

## ANEXO 1 - ÍNDICE de ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura de pastas e ficheiros para execução o modelo tridimensional .....	5
Figura 2 - Perspectiva axonométrica e planta do modelo tridimensional utilizado no estudo.....	6
Figura 3 - Perspectiva axonométrica e planta do conjunto de pontos levantados e eixos de referência do UCS separados por <i>layer's</i> .....	7
Figura 4 - Aspecto da caixa de diálogo <b>Named UCS</b> .....	9
Figura 5 - Aspecto do espaço de modelação com os pontos e o eixo de referência da superfície ED04_SE01 activos .....	9
Figura 6 - Cópia de pontos e eixos de referência no ficheiro “ <i>Modelo Tridimensional</i> ” .....	10
Figura 7 - Aspecto do espaço de modelação com os pontos e o eixo de referência da superfície ED04_SE01 num novo ficheiro onde são complanares com o plano XY do WCS .....	10
Figura 8 - Alteração da forma de visualização dos pontos .....	11
Figura 9 - Fotografias da superfície a rectificar e pontos sobre os locais de medição .....	12
Figura 10- Utilização da ferramenta <i>Rubbersheet</i> do Raster Design .....	12
Figura 11 - Caixa de diálogo da ferramenta <i>Rubbersheet</i> com as opções de transformação <i>polinomial ou triangular</i> .....	13
Figura 12 - Caixa de diálogo do <i>Osnap</i> .....	14
Figura 13 - Aspecto da correlação entre pontos medidos e pontos da fotografia .....	14
Figura 14 - Fotografia rectificada no local adequado .....	15
Figura 15 - Fotografia rectificada e recortada com o comando <i>Imageclip</i> opção <i>poligonal</i> .....	15
Figura 16 - utilização do comando <i>Draw Order</i> para visualização de pontos ocultos pela fotografia .....	16
Figura 17 - Visualização do ambiente de trabalho com duas <i>viewports</i> e da lista de <i>layers</i> criados para separar as diferentes entidades .....	16
Figura 18 - identificação dos pontos nas fotografias rectificada e original .....	17
Figura 19 - Cópia dos pontos medidos na superfície rectificada para um local exterior à medição .....	17
Figura 20 - Localização dos pontos a utilizar na rectificação de parte da fotografia exterior ao polígono medido .....	18
Figura 21 - Correlação entre pontos e transformação da fotografia .....	18
Figura 22 - Fotografia rectificada da periferia externa superior da parede ED04_SE01 .....	19
Figura 23 - Caixa de diálogo do comando <i>rubbersheet</i> com os valores do erro de rectificação. ....	19
Figura 24 - Aspecto do mosaico de fotos rectificadas com a parte superior e inferior da parede .....	20

Figura 25 - imagem idêntica à anterior com a adição das fotografias laterais .....	20
Figura 26 .....	21
Figura 27 - Caixa de diálogo no momento da gravação da fotografia rectificada.....	21
Figura 28 - Localização do local para salvaguarda das fotografias rectificadas .....	22
Figura 29 - Aspecto da pasta onde se guardam as imagens rectificadas podendo verificar-se a manutenção de uma <i>boundary</i> rectangular .....	22
Figura 30 - Mosaico rectificado com um obstáculo (à esquerda) e fotografia onde é visível a parte oculta da parede .....	23
Figura 31 - Imagem das duas viewports onde são visíveis as diferentes fotografias com áreas da superfície da parede em comum.....	23
Figura 32 - Pontos comuns em ambas as fotografias .....	24
Figura 33 - Utilização do comando <i>rubbersheet</i> para sobreposição de parcela visível da parede sobre o mosaico geral anterior .....	24
Figura 34 - Aspecto da sobreposição das fotografias .....	25
Figura 35 - Aspecto da sobreposição das fotografias após a aplicação do comando <i>Imageclip</i> ...	25
Figura 36 - Visualização ampliada da área tratada para verificação da exactidão da rectificação da imagem sobreposta ao mosaico .....	26
Figura 37 - Transferência da imagem para o <i>layer</i> respectivo criado para o efeito com a denominação ED04_SE01foto_sobre .....	26
Figura 38 - Contorno da parte da fotografia sobreposta, a manter, sendo descartável a parcela exterior da imagem .....	27
Figura 39 - Sobreposição da fotografia obtida a partir de pontos reconhecíveis no plano abstracto da superfície da parede (contorno verde) .....	27
Figura 40 - Verificação da exactidão das imagens sobrepostas.....	28
Figura 41 - Visualização dos pontos que constituem a polilinha de contorno da parede sobre o mosaico fotográfico rectificado .....	28
Figura 42 - Vistas em planta e isométrica no espaço de modelo do conjunto de pontos, eixos, fotografias e polilinha .....	29
Figura 43 - Vistas em planta e isométrica no espaço de modelo do mesmo conjunto acrescido do sólido entretanto criado.....	30
Figura 44 - Vistas em planta e isométrica no espaço de modelo do ficheiro <b>Modelo tridimensional</b> .....	30
Figura 45 - Activação do <i>UCS</i> relacionado com o conjunto de entidades a copiar .....	31
Figura 46 - Vistas em dois monitores dos dois ficheiros abertos em simultaneo (ED04_SE01 e Modelo tridimensional) .....	31
Figura 47 - Vistas idêntica à anterior com a caixa de diálogo <i>clipboard</i> visível .....	32
Figura 48 - Vistas em planta e isométrica no espaço de modelo do ficheiro Modelo tridimensional com o sólido gerado no ficheiro ED04_SE01 .....	32
Figura 49 - Vista em planta do sólido ED04_SE01_solido .....	33
Figura 50 - Vista em alçado do sólido ED04_SE01_solido. Na realidade esta vista obtem-se a partir do comando <i>plan</i> (planta) com o ucs da parede activo e corrente .....	33
Figura 51 - visualização aproximada do conjunto ED04_SE01.....	34
Figura 52 - caixa de diálogo do comando <i>List</i> no Modelo tridimensional .....	34
Figura 53 - Caixa de diálogo do comando <i>List</i> no ficheiro ED04_SE01. Podem observar-se coordenadas não georreferenciadas que apenas serão obtidas no modelo tridimensional .	35

Figura 54 - Aspecto do fotomosaico da parede sobre o qual se desenha, com polilinhas fechadas, o contorno das peças componentes da alvenaria .....	36
Figura 55 - Fase do trabalho de desenho obtido desligando os <i>layers</i> que contém o fotomosaico da parede ED04_SE01 .....	36
Figura 56 - Alçado da parede ED04_SE01 com a inclusão de elementos 2D para apoio e complemento da imagem do Modelo tridimensional .....	37
Figura 57 - Alçados de conjuntos obtidos a partir do Modelo tridimensional estando corrente o <i>ucs</i> ED04_SE01 e accionada a vista <i>Plan</i> .....	37



## Anexo 1

O presente anexo, referido nas páginas 133 e 139 do corpo principal da tese pretende ser um auxiliar prático para o **desenvolvimento em Autocad de um modelo tridimensional de base georreferenciado, incluindo monorestituição fotográfica e desenho bidimensional**, dirigindo-se a utilizadores habituais de programas gráficos deste tipo. Por este motivo o vocabulário utilizado é o do utilizador comum sem especial preocupação por uma terminologia excessivamente “informática”.

Os dados recolhidos no campo e a tratar digitalmente em gabinete, que são os pontos medidos e as fotografias das superfícies e de identificação dos pontos, devem ser preservados integralmente como foram recolhidos e **cópias** suas devem ser imediatamente organizados em pastas de acordo com os esquemas de levantamento. Essa organização pressupõe a criação de pastas para cada superfície individual dentro da qual estarão outras três correspondentes aos diferentes tipos de fotografias: fotos dos pontos, fotos das superfícies e fotos rectificadas. Juntamente com estas pastas será criado um ficheiro que inicialmente contém os pontos (formato **.dwg**), e que à medida que vai sendo trabalhado vai sendo sucessivamente salvo com nomes relacionados com o conteúdo adicionado.

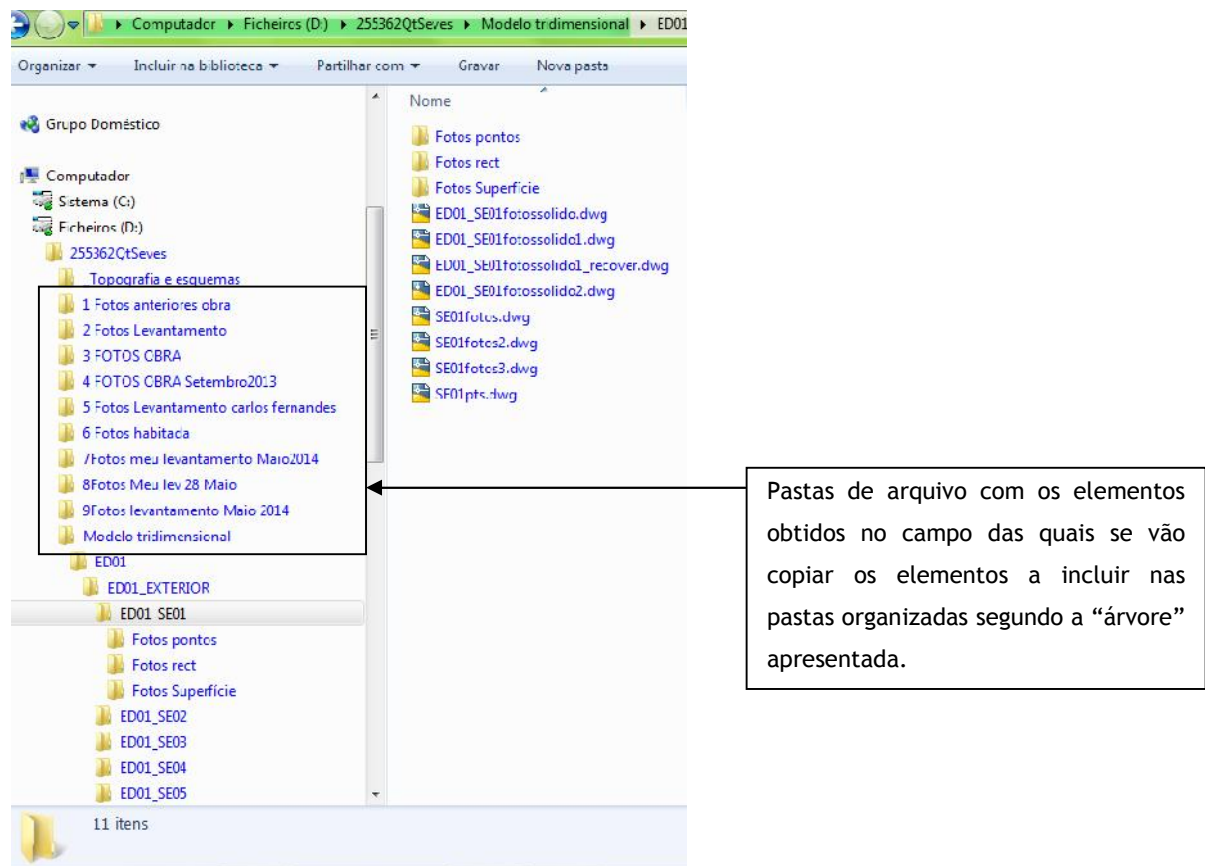


Figura 1 - Estrutura de pastas e ficheiros para execução o modelo tridimensional

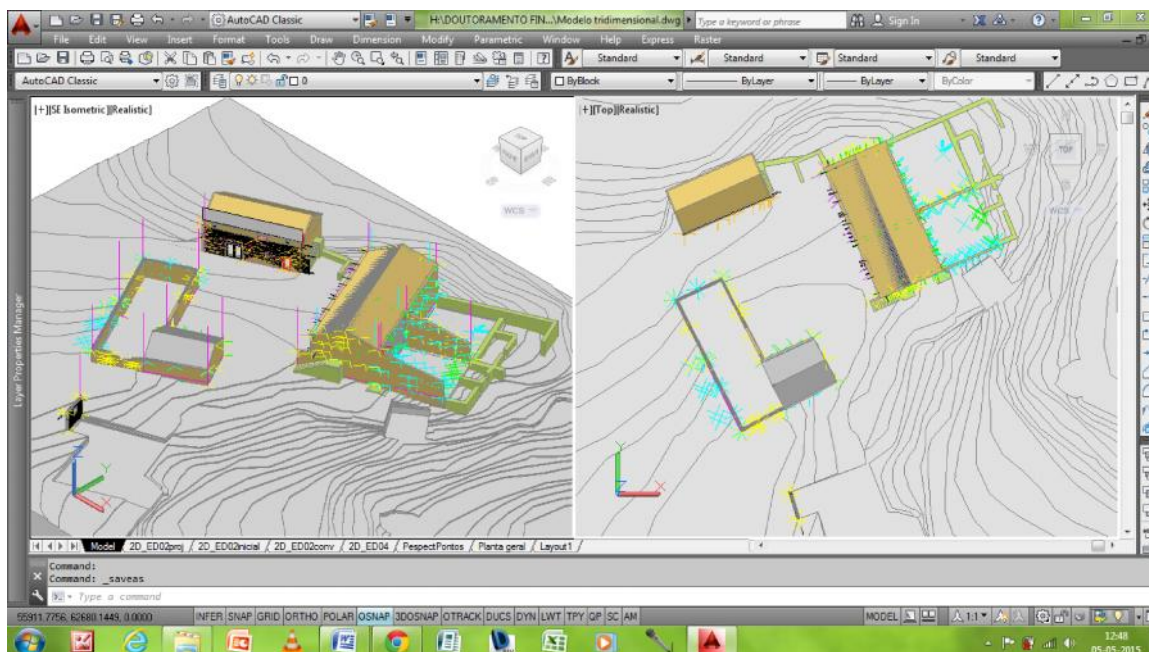


Figura 2 - Perspectiva axonométrica e planta do modelo tridimensional utilizado no estudo

O modelo tridimensional que é utilizado no texto principal do trabalho, realizado em Autocad 2014<sup>1</sup> e a sua aplicação para rectificação de imagem (Raster Design 2014) é composto pelos seguintes elementos:

- pontos medidos
- Eixos de referência para definição dos UCS's da superfície tratada
- Fotografias das superfícies colocadas próximas do conjunto de pontos
- Fotografias rectificadas dispostas em mosaico
- Polilinhas de contorno da superfície geral
- Sólidos gerados por **extrusão** negativa das polilinhas de contorno
- Polilinhas de contorno das peças individuais e estereotomia da parede
- Polilinhas, textos, tramas e outros elementos 2D devidamente identificados
- Sólidos de base da maquete e outros elementos de enquadramento gerados por **extrusão** de elementos do levantamento topográfico

<sup>1</sup> Com ambiente de trabalho no modo AutoCAD classic porque é o mais semelhante com versões anteriores do programa

Exceptuando este último ponto, todos os outros são utilizados em conjuntos de ficheiros agregados nas pastas relativas a cada superfície a tratar, sendo os pontos extraídos de um levantamento geral. De uma forma abreviada vão ser extraídos desse ficheiro dados que são tratados em ficheiros autónomos e que depois retomam o seu lugar no espaço tridimensional que lhes deu origem.

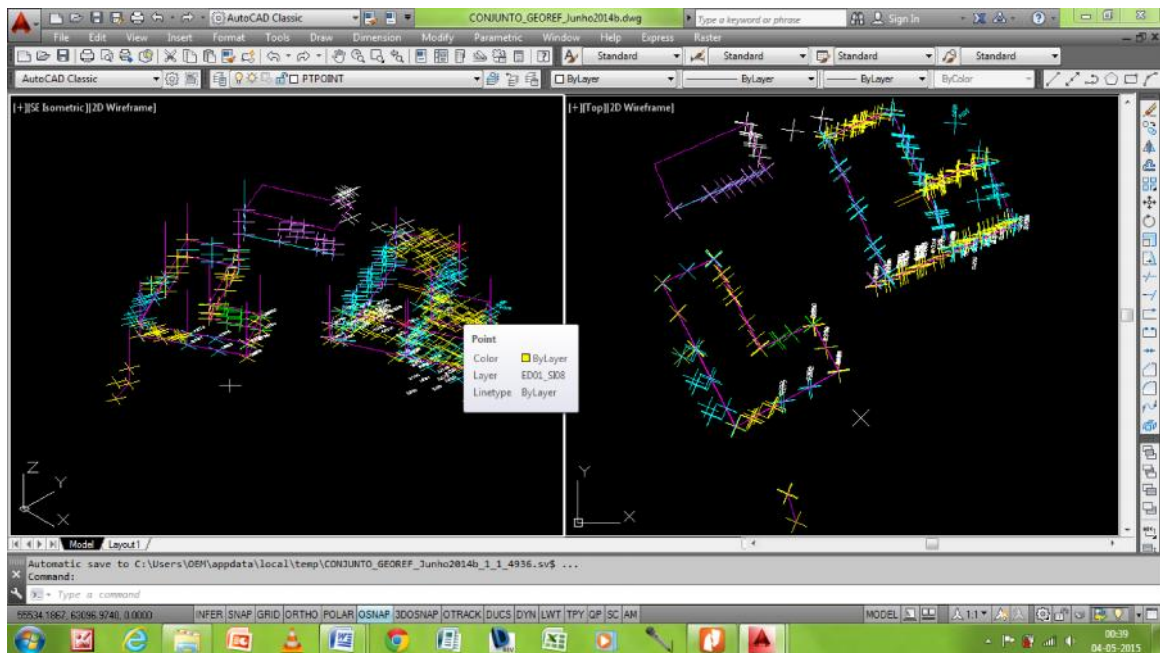


Figura 3 - Perspectiva axonométrica e planta do conjunto de pontos levantados e eixos de referência do UCS separados por *layer's*

O passo inicial é tratar da georreferenciação do levantamento. Isto pode acontecer antes ou logo após o trabalho de campo. Neste caso, como houve o suporte de uma poligonal georreferenciada aquando do levantamento topográfico e foram utilizadas as suas estações, as diversas fases do levantamento permitiram produzir um conjunto de pontos coerente e devidamente localizado.

