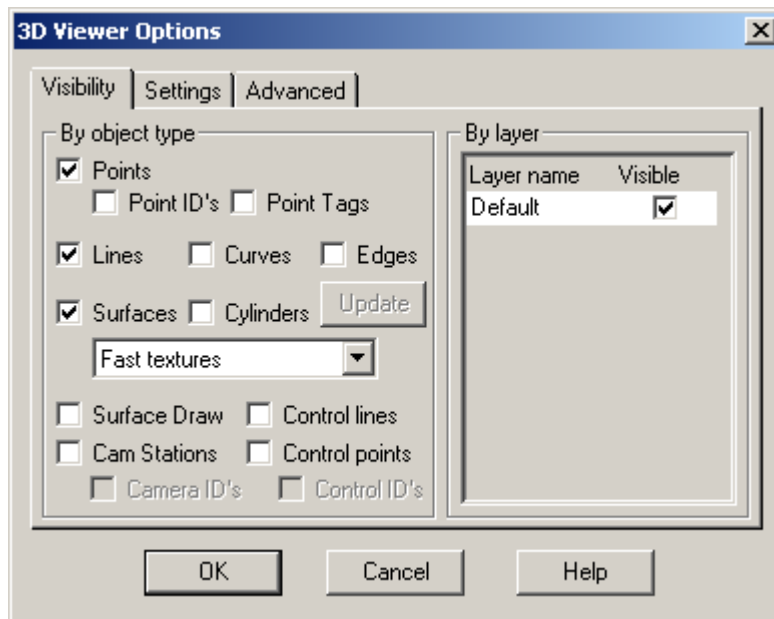


Figura 17: Opções de visualização

Aparecerá, em vista 3D, as linhas delimitadas pelas molduras das janelas. Clicando em *Path Mode*, clique nos pontos que definem o plano e terminando clique no botão direito e *Finish Surface*.