Logo de seguida, não tendo havido a sua separação no campo, os pontos devem ser identificados e separados por *layer's* correspondentes à superfície a tratar sendo conveniente que tenham diferentes cores para melhor distinção dos elementos que os integram. Esta separação permite-nos trabalhar uma superfície de cada vez mantendo os pontos das outras desactivados e sem interferência nas operações a realizar.

Activado o *layer* dos pontos de uma superfície, segue-se a definição dos eixos de referência que se destinam a definir um *ucs* do utilizador cujo plano XY seja coplanar com a superfície da parede (a determinação desse plano pode ser feita através do emprego de um algoritmo de ajustamento por mínimos quadrados, ou de uma forma mais simples mas correcta arbitrando

três pontos, um ponto e uma recta ou duas rectas pertencentes ao plano teórico da parede). Existindo dois desenhos independentes, o modelo geral e as superfícies individualizadas onde se tratam os dados a elas relativos, temos que os relacionar entre si utilizando além do sistema geodésico que corresponde ao **wcs** por defeito do programa.

Tendo-se verificado que a superfície das paredes, visto em planta o conjunto dos pontos, eram equivalentes (com diferenças mínimas) a um plano vertical utilizou-se o método a seguir descrito:

- No ficheiro copiado do original de pontos georreferenciados procede-se à criação de layers os eixos de referência que são constituídos por segmento horizontal e recta vertical existindo um ponto onde elas concorrem como rectas perpendiculares. É útil que este ponto seja o ponto do canto inferior esquerdo da superfície a tratar.
- Com origem nesse ponto desenha-se uma polilinha (com o **Osnap** em modo **Node** activo) até ao ponto do canto inferior direito. Essa polilinha é por definição horizontal pelo que mantém as coordenadas Z assumindo os valores de X e Y do ponto de destino. Ainda com origem no ponto inicial da polilinha desenha-se uma linha vertical utilizando para o efeito coordenadas cartesianas relativas para definir o segundo ponto a (neste caso) 10 metros de distância (@0,0,10).
- Este conjunto de eixos será colocado num layer entretanto criado para o efeito e que deve ser nomeado de acordo com a estrutura do levantamento. Por exemplo no caso da superfície SE01 do edifício ED04 terá a designação de ED04\_SE01\_eixo.
- Estes eixos são então utilizados para a criação de um **ucs** da parede utilizando o comando homónimo e definindo 3 pontos: o ponto de origem que é o ponto onde concorrem os dois eixos criados; o sentido do eixo X que é o segundo ponto da polilinha; o sentido do eixo Y que é o ponto superior da recta vertical.
- Finalmente grava-se (opção **save** do comando **UCS**) com o nome ED04\_SE01. O mesmo processo se executa para todas as superfícies resultando uma listagem de ucs's que a qualquer altura pode ser acedido através do menu **Tools** opção **Named UCS** que tem o aspecto da figura seguinte. Note-se que sempre que for necessário trabalhar com um UCS criado anteriormente é necessário pô-lo corrente (**Set Current**) após a selecção.

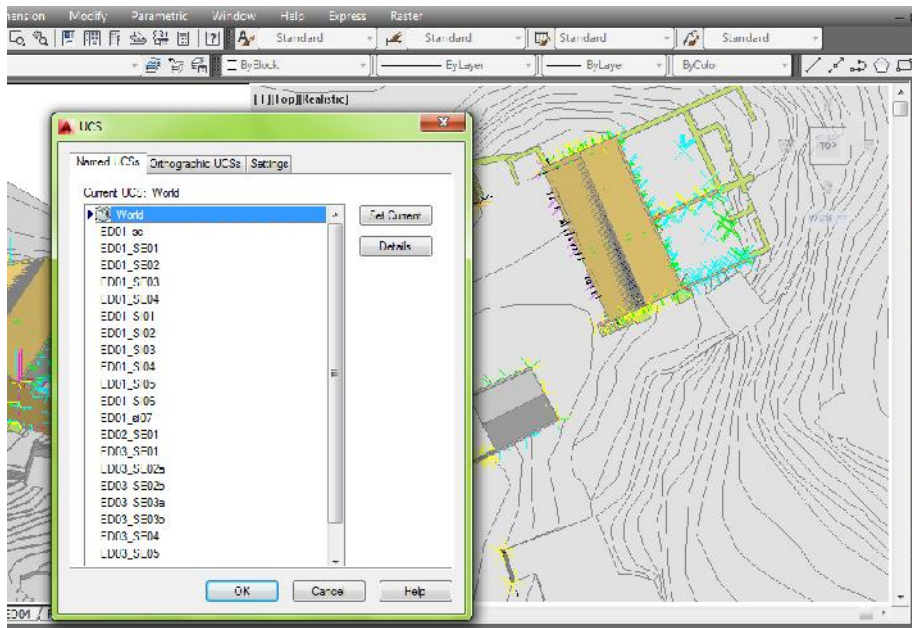


Figura 4 - Aspecto da caixa de diálogo **Named UCS**

O software utilizado apenas admite que a rectificação de imagens seja executada no espaço de modelação que por defeito tem activo o sistema de coordenadas universais (WCS). Este facto, que pode ser entendido como um inconveniente e uma limitação, tem o aspecto positivo de obrigar ao tratamento das superfícies em ficheiros autónomos e por conseguinte obrigar a uma organização mais clara e cuidadosa dos dados obtidos no campo.

Para a demonstração do processo de rectificação das fotografias utiliza-se daqui em diante a superfície ED04\_SE01 como exemplo

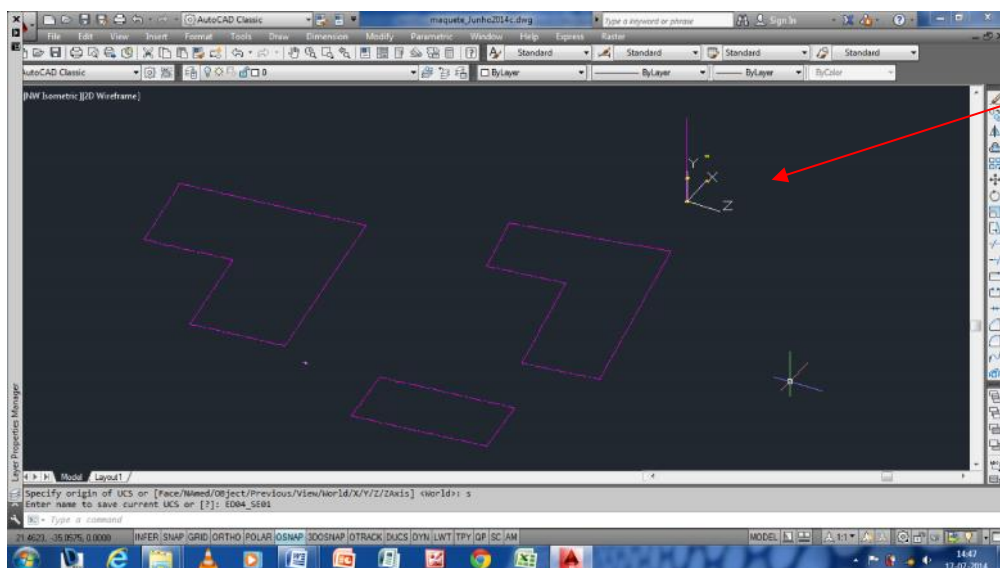


Figura 5 - Aspecto do espaço de modelação com os pontos e o eixo de referência da superfície ED04\_SE01 activos

## Casos do interior beirão

Assim, no ficheiro "Modelo tridimensional", para cada superfície activam-se os layers correspondentes aos pontos e ao sistema de eixos a seleccionar e com o comando "named UCS" activamos e pomos corrente o respectivo sistema de coordenadas já devidamente guardado. Seleccionando os elementos necessários, com o botão direito do rato, copiamos dando como ponto base a origem do referencial ED04\_SE01 que está activo e corrente (0,0,0)

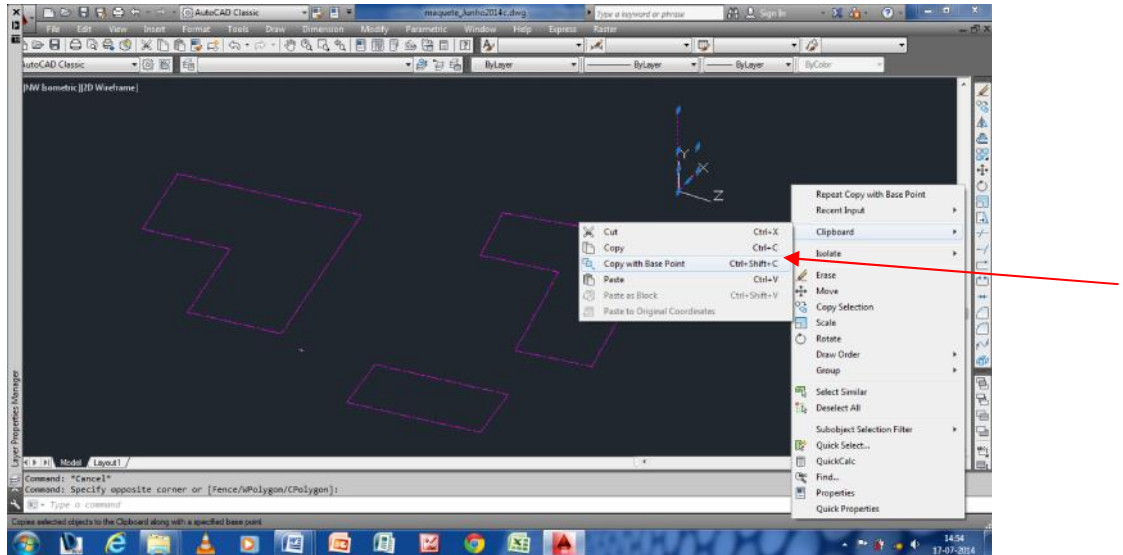


Figura 6 - Cópia de pontos e eixos de referência no ficheiro "Modelo Tridimensional"

Abrimos então um ficheiro novo que guardamos com o nome da superfície a tratar, neste caso ED04\_SE01 e inserimos (novamente com o botão do lado direito do rato optar por **paste** e dar coordenadas 0,0,0) os elementos antes copiados. Inserir os elementos aplica-se o **Zoom** opção **Extents** sendo visíveis o eixo de referência e os pontos que se apresentam com a sua forma de visualização por defeito no Autocad (quase invisível) pelo que é aconselhável alterá-la.

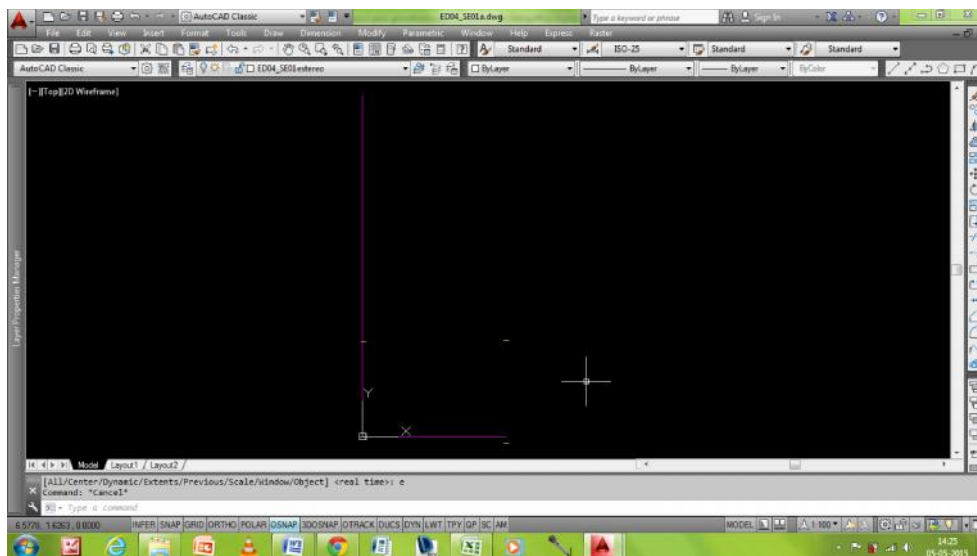


Figura 7 - Aspecto do espaço de modelação com os pontos e o eixo de referência da superfície ED04\_SE01 num novo ficheiro onde são planares com o plano XY do WCS

Alterado o **Point Style** dos pontos no menu **Format** os pontos aparecem como se vê na figura abaixo porque o programa assume a posição do símbolo do ponto relativamente ao plano onde eles foram criados. No entanto estes pontos são “agarráveis” com o OSNAP em modo node o que assegura a precisão do trabalho. É ainda uma vantagem porque permite distinguir os pontos oriundos do levantamento dos outros posteriormente criados.

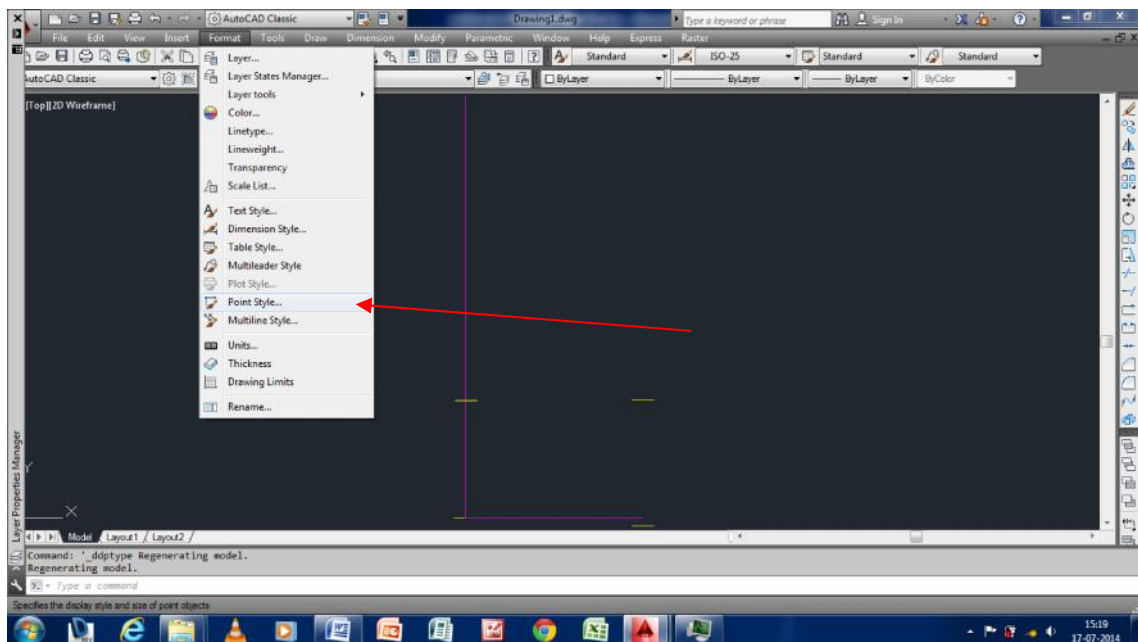


Figura 8 - Alteração da forma de visualização dos pontos

O passo seguinte é a inserção prévia das fotografias a tratar. A forma mais simples é fazer copy a partir da pasta que contém as fotografias da superfície (v. organização de fotografias) e simplesmente colar no espaço de modelação junto aos pontos do levantamento uma vez que quanto maior for a distância e a diferença de tamanho entre pontos e fotografia maior é a dificuldade do processamento dos dados pelo programa. Seguidamente devem fazer-se duplicados para a rectificação uma vez que a fotografia rectificada vai ser uma nova entidade apagando-se a original.

Sobre essa fotografia, utilizando os zoom's necessários, devem ser rigorosamente identificados os pontos medidos. Neste caso, em que foram usados alvos colados sobre a superfície, eles estão bem visíveis na própria fotografia pelo que sobrepomos os pontos à imagem sem necessitar de recorrer às fotografias de identificação de pontos medidos.

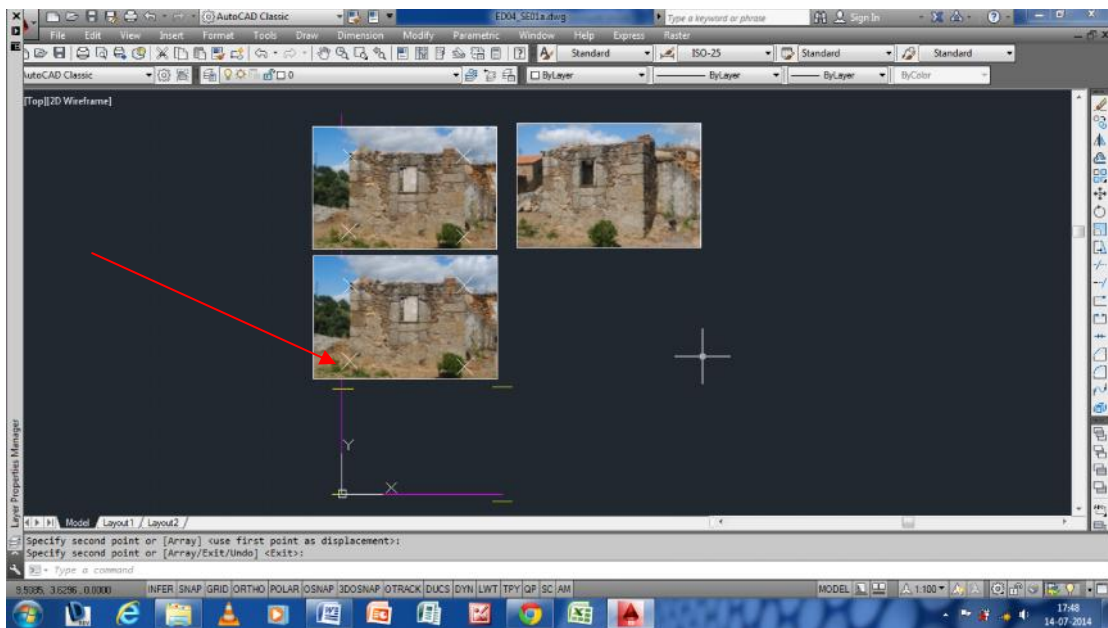


Figura 9 - Fotografias da superfície a rectificar e pontos sobre os locais de medição

Passa-se então à rectificação propriamente dita utilizando uma ferramenta do Autocad Raster que permite correlacionar pontos. Neste caso vamos fazer corresponder os pontos da fotografia aos pontos medidos no levantamento. Assim no menu **Raster**, na opção **Correlate** seleccionamos a sub-opção **Rubbersheet** (folha de borracha).

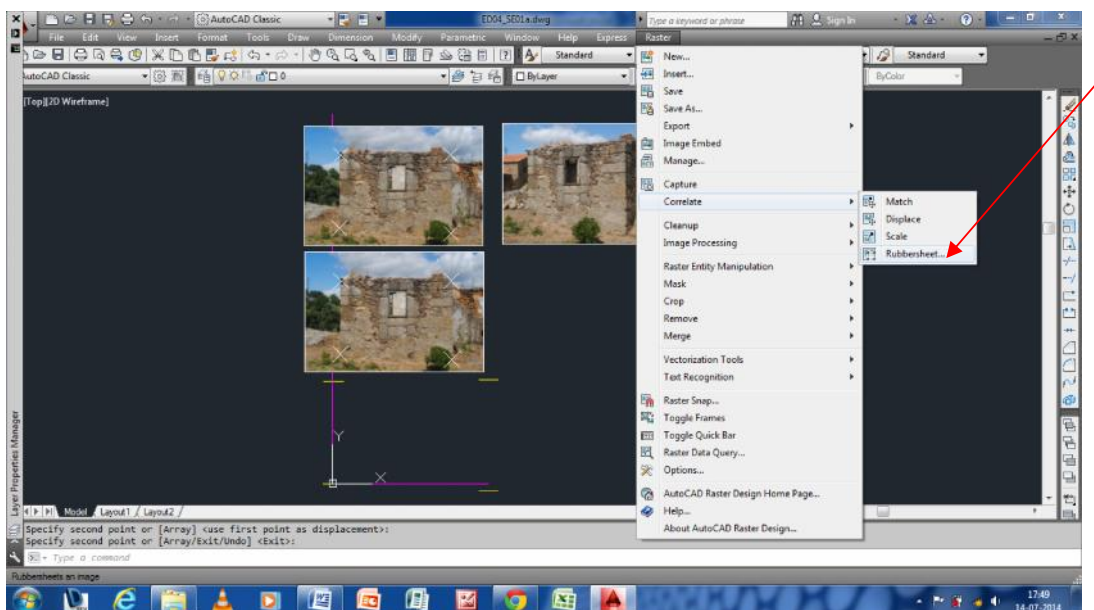


Figura 10- Utilização da ferramenta *Rubbersheet* do Raster Design

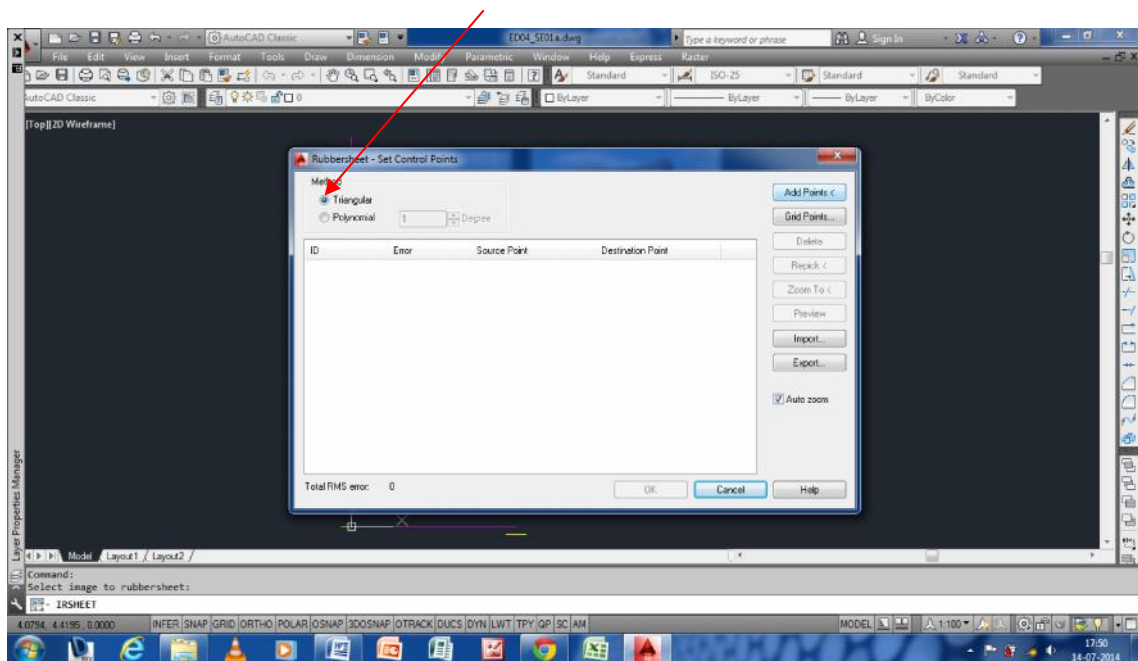


Figura 11 - Caixa de diálogo da ferramenta *Rubbersheet* com as opções de transformação *polinomial* ou *triangular*

Anteriormente, ambos os métodos foram experimentados e concluiu-se que a transformação polinomial não possuía o grau de precisão considerado satisfatório e atingível com as medições de campo realizados, pelo que optámos pela transformação triangular que veio a demonstrar-se adequada.

De forma abreviada expomos as diferenças essenciais entre estes dois métodos de transformação de acordo com o *Help* do programa:

O método Triangular desenha uma série de triângulos entre os pontos de controlo, em seguida, aplica-se a transformação para essas áreas. Este processo utiliza o método da triangulação de Delaunay em que nenhum ponto está dentro do círculo que inclui os vértices de um triângulo. Cada área triangular é transformada em separado, de modo que este método é muito mais preciso do que o método polinomial, mas pode resultar na perda de alguns dados da imagem. A área a ser transformada, chamada de casco convexo, é definida pelos pontos de destino ultraperiféricos. Os dados de imagem exterior do casco convexo são descartados.

O método Polinomial, em que o programa aplica o método dos mínimos quadrados, transforma a imagem inteira para corresponder, tanto quanto possível, aos pontos de controlo indicados. Ao contrário do método triangular, os pontos de destino real nem sempre ficam localizados perfeitamente nos pontos de destino medidos. O erro resultante de posicionamento é expresso como um valor numérico na caixa de diálogo *Rubbersheet*, e é apresentada graficamente na imagem após os pontos de controlo terem sido inseridos. O erro para cada ponto é medido como uma distância do ponto de destino para o ponto de destino real.

Neste passo é fundamental que o *Osnap* activo esteja apenas com a opção *node* seleccionada para que apenas os pontos (e inerentemente a superfície poligonal da fotografia no seu interior) sejam manuseados. Abre-se a sua caixa de diálogo clicando no botão do lado direito do rato sobre a etiqueta *Osnap* na *linha de status*.

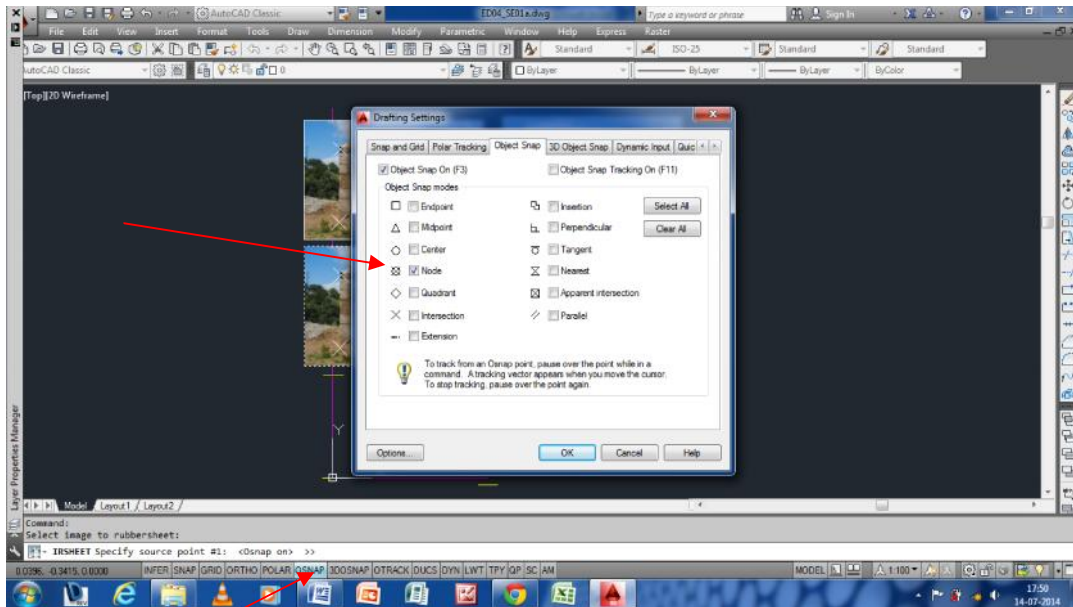


Figura 12 - Caixa de diálogo do *Osnap*

Com as duas condições anteriores passa-se a fazer a correlação de um mínimo de quatro pontos da fotografia com os respectivos pontos medidos sendo o aspecto o apresentado na imagem a seguir.

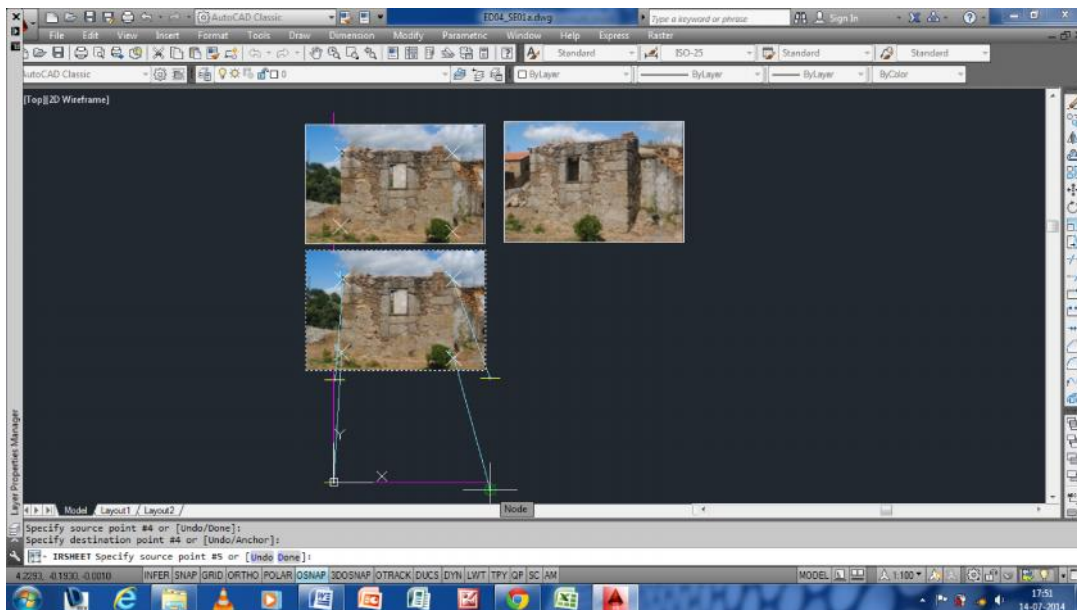


Figura 13 - Aspecto da correlação entre pontos medidos e pontos da fotografia

No final apresenta-se a fotografia rectificada com uma **Boundary** rectangular mas posicionada no local adequado. Como previsto a imagem deslocou-se pelo que fica a cópia anteriormente criada para futuras operações.

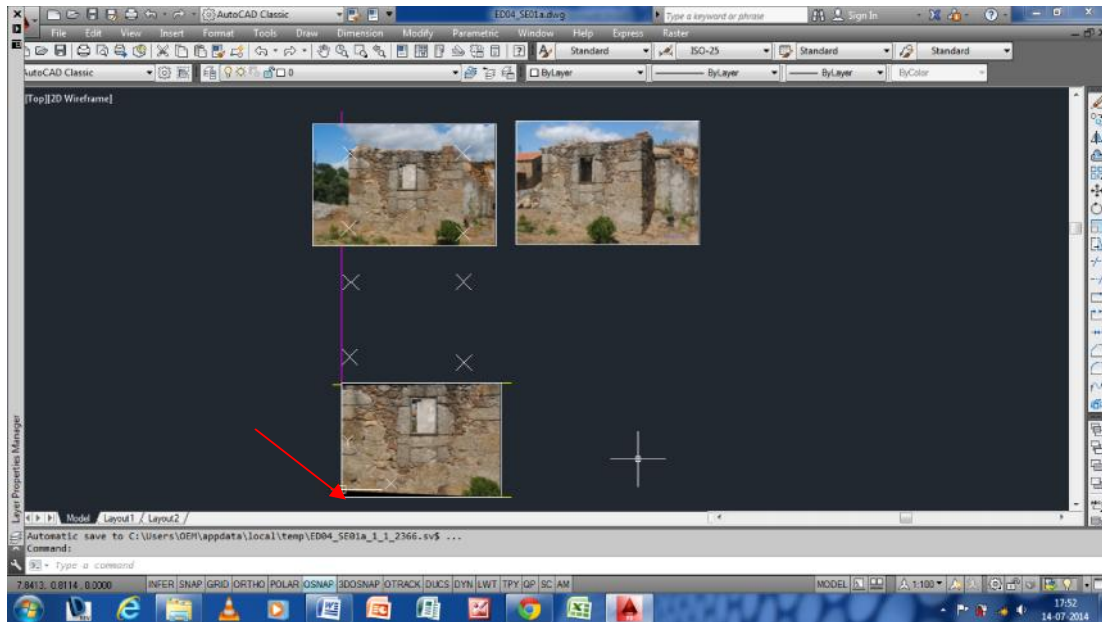


Figura 14 - Fotografia rectificada no local adequado

Para ajustar a imagem resultante ao interior dos pontos medidos descarta-se a parte escura da imagem utilizando o comando **imageclip** com a opção **poligonal** obtendo a superfície da parede fotografada que contém os pontos na posição correcta ou com um desvio mínimo e aceitável para o objectivo do levantamento como ficou comprovado em trabalhos anteriores.