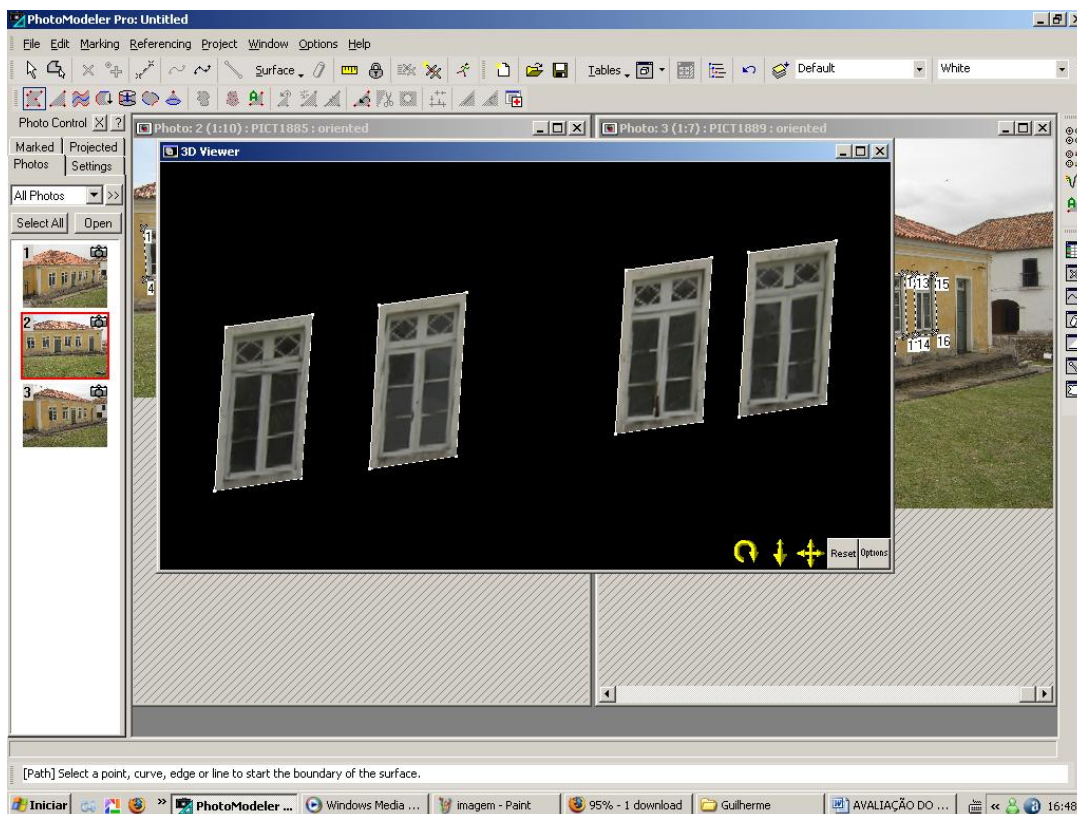


Figura 18: Criação das Faces

## 5.6. DEFININDO ESCALA

Para definirmos todas as medidas do objeto, definimos a partir da distancia de dois pontos conhecidos. Clicando em *Project – Scale/Rotate... – Scale*. Em *Distance*, preencha com o valor obtido da medição em campo. Selecione os dois pontos e clique em *Define*.

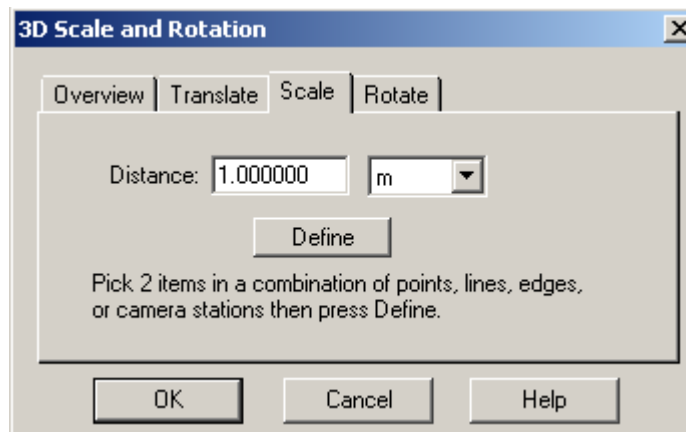


Figura 19: Criação das Faces

## 6. Exportando o Projeto

Existe a possibilidade de exportar o projeto por:

### 6.1. ORTOFOTO

Uma ortofoto é uma imagem fotográfica que foi retificada diferencialmente para remover qualquer distorção de geometria (posição e inclinação) e deslocamentos devido ao relevo. Para obtermos uma ortofoto de uma fachada clica-se em

File -> Export Ortho Photo...

A ortofoto é definida a partir de um plano (a fachada). Para isto precisamos definir três pontos da fachada. Do exmplo, escolhe-se os pontos 1, 2 e 4, números correspondentes a moldura das janelas. Em *Project Plane* clicando em *3 points*, defini-se o plano e as origens dos eixos. Clicando em *Update preview* visualiza-se uma miniatura da ortofoto. Clicando em *Export*, basta definir a pasta e o nome do arquivo . Tif.