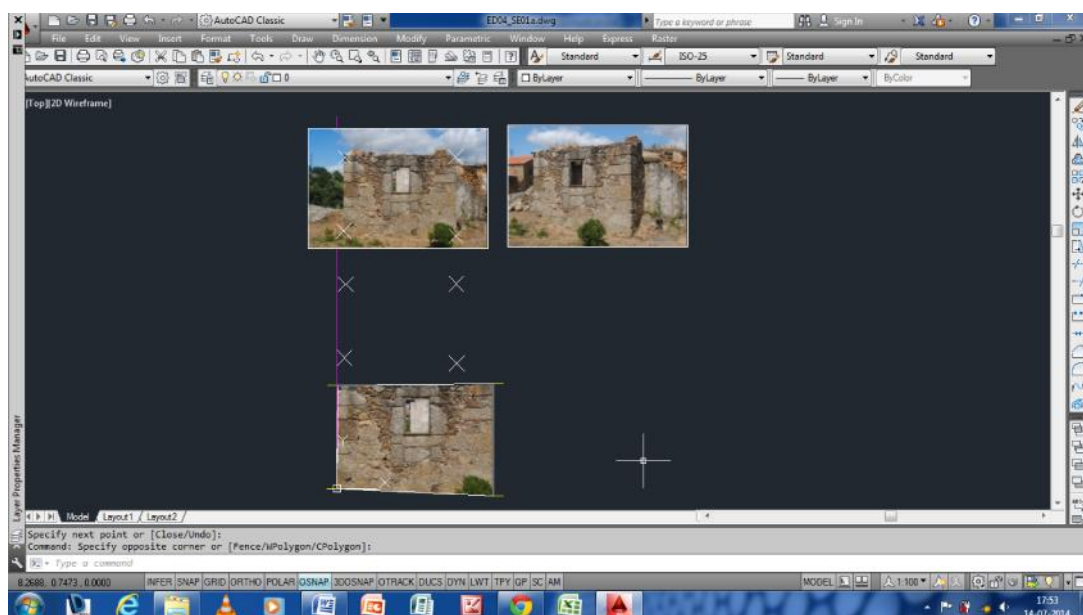


Figura 15 - Fotografia rectificada e recortada com o comando **Imageclip** opção **poligonal**

## Casos do interior beirão

Para os próximos passos para cada operação de rectificação é utilizado um conjunto fotografia/pontos. Por essa razão devem ser feitas sempre cópias que incluam pontos anteriormente inseridos. Normalmente a cópia vai sobrepor-se aos pontos que estão no local pelo que devemos com o comando **Draw Order** no menu **Tools** e na opção **send to back**, enviar a fotografia para baixo dos pontos de modo que estes fiquem visíveis e disponíveis para novas operações.

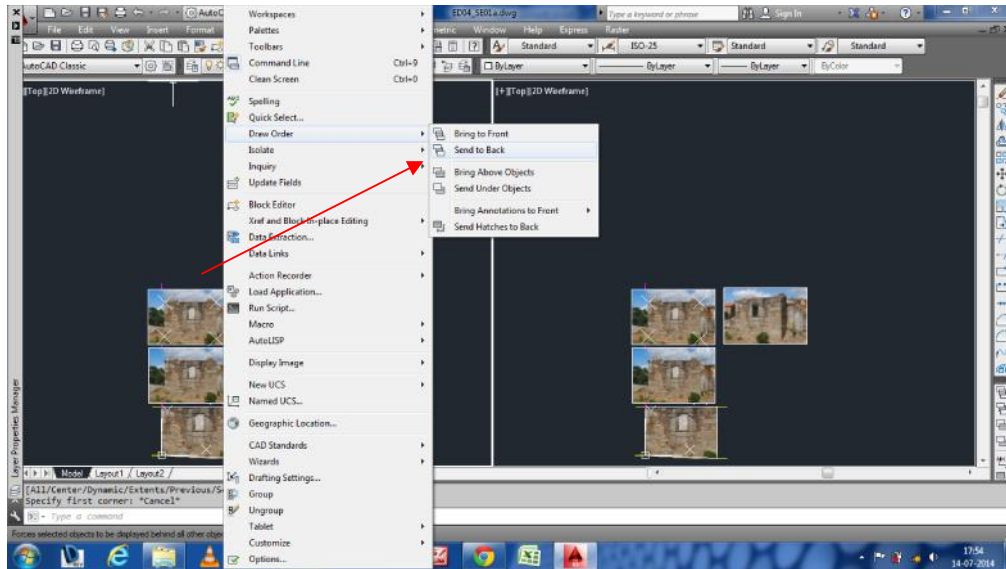


Figura 16 - utilização do comando *Draw Order* para visualização de pontos ocultos pela fotografia

Nesta fase criam-se os **layers** adequados a conter os elementos criados a partir da imagem rectificada e que são as fotografias, os pontos extrapolados, a polilha do contorno da superfície da parede e o sólido que irá ser um elemento essencial do modelo tridimensional georreferenciado.

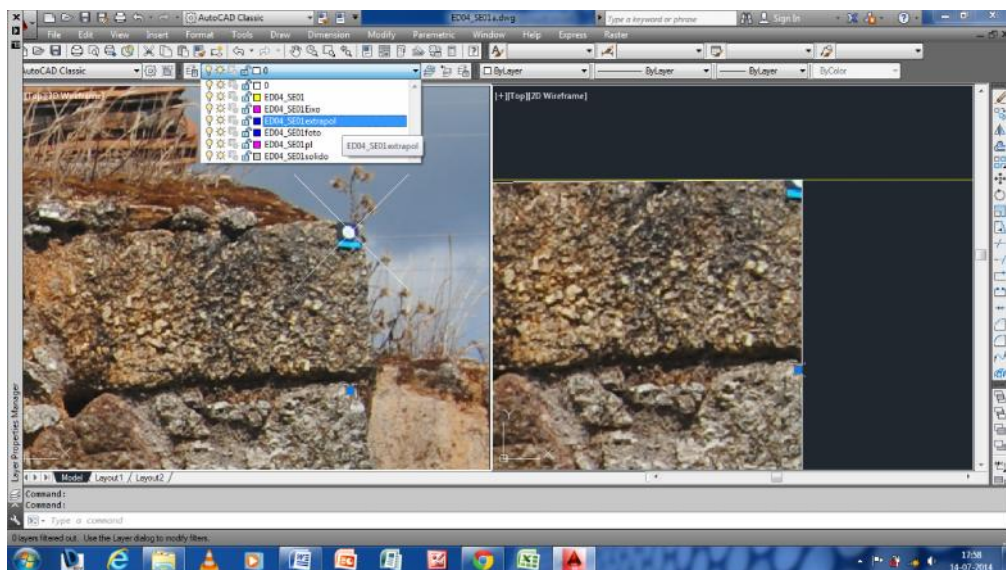


Figura 17 - Visualização do ambiente de trabalho com duas *viewports* e da lista de *layers* criados para separar as diferentes entidades

Assumindo que todos os pontos na superfície estão correctamente medidos e na sua verdadeira grandeza relativamente ao plano da parede ED04\_SE01 escolhe-se um ponto facilmente identificável na fotografia rectificadora e na original.

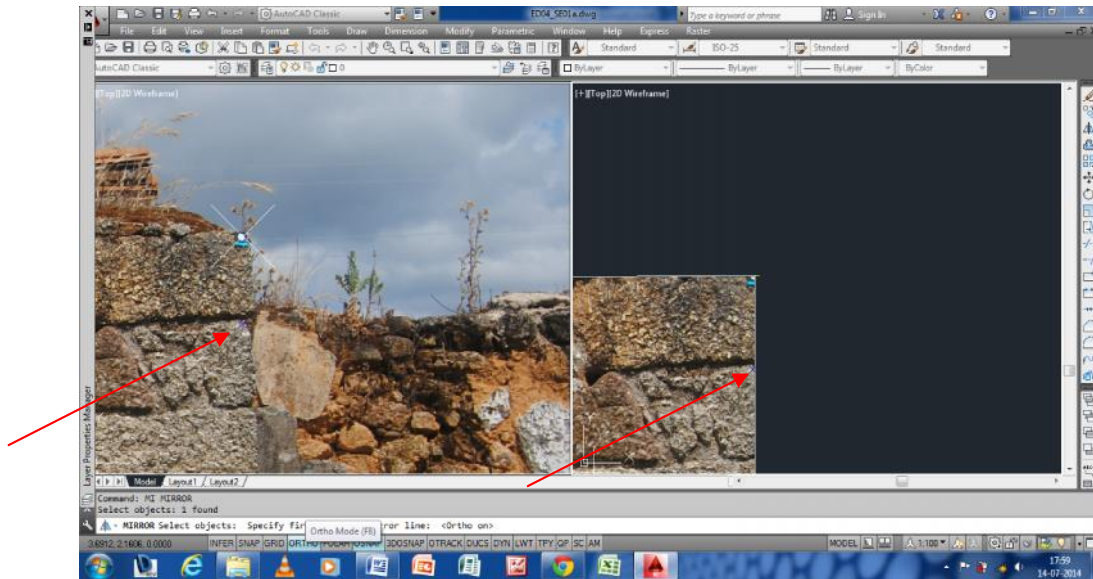


Figura 18 - identificação dos pontos nas fotografias rectificadora e original

Deste ponto no interior da superfície e portanto a uma distância conhecida faz-se uma cópia utilizando a opção *mirror* com eixo de simetria passando pelo ponto medido e com a função *ortho* ligada (neste caso porque a toma da fotografia utilizada é praticamente frontal ao plano da parede, de outra forma esse eixo deveria ser relacionado com os *pontos de fuga* da fotografia) reproduzindo-o no exterior da superfície em local imaginário do plano ED04\_SE01

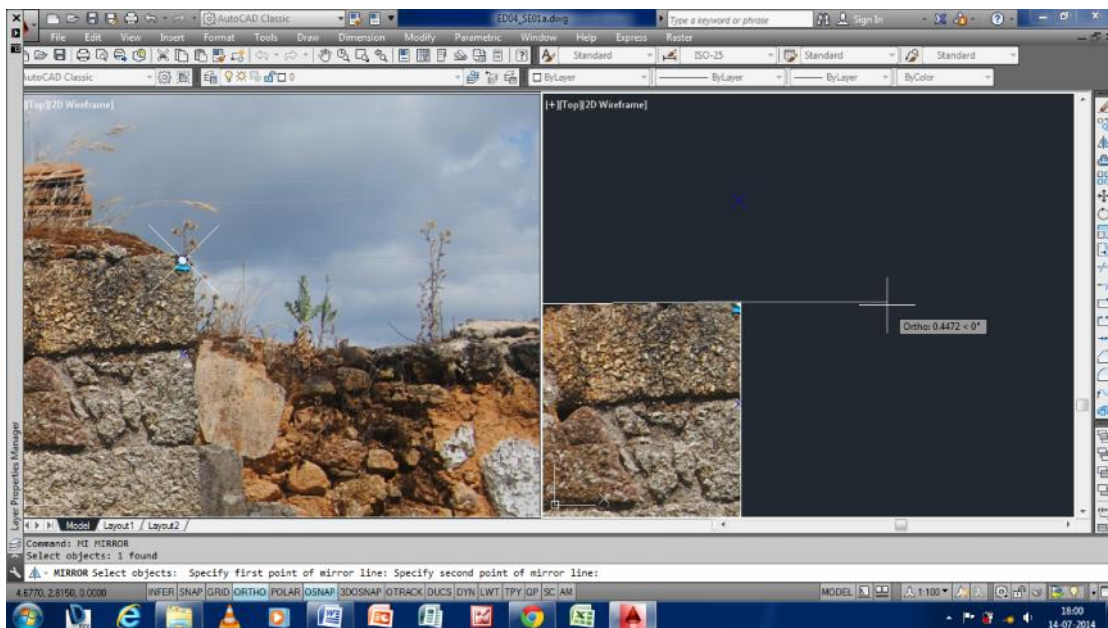


Figura 19 - Cópia dos pontos medidos na superfície rectificadora para um local exterior à medição

## Casos do interior beirão

Repetindo o processo anterior em todos os cantos obtêm-se pontos correlacionado e não medidos mas suficientemente próximos da superfície rectificadora para serem utilizados na rectificação da periferia da parede e parte do plano imaginário que a contém.

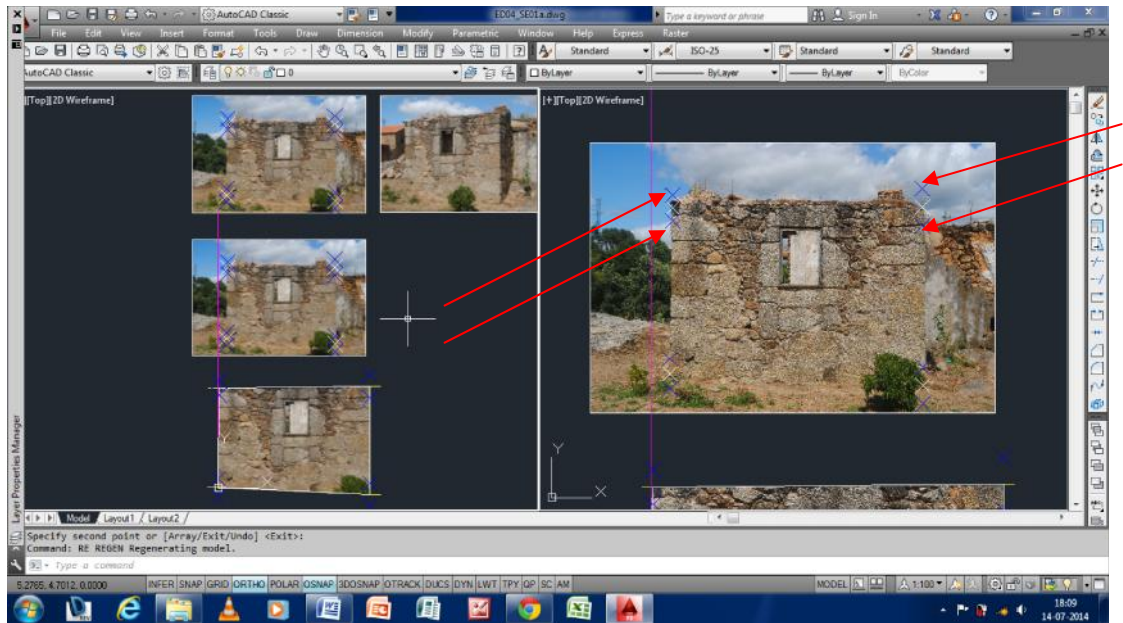


Figura 20 - Localização dos pontos a utilizar na rectificação de parte da fotografia exterior ao polígono medido

Nesta fase deve fazer-se novamente uma cópia que inclui fotografia inicial, pontos medidos e pontos correlacionados e a partir dela aplica-se a opção *rubbersheet* do comando *correlate* como fizemos para a fotografia inicial.

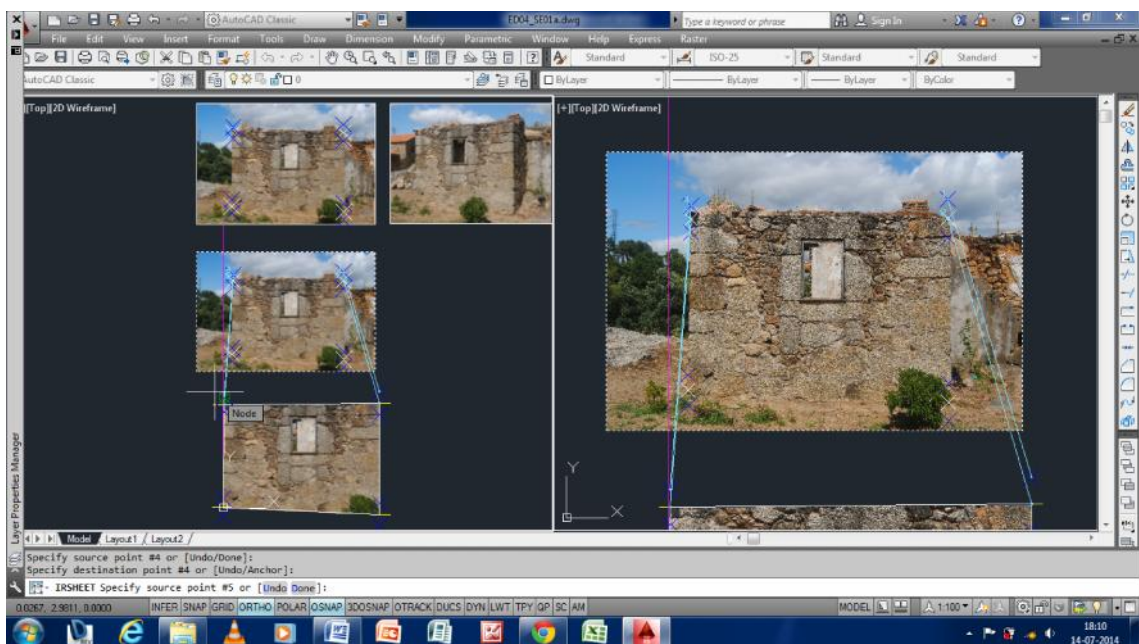


Figura 21 - Correlação entre pontos e transformação da fotografia

O resultado é o apresentado a seguir sendo verificável através dos necessários **zoom's** o rigor da transformação principalmente nas pedras e argamassa na zona de fronteira entre as duas imagens.

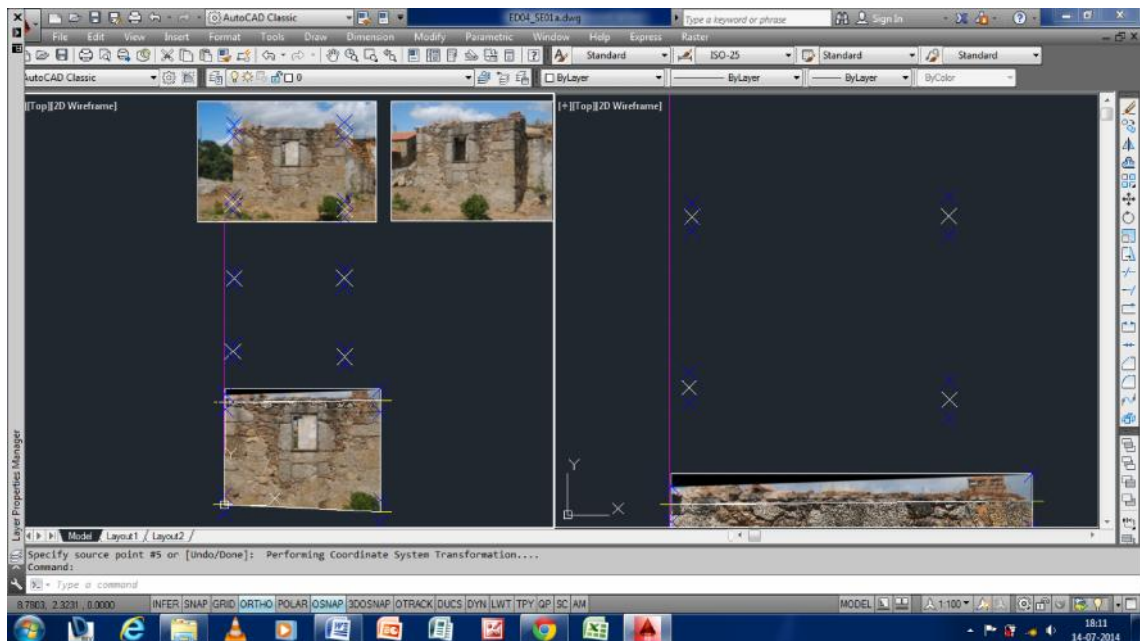


Figura 22 - Fotografia rectificada da periferia externa superior da parede ED04\_SE01

O processo anterior repete-se para a zona inferior da parede, visível na imagem abaixo, tendo o cuidado de verificar o grau de erro apresentado na caixa de diálogo da transformação da fotografia com a utilização do método tringular de correlação.

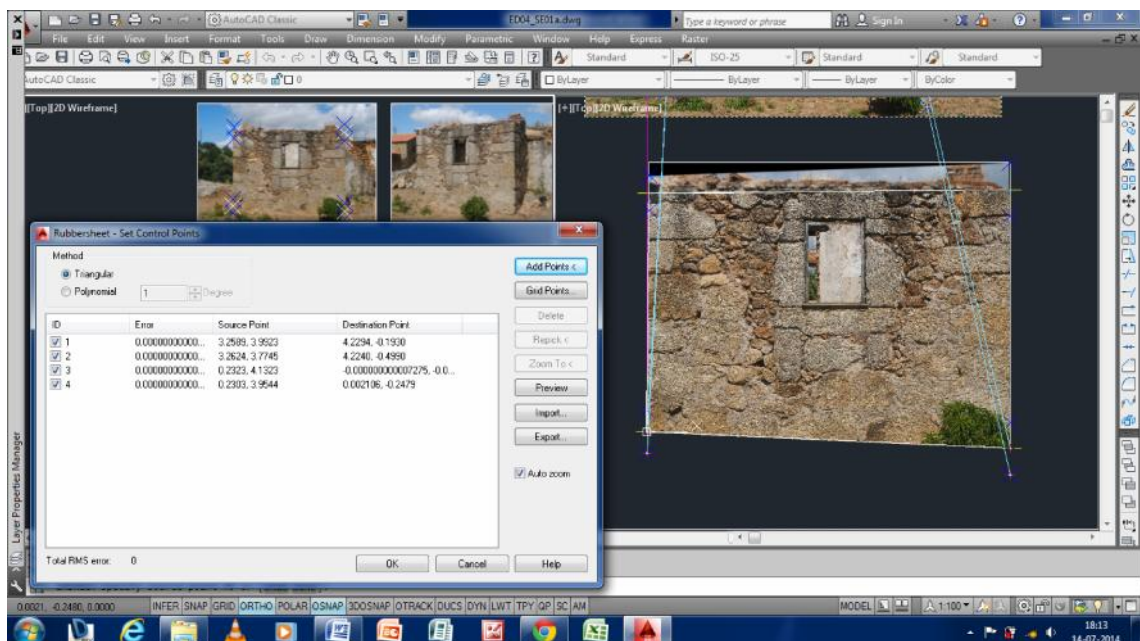


Figura 23 - Caixa de diálogo do comando *rubbersheet* com os valores do erro de rectificação

## Casos do interior beirão

Seguidamente, trabalhando as fotografias com o comando *imageclip* opção *poligonal* removem-se as partes negras da fotografia.

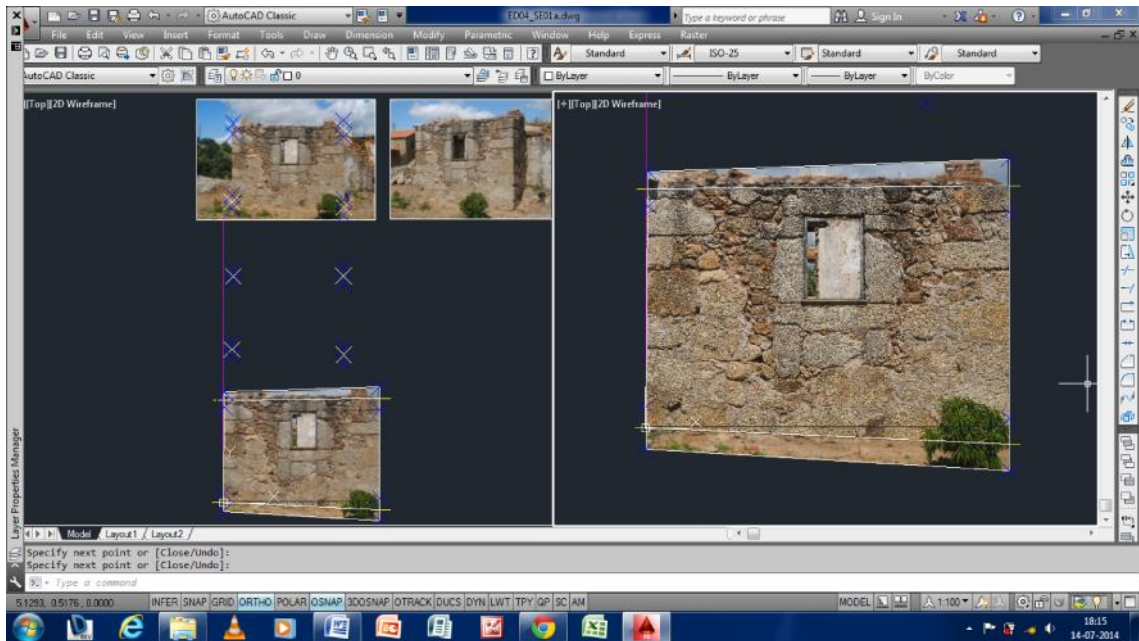


Figura 24 - Aspecto do mosaico de fotos rectificadas com a parte superior e inferior da parede

Repetindo o processo para as periferias laterais da parede, com as devidas adaptações nomeadamente quanto ao eixo de simetria do *mirror* da cópia dos pontos, o resultado é visível na imagem seguinte que inclui a totalidade da parede ED04\_SE01. É conveniente referir que a área medida no interior dos pontos medidos é de 13,0284 m<sup>2</sup> e que a área rectificada a partir dos pontos extrapolados é apenas de 0,1753 que corresponde a **1,3277%** do total da parede.

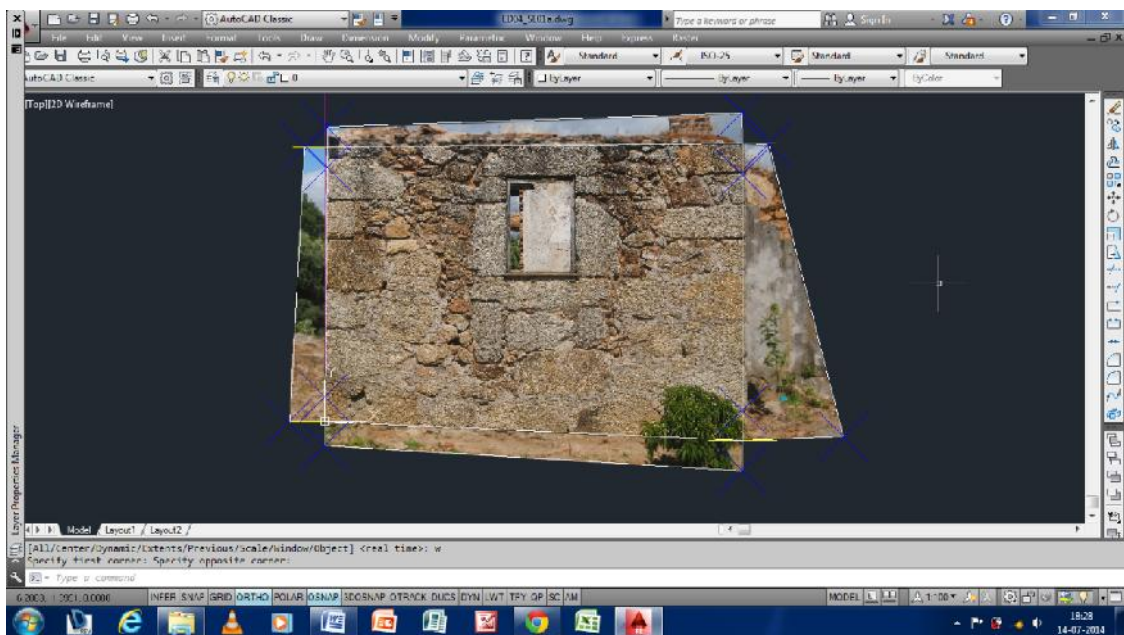


Figura 25 - imagem idêntica à anterior com a adição das fotografias laterais

Entretanto, como em outras etapas do trabalho, deve guardar-se o ficheiro de modo a salvaguardar o trabalho realizado mas agora tendo em conta que cada fotografia rectificada é um **novo elemento** criado no desenho e a ele ligado como referência externa.

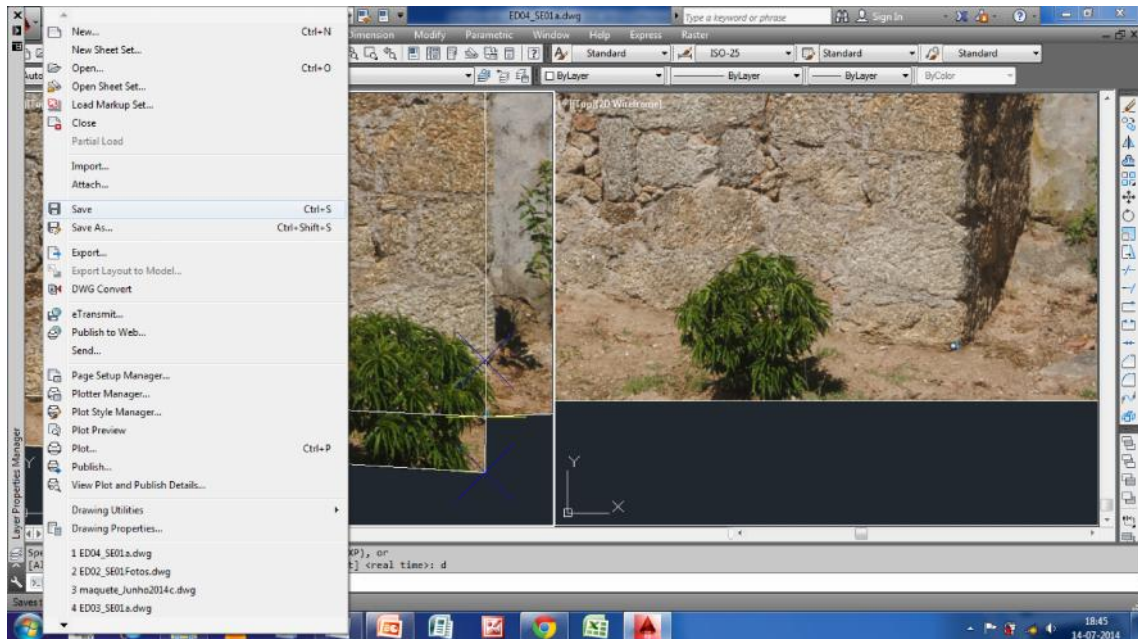


Figura 26

Ao guardar o desenho é solicitada a decisão sobre a forma de salvaguardar as imagens criadas devendo fazê-la com a opção **save as** para não danificar ou alterar a imagem inicial.