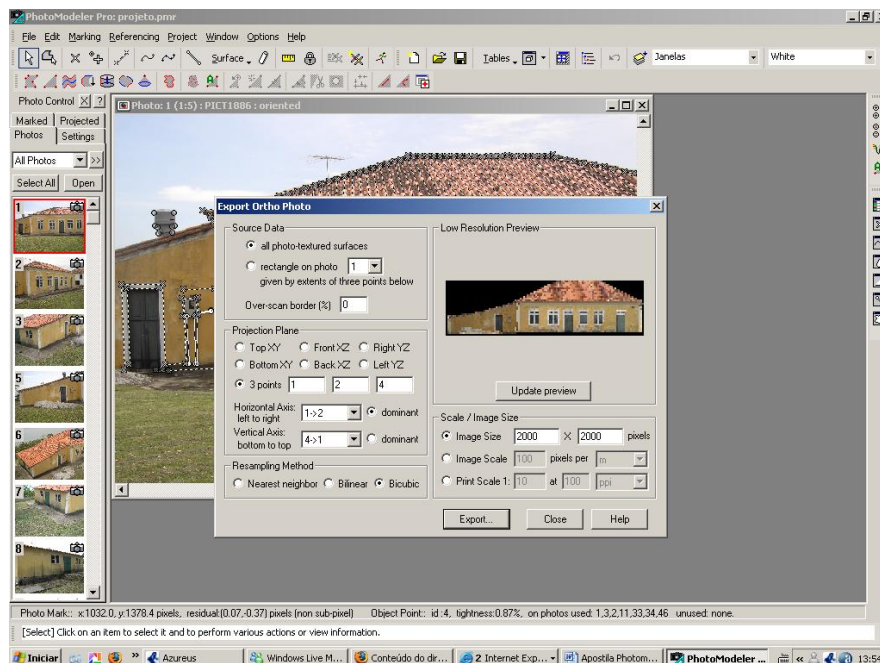


Figura 20: Criação da Ortofoto

## 6.2. MODELO TRIDIMENSIONAL

Existem diferentes tipos de extensões de arquivos que o PhotoModeler exporta: .dxf, .3ds, .wrl, .obj, etc. Aponta-se como principais as extensões dxf e 3ds:

### Formato DXF

Este formato possibilita o uso do projeto em modo vetorial (AUTOCAD), utilizado para fazer medições, cadastro, plantas baixas, etc.

### Formato 3DS

Neste podemos visualizar o objeto virtual com suas texturas, muito utilizado para a animação gráfica.

Para obtermos uma ortofoto de uma fachada clica-se em File -> Export Model...

Clicando em Ok, basta escolher o nome do arquivo e pasta de destino.