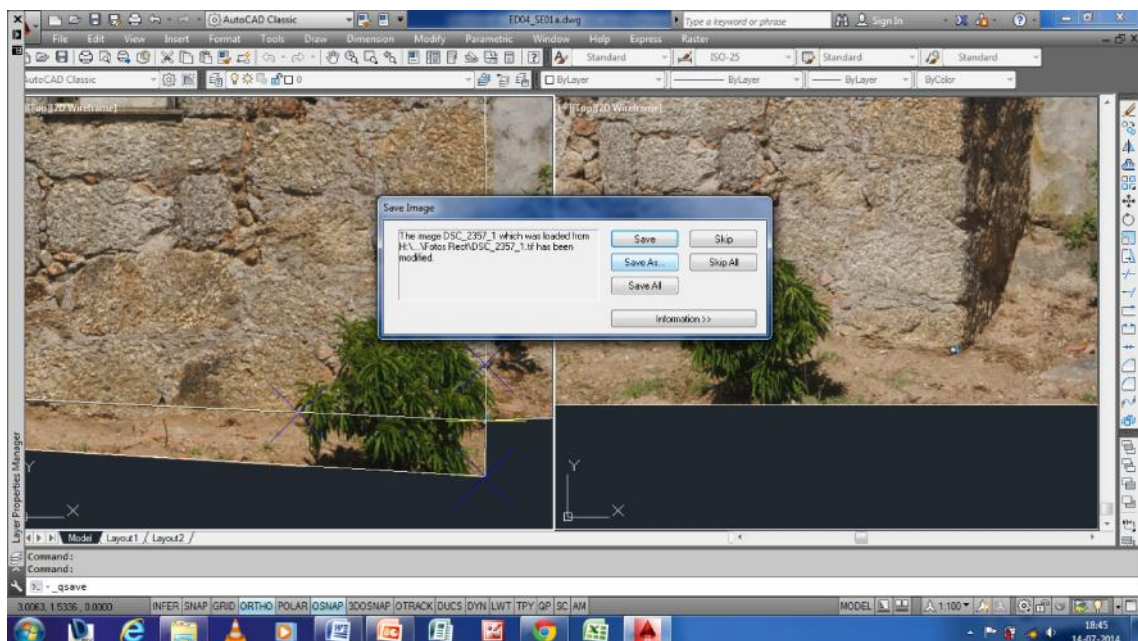


Figura 27 - Caixa de diálogo no momento da gravação da fotografia rectificada

## Casos do interior beirão

Com este procedimento indica-se a localização futura da imagem que de acordo com a organização proposta no início do trabalho de gabinete se localiza na pasta **ED04\_SE01** e sub pasta **Fotos rect**

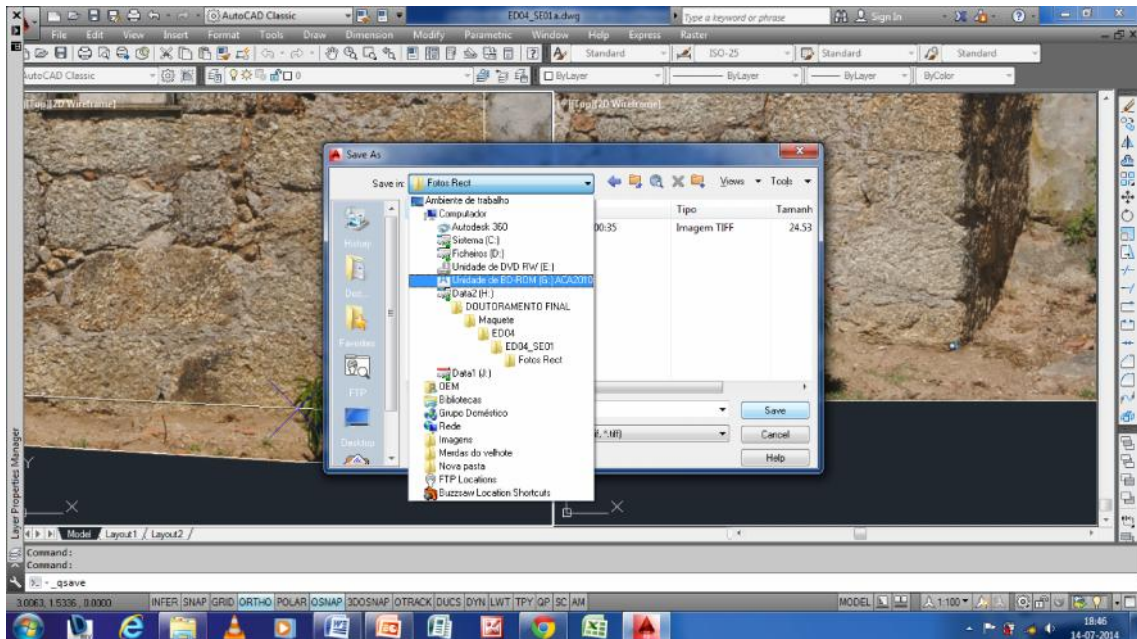


Figura 28 - Localização do local para salvaguarda das fotografias rectificadas

Essa pasta apresenta a seguir as fotos mantendo a **boundary** anterior ao comando **imageclip** o que tem alguma utilidade como adiante se verá.

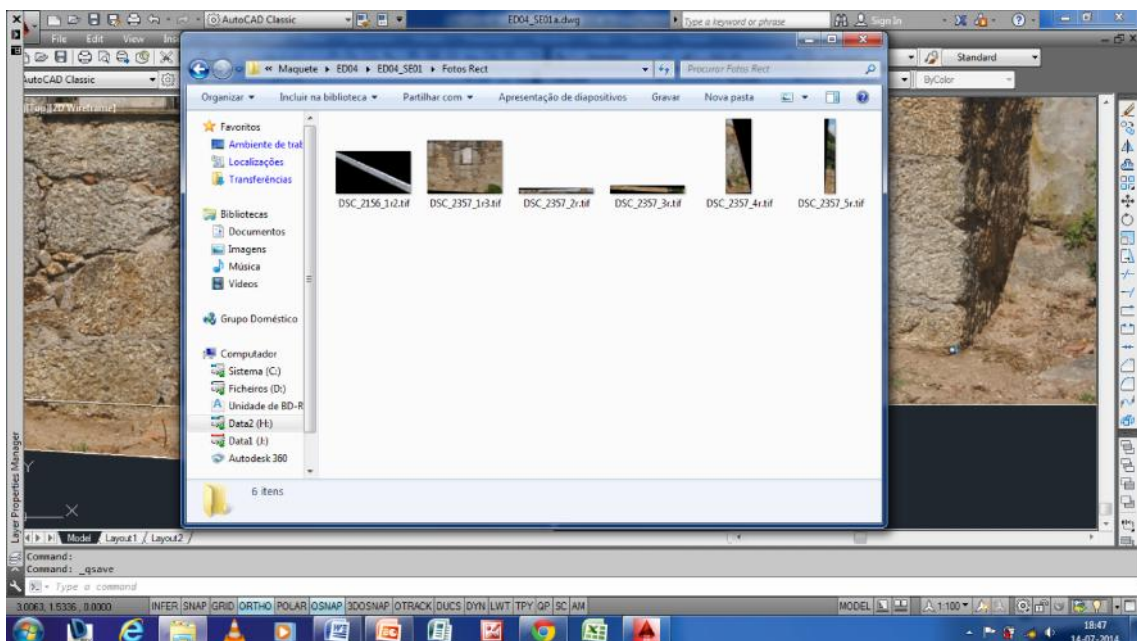


Figura 29 - Aspecto da pasta onde se guardam as imagens rectificadas podendo verificar-se a manutenção de uma **boundary** rectangular

Seguidamente, utilizando a mesma metodologia e mantendo o pressuposto de que os pontos da superfície medidos e os pontos seus coplanares no interior dela estão na posição correcta nesse plano, exemplifica-se o tratamento de uma zona oculta por um arbusto. Para isso utiliza-se uma fotografia em que essa zona é visível e contém pontos reconhecíveis nas fotos anteriormente tratadas.

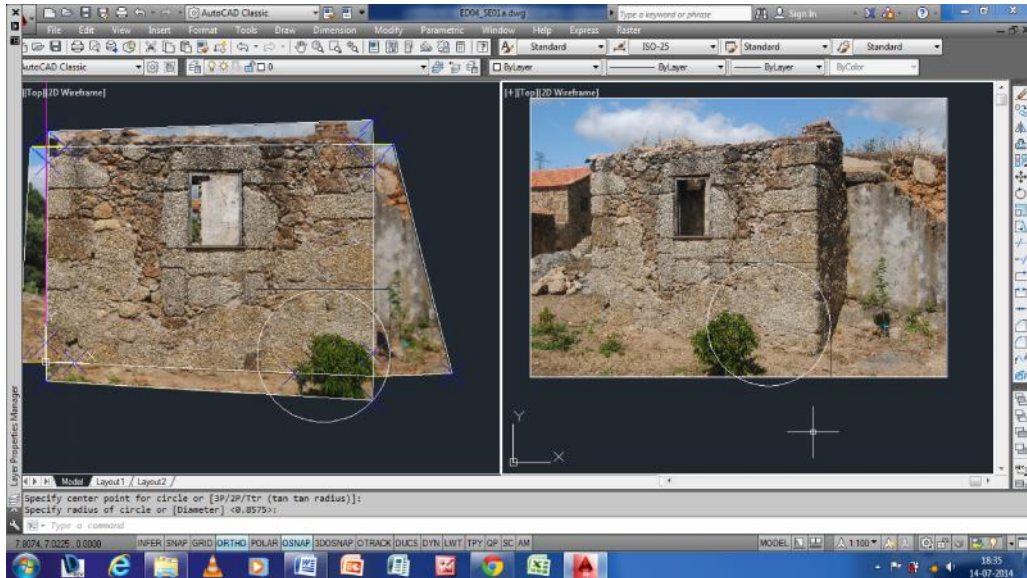


Figura 30 - Mosaico rectificado com um obstáculo (à esquerda) e fotografia onde é visível a parte oculta da parede

A uma distância conveniente e num **zoom** adequado identificam-se pontos comuns a ambas as fotografias, a rectificada e aquela em que se pode ver a área a tratar, para que sejam visíveis em duas **viewports**.

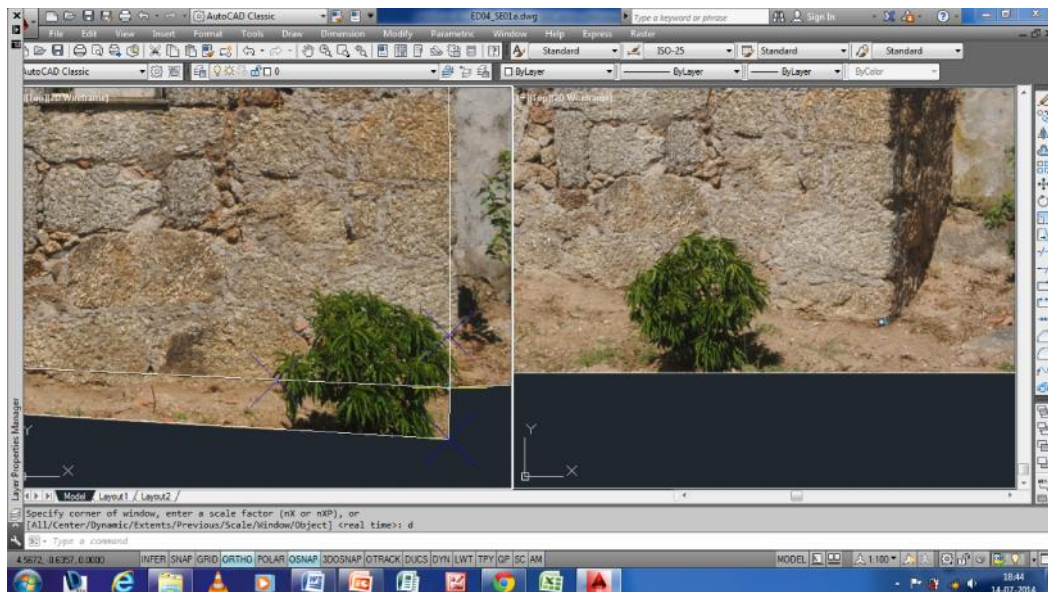


Figura 31 - Imagem das duas viewports onde são visíveis as diferentes fotografias com áreas da superfície da parede em comum

## Casos do interior beirão

Nesta fase criam-se pontos aparentes comuns e facilmente identificáveis sendo necessário que sejam coplanares e paralelos ao plano da superfície ED04\_SE01

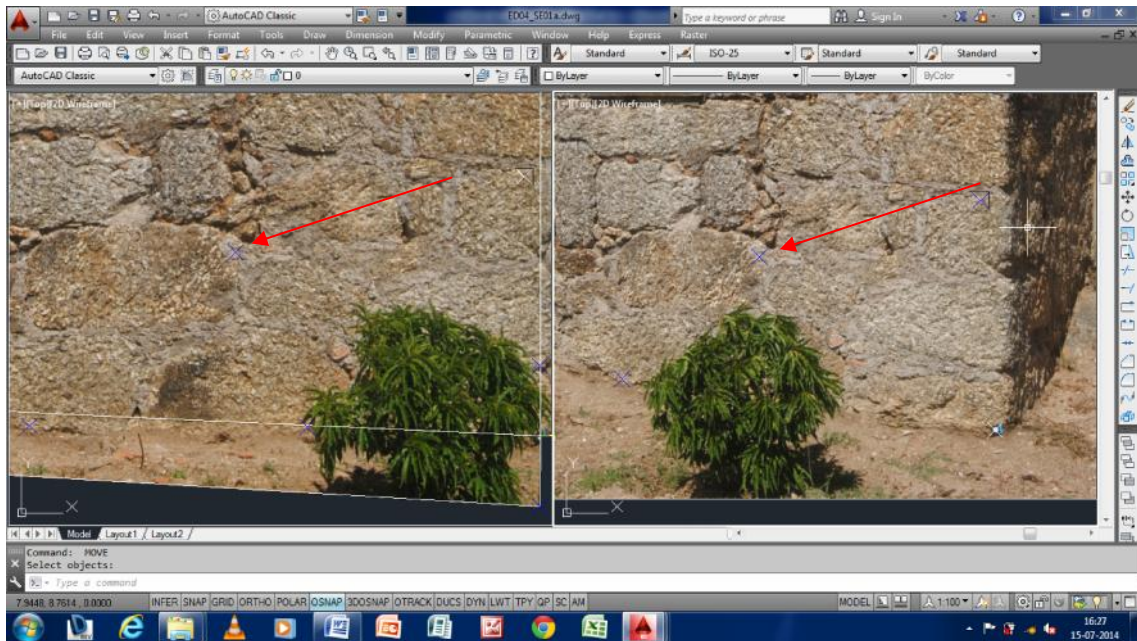


Figura 32 - Pontos comuns em ambas as fotografias

Utilizando novamente a opção *rubbersheet* do comando *correlate* faz-se a sobreposição da área selecionada da segunda fotografia.

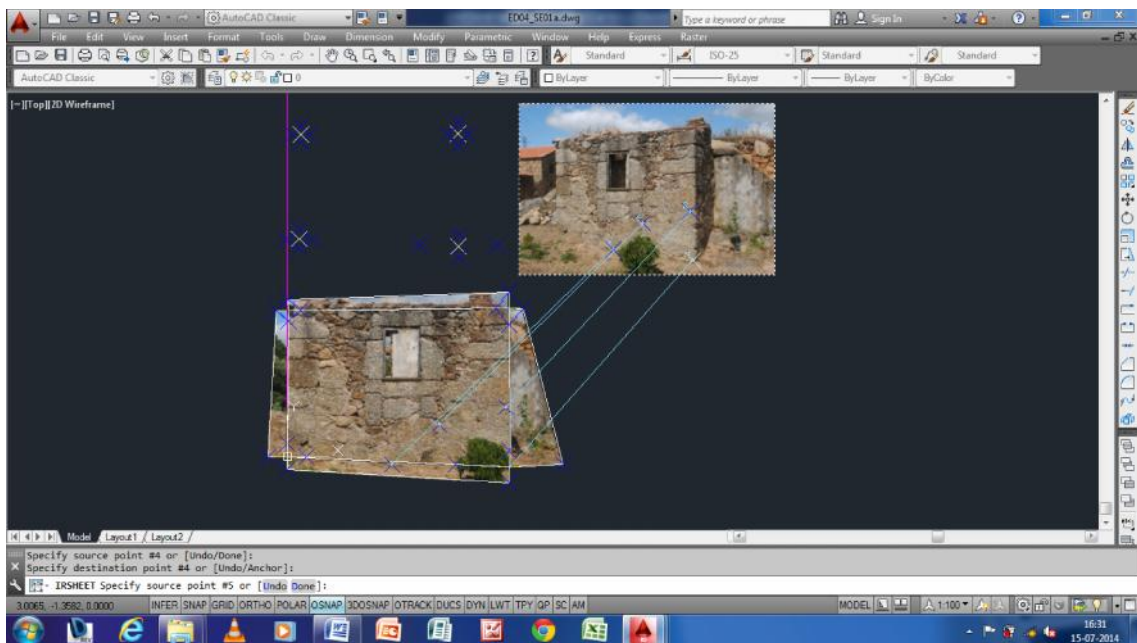


Figura 33 - Utilização do comando *rubbersheet* para sobreposição de parcela visível da parede sobre o mosaico geral anterior

A fotografia sobrepõe-se às anteriormente rectificadas ainda com a *boudary rectangular* e desaparece, como anteriormente explicado, a foto original.

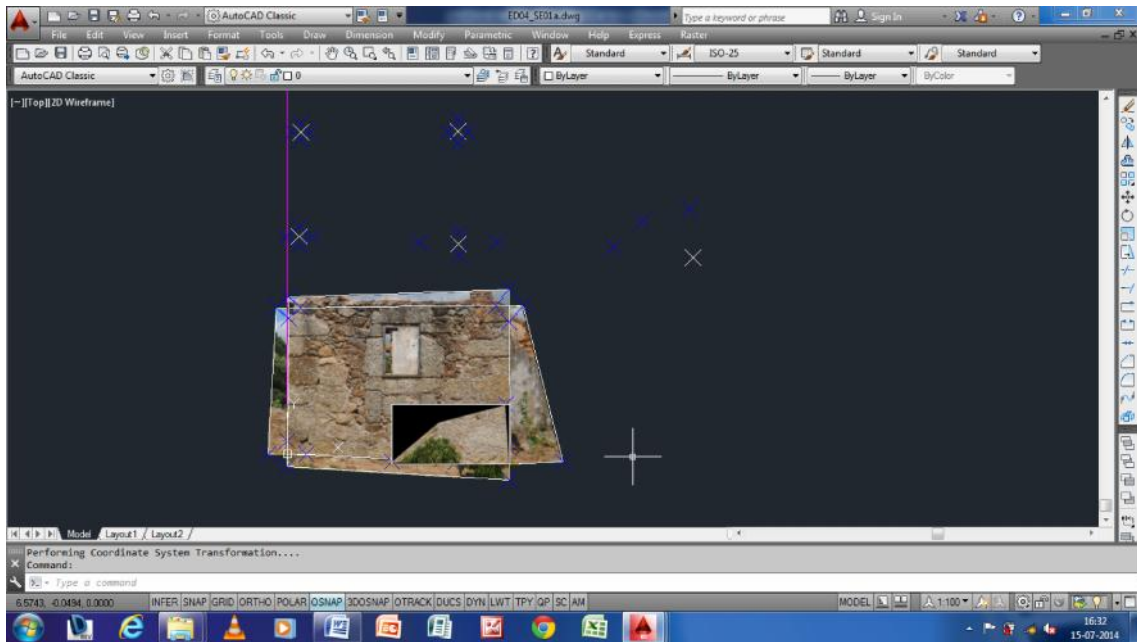


Figura 34 - Aspecto da sobreposição das fotografias

Utilizando o *imageclip* alteram-se os limites da imagem exterior aos pontos comuns para descartar as partes negras da mesma.

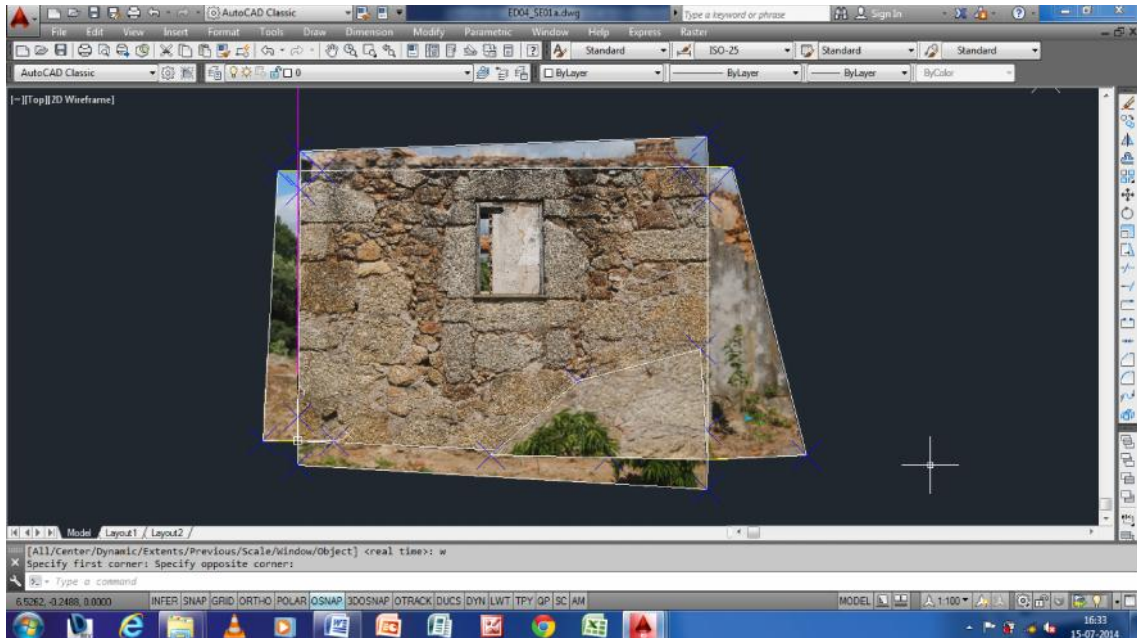


Figura 35 - Aspecto da sobreposição das fotografias após a aplicação do comando *Imageclip*

Utilizando os *zoom*'s necessários deve nesta fase verificar-se a exactidão da operação anterior principalmente observando atentamente toda a zona envolvente da fronteira da imagem e assegurando que ao nível macroscópico os cristais e outras partes da rocha coincidem em ambas as fotografias.

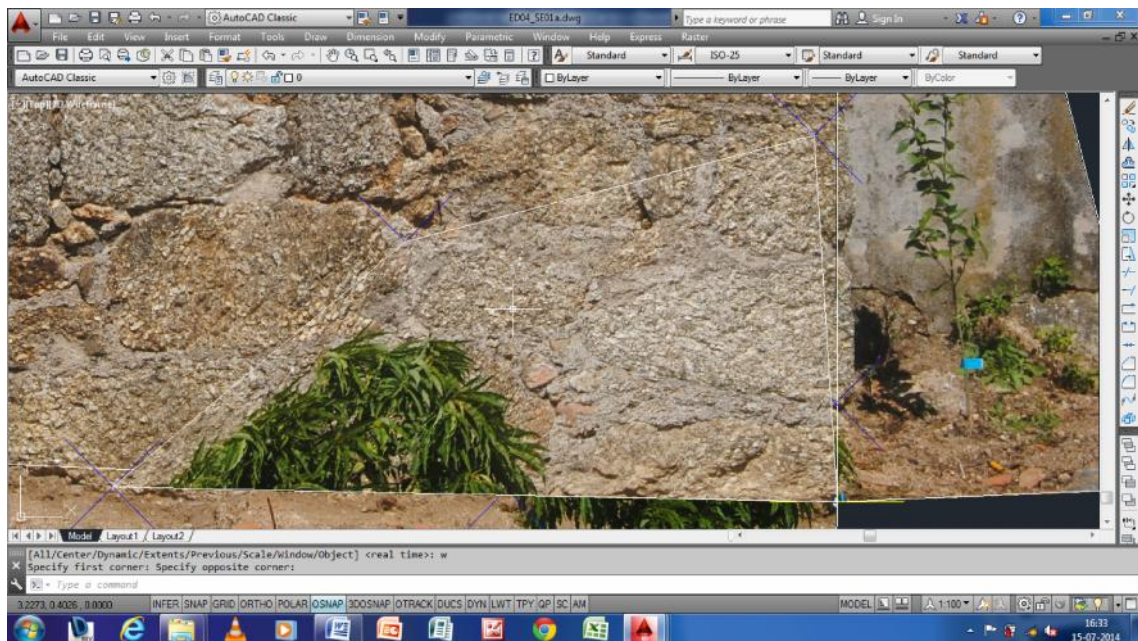


Figura 36 - Visualização ampliada da área tratada para verificação da exactidão da rectificação da imagem sobreposta ao mosaico

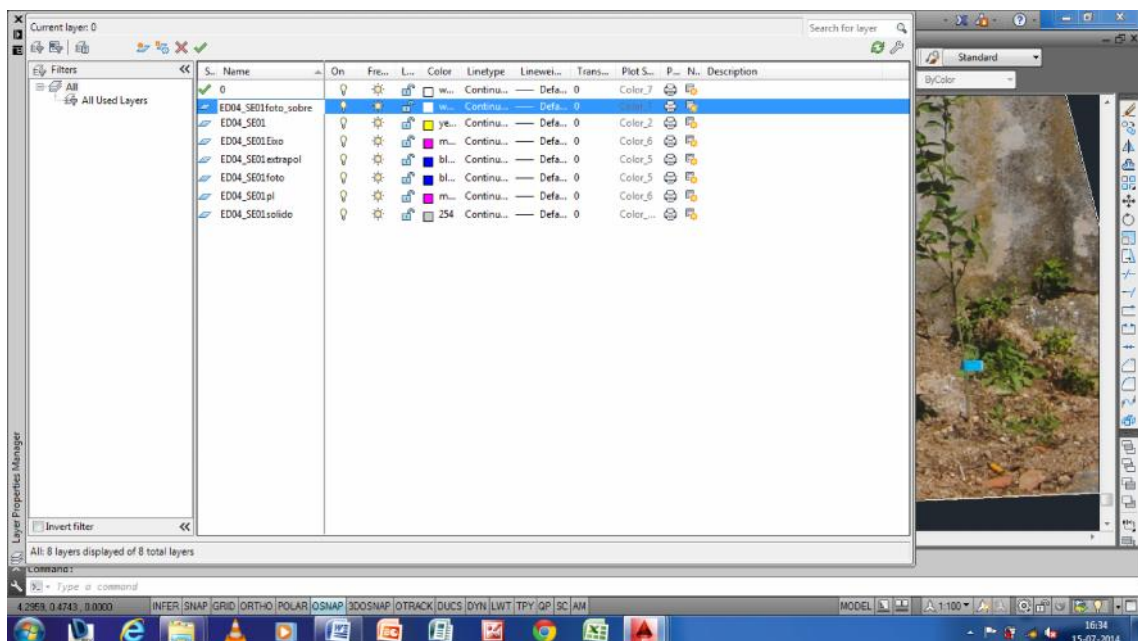


Figura 37 - Transferência da imagem para o layer respectivo criado para o efeito com a denominação ED04\_SE01foto\_sobre

Seguidamente remove-se da imagem sobreposta o arbusto que oculta a parede deixando visível essa porção de parede na imagem inferior utilizando o comando *imageclip*, opção *poligonal* e contornando a parte a retirar. Sendo a segunda vez que se edita a imagem rectificada o programa vai repor a *boundary rectangular* inicial sobre a qual é possível delinear o contorno desejado.

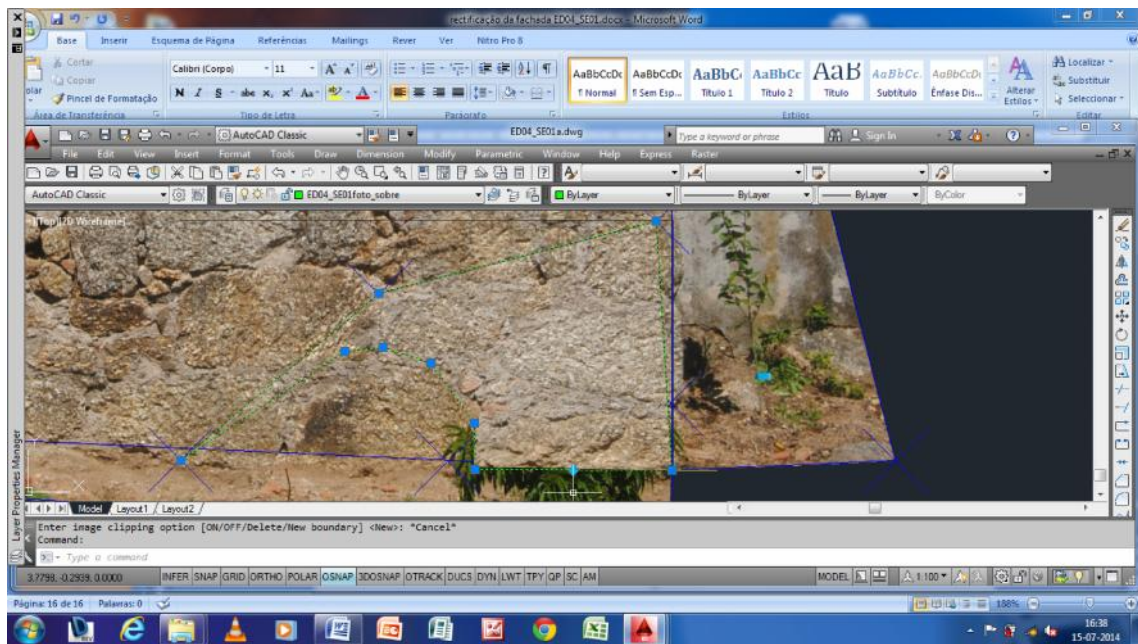


Figura 38 - Contorno da parte da fotografia sobreposta, a manter, sendo descartável a parcela exterior da imagem

Depois de efectuado o clip da imagem é possível verificar que a zona oculta da parede é ínfima resumindo-se a um pequeno ramo do arbusto que anteriormente ocupava uma parte significativa do mosaico.

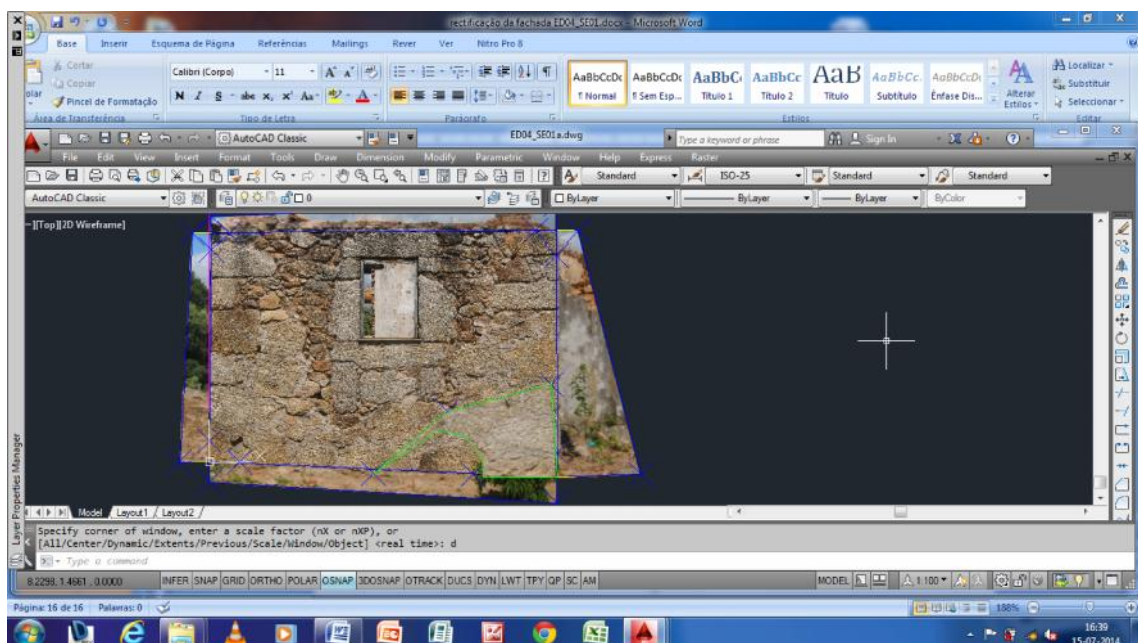


Figura 39 - Sobreposição da fotografia obtida a partir de pontos reconhecíveis no plano abstracto da superfície da parede (contorno verde)

## Casos do interior beirão

Com o **zoom** apropriado podemos verificar a exactidão da operação anterior nas regiões de fronteira entre imagens.

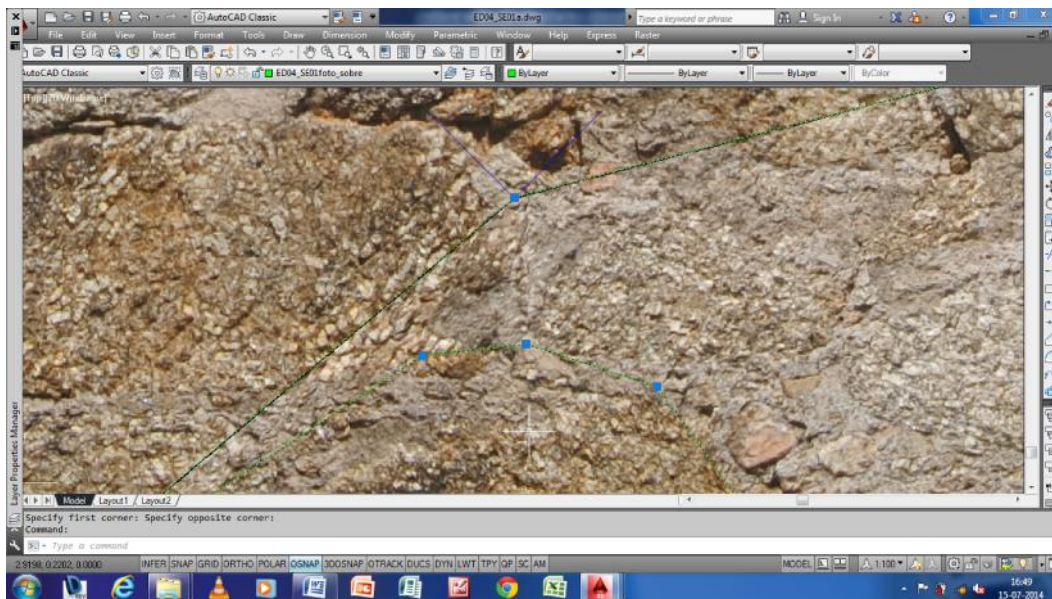


Figura 40 - Verificação da exactidão das imagens sobrepostas

Nesta fase, com as fotografias devidamente rectificadas e com a possibilidade de identificar todos os elementos constituintes da parede inicia-se a preparação da transposição dos elementos para a maquete tridimensional georreferenciada. Cria-se uma polilinha do contorno da parede sobreposta às fotografias tendo o cuidado de verificar que se termina fechada. Como por natureza a polilinha é paralela ao plano xy ela é paralela e coincidente com o plano das fotografias.