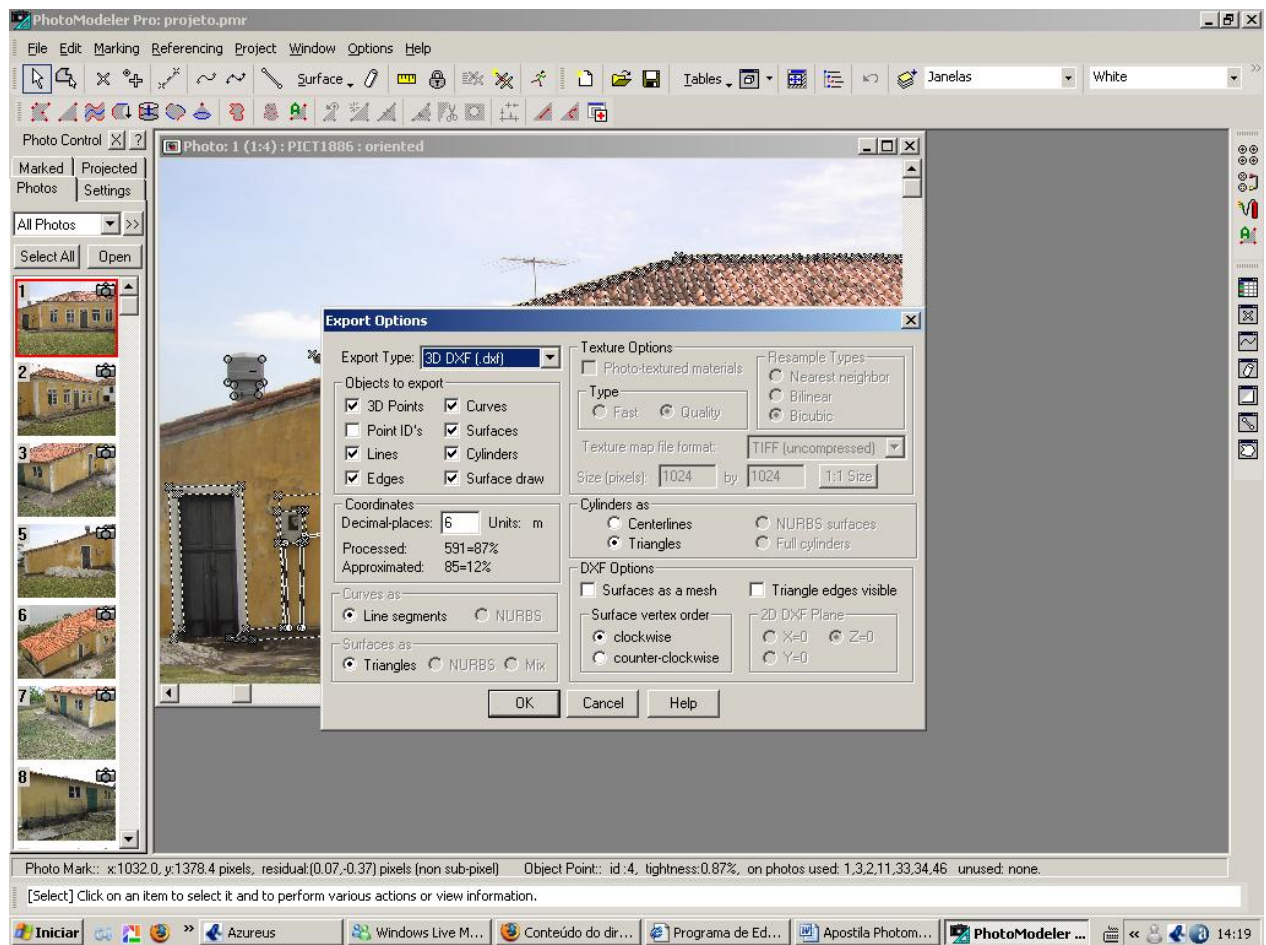


Figura 21: Criação do Modelo Tridimensional

## 7. Conclusão

O levantamento da edificação gerou o objeto em 3D.

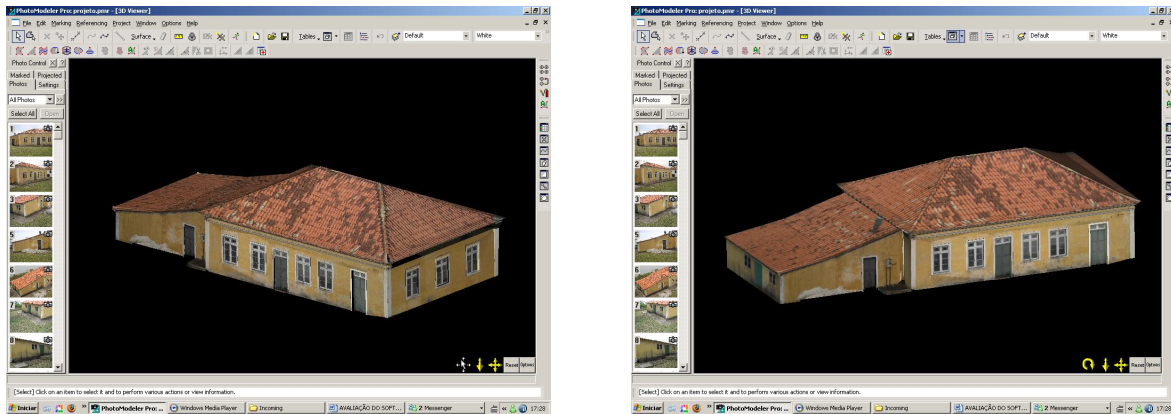


Figura 22 : Objeto em 3D

Neste trabalho as fotos foram obtidas de diferentes distâncias do objeto. Isto deve ser evitado para que não haja diferença de luminosidade, conseqüentemente as texturas das faces entre as imagens mudam.

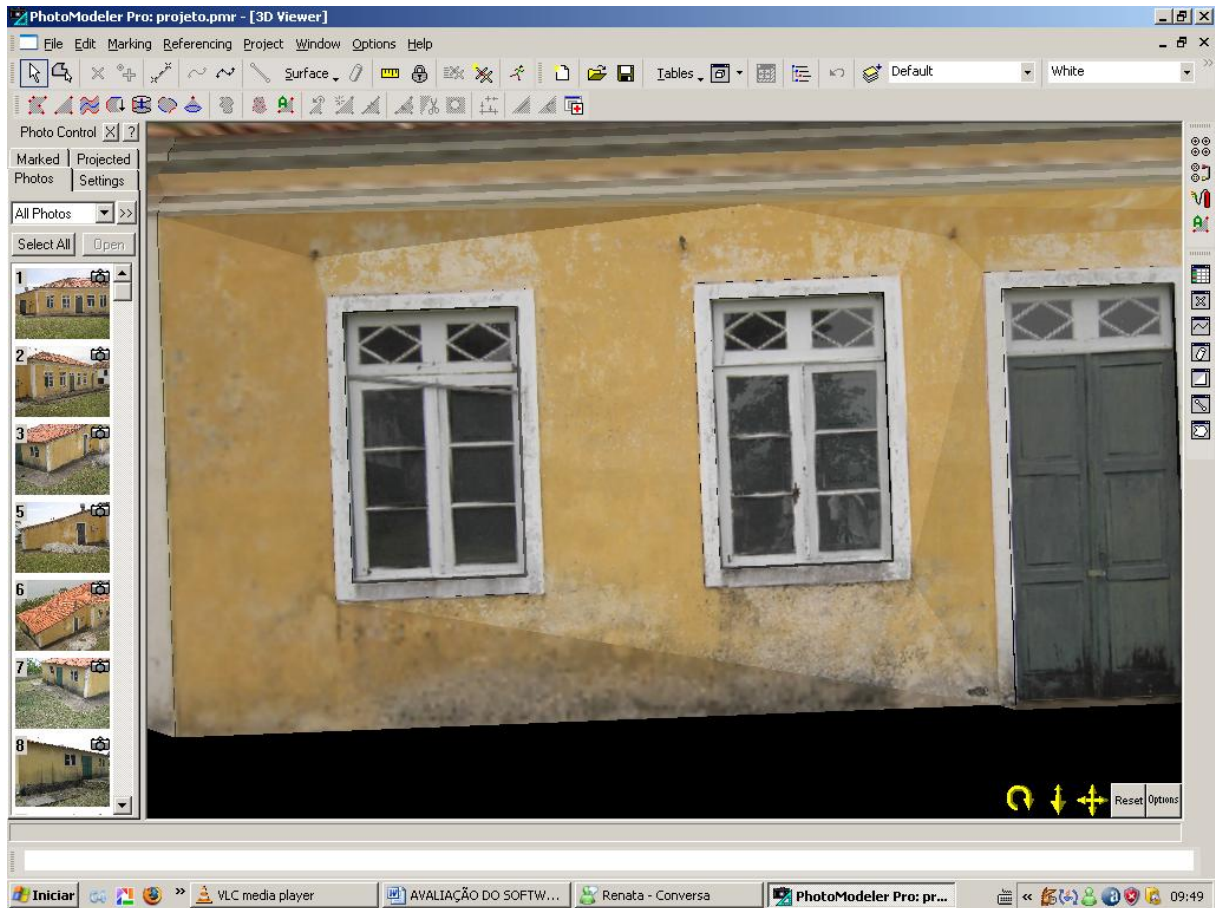


Figura 23 : Diferença das texturas

Como medida de base medimos em campo a distancia entre a quina da borda inferior da moldura da janela mais a esquerda até a da janela mais a direita. A distância medida foi de 10,041 metros

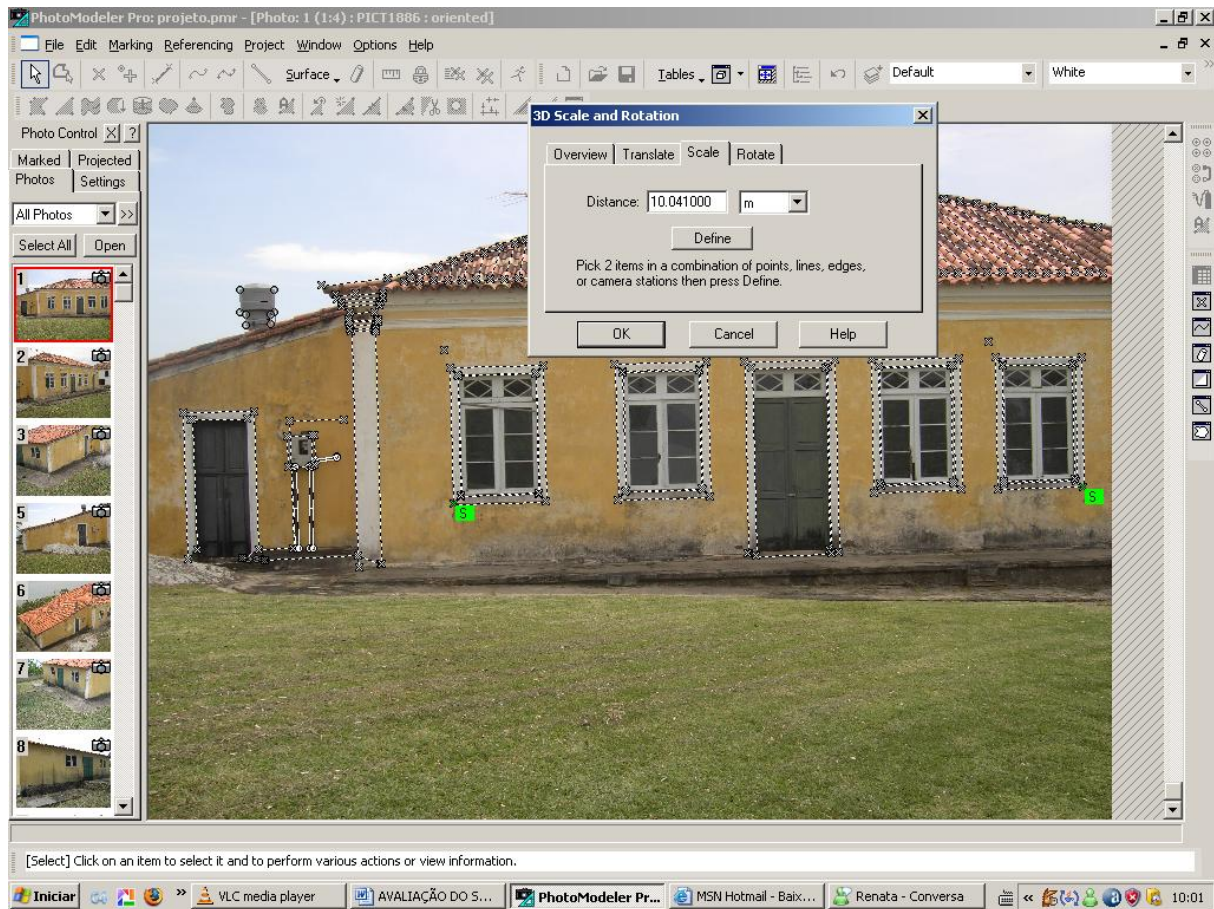


Figura 24: Distância Base

A tabela abaixo mostra algumas comparações dos erros obtidos

Dimensão	Medido em Campo	Medido pelo software	Erro	Erro percentual(%)
Afastamento da moldura da parede	0,018	0,012	0,006	33,33
Base da moldura	1,432	1,437	-0,005	0,35
Base do medidor de luz	0,400	0,390	0,010	2,50
Pilar de sustentação	3,612	3,597	0,015	0,42

Tabela 01: Comparações das distâncias

Nota-se que o erro está numa faixa de 0 a 2 cm. Devemos considerar que neste trabalho a distância das fotos obtidas até o objeto foi, em média, 10 metros. Alguns fatores podem ser relevantes para a diminuição do erro como:

- Qualidade da máquina
- Qualidade da foto (bem posicionada, totalmente sem ruído na imagem)
- Acuidade visual

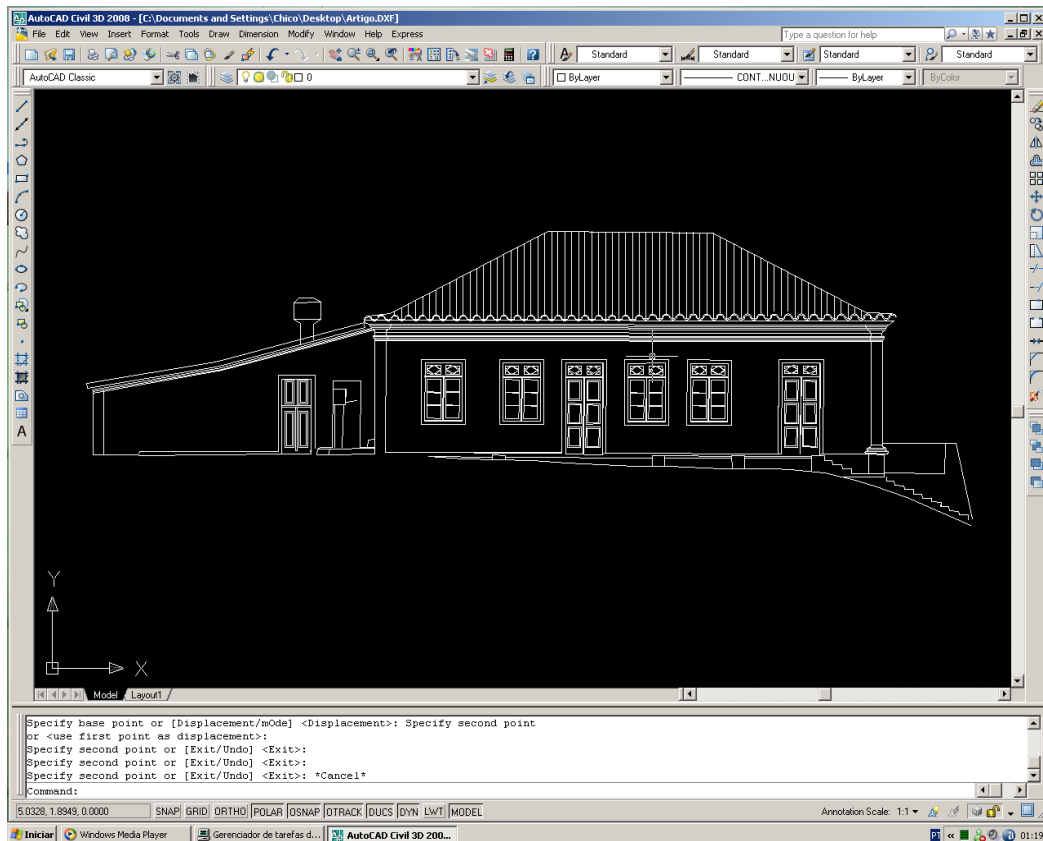


Figura 25 : Modelo Vetorizado

## 8. Referências Bibliográficas

RENUNCIO, L. E. e C. LOCH, 1997. **Documentação de patrimônio histórico através da aplicação de técnicas de fotogrametria a curta distância**, In Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro-RJ, pp 353-355

CERQUEIRA, R. W , Souza, P. e Araújo, R. L, 2004. **Utilização do Software Photomodeler na Conservação e Restauração de Monumentos**,

SIMON, Lilian M. **Documentação e monitoramento de sítios urbanos históricos com apoio do cadastro técnico multifinalitário e da fotogrametria digital: estudo de caso: Laguna, 2000** , 97 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

YANAGA, Silvia S. **Fotogrametria Digital à Curta Distância na Documentação Patrimônio Arquitetônico – Estudo De Caso**. 2006, 111 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, **Projeto Fortalezas**. Disponível em <<http://www.fortalezas.ufsc.br/>>

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

EOS SYSTEM INC, Photomodeler 5 Pro – user manual. Canada, 2004.

ATKINSON, K. B, **Close Range Photogrammetry and Machine Vision**. 1ed, Londres: Whittles Publishing, 1996. 370 p.

RENUNCIO, L. E. **A Low Cost Documentation and Retrieval System of Distributed Data Sets for Historical Town in Brazil**. 2001, 91 f. Dissertação (doutorado) -