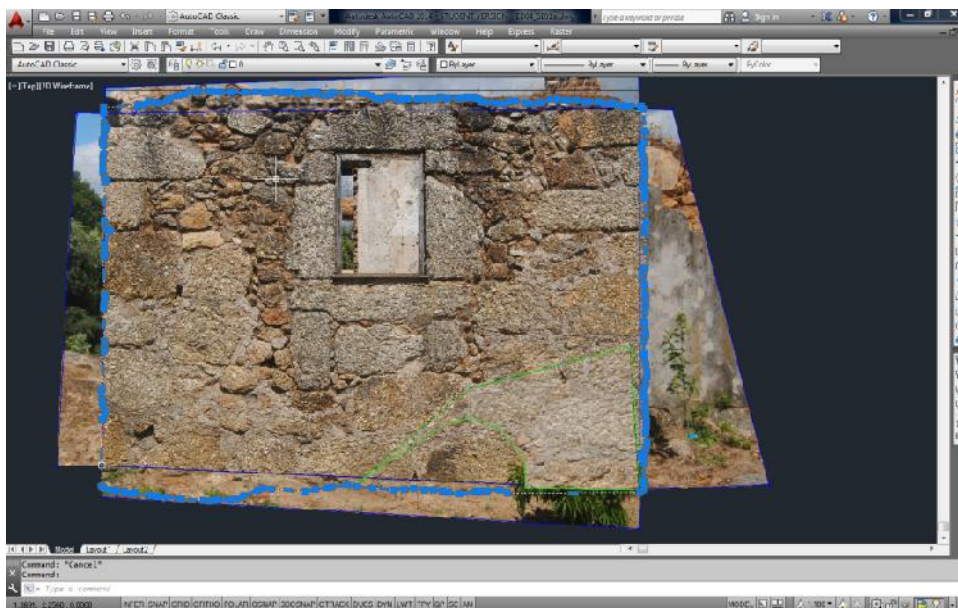


Figura 41 - Visualização dos pontos que constituem a polilinha de contorno da parede sobre o mosaico fotográfico rectificado

O passo seguinte implica dividir novamente o ambiente de trabalho em duas *viewports* para ser possível verificar o efeito das operações efectuadas em diferentes pontos de vista uma vez que a criação do sólido base se efectua perpendicularmente ao plano *xy* segundo o eixo *z*.

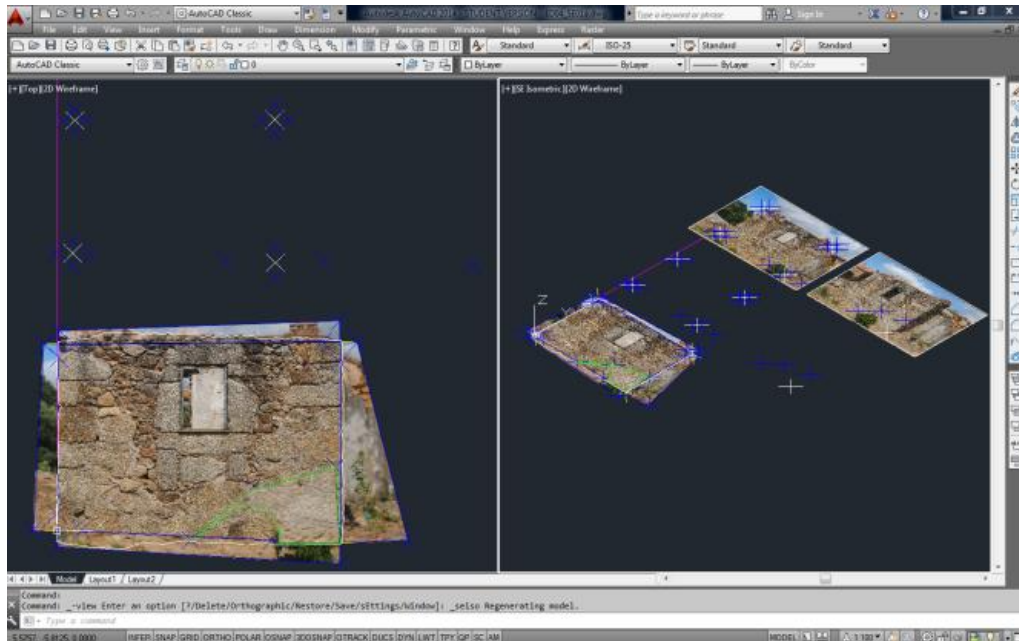


Figura 42 - Vistas em planta e isométrica no espaço de modelo do conjunto de pontos, eixos, fotografias e polilinha

Para a criação do sólido aplica-se à polilinha o comando **extrude** com um valor negativo uma vez que o sentido positivo do eixo dos *z* é no sentido exterior da superfície (*regra do saca rolhas*)

Neste caso o valor dado para a extrusão é de  $-0.45$  (m) porque não conhecendo exactamente a espessura da parede sabemos que se aproxima dos 60 cm e como o levantamento é apenas exterior não se deve comprometer a superfície interna que pode mais tarde vir a ser levantada e integrada na presente maquete.

Após a extrusão o aspecto é o da imagem seguinte onde se verifica a utilidade da utilização de viewports com diferentes pontos de vista.

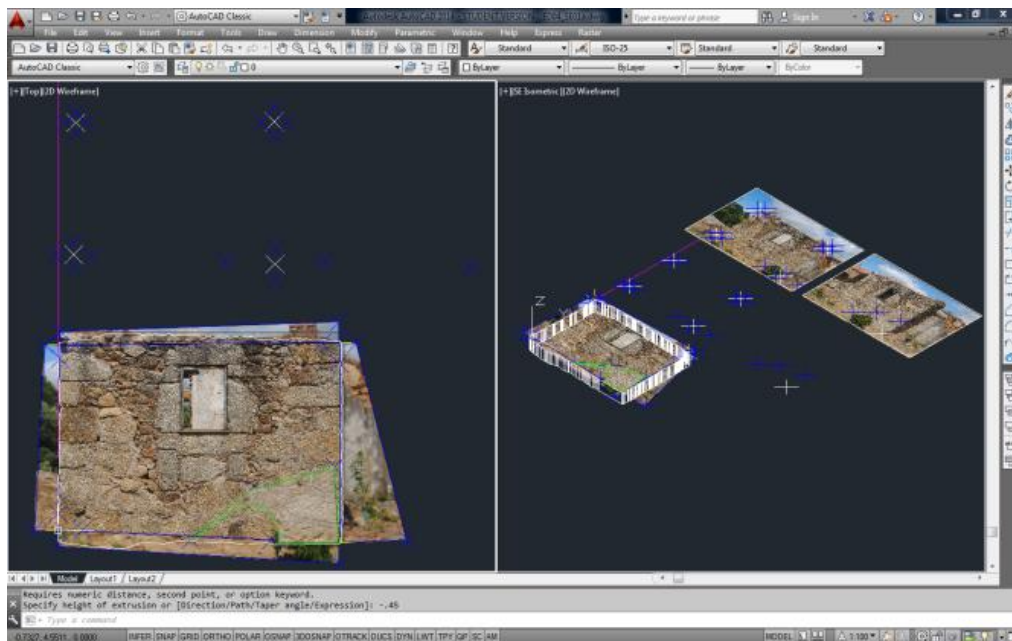


Figura 43 - Vistas em planta e isométrica no espaço de modelo do mesmo conjunto acrescido do sólido entretanto criado

Nesta fase abre-se novamente o ficheiro denominado Modelo tridimensional para onde vão ser copiados os elementos criados no ficheiro individual. Divide-se a área de trabalho em duas *viewports* para poder verificar o desenrolar do trabalho.

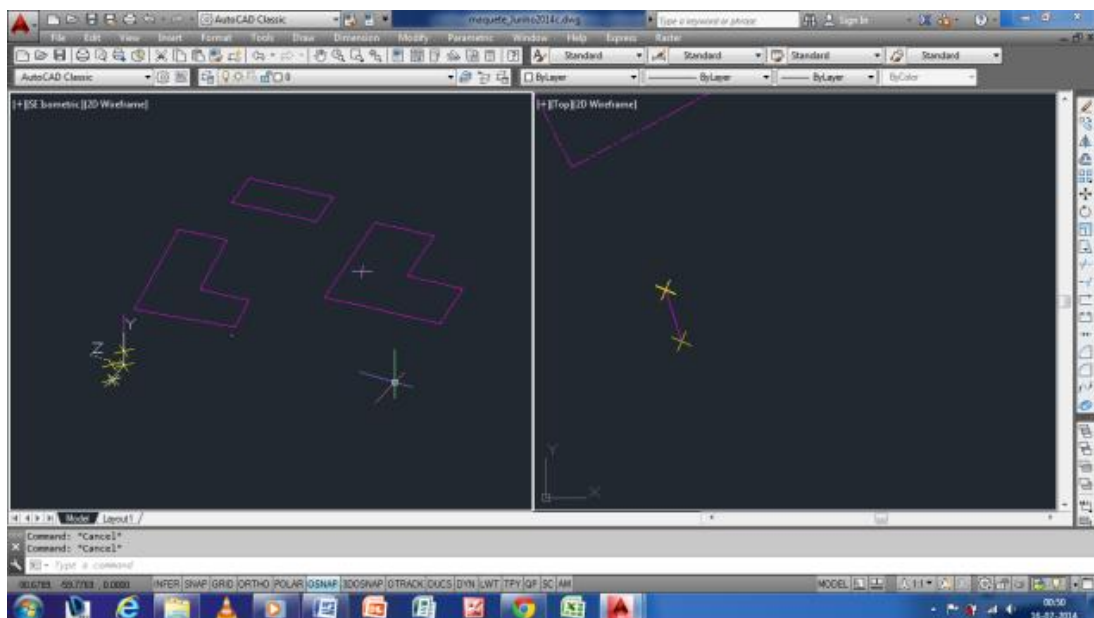


Figura 44 - Vistas em planta e isométrica no espaço de modelo do ficheiro *Modelo tridimensional*

Na view port onde se vão inserir os elementos copiados do ficheiro da superfície tornamos corrente o ucs que lhe corresponde, neste caso o ED04\_SE01. Deve ter-se o cuidado de proceder às operações de cópia na *viewport* que tem este *ucs* activo e não em alguma outra porque o programa assume *ucs* ligados aos pontos de vista de cada janela.

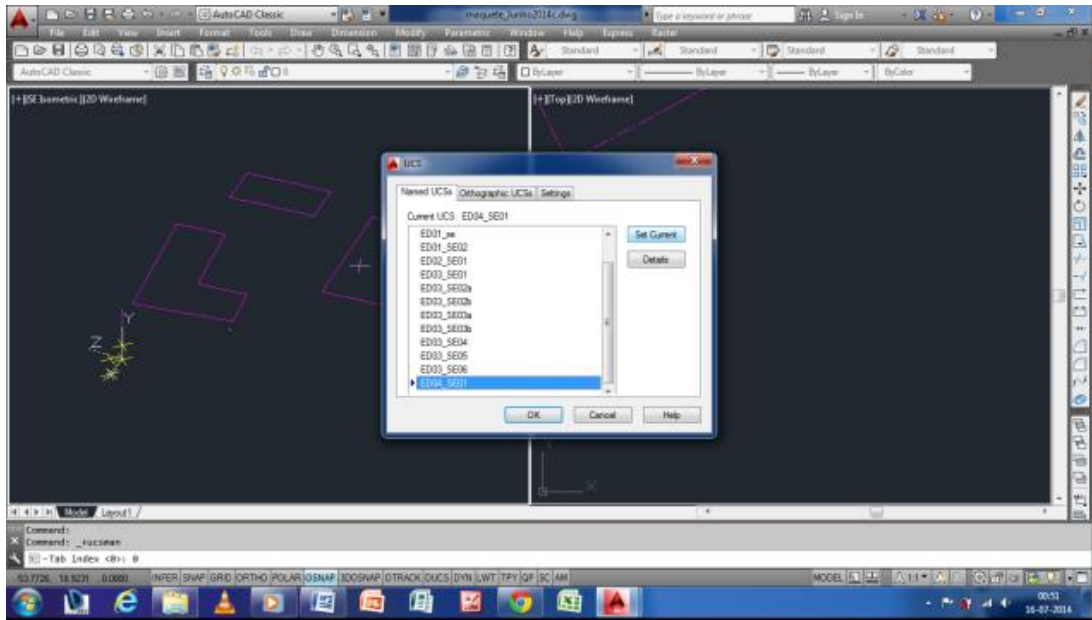


Figura 45 - Activação do UCS relacionado com o conjunto de entidades a copiar

Com o botão direito do rato utilizando *clipboard* com opção de cópia com *basepoint* e dando a origem 0,0,0 como ponto base do deslocamento seleccionam-se as entidades a transpor para o modelo tridimensional e que são, neste momento, o sólido e as fotografias rectificadas.

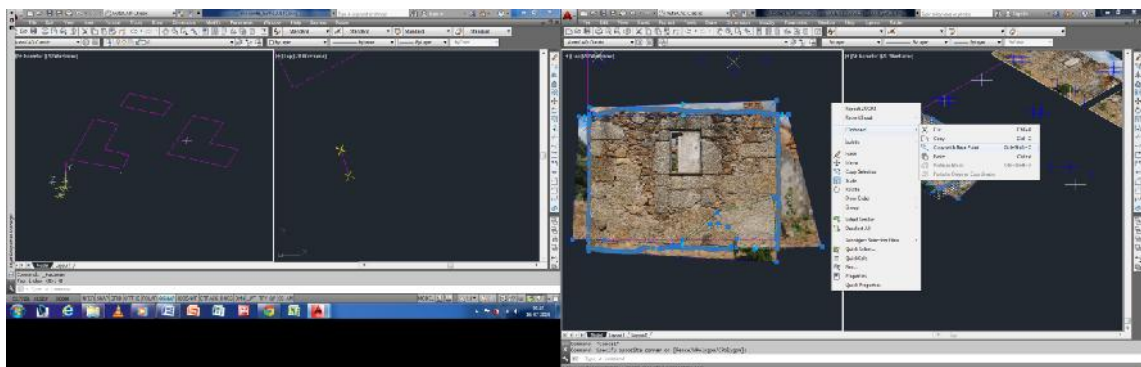


Figura 46 - Vistas em dois monitores dos dois ficheiros abertos em simultaneo (ED04\_SE01 e Modelo tridimensional)

Passando para o ficheiro receptor novamente com o botão direito em *clipboard* seleciona-se a opção *paste* e são dadas para o segundo ponto de deslocamento as coordenadas 0,0,0 que são as coordenadas da origem do referencial que entretanto tínhamos tornado corrente (ED04\_SE01)

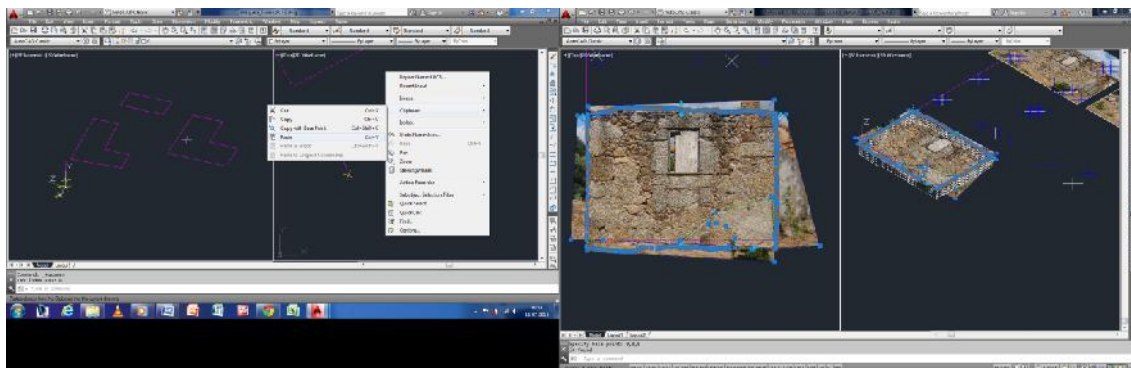


Figura 47 - Vistas idêntica à anterior com a caixa de diálogo *clipboard* visível

Os elementos copiados vão então situar-se exactamente na posição pretendida como é visível na imagem seguinte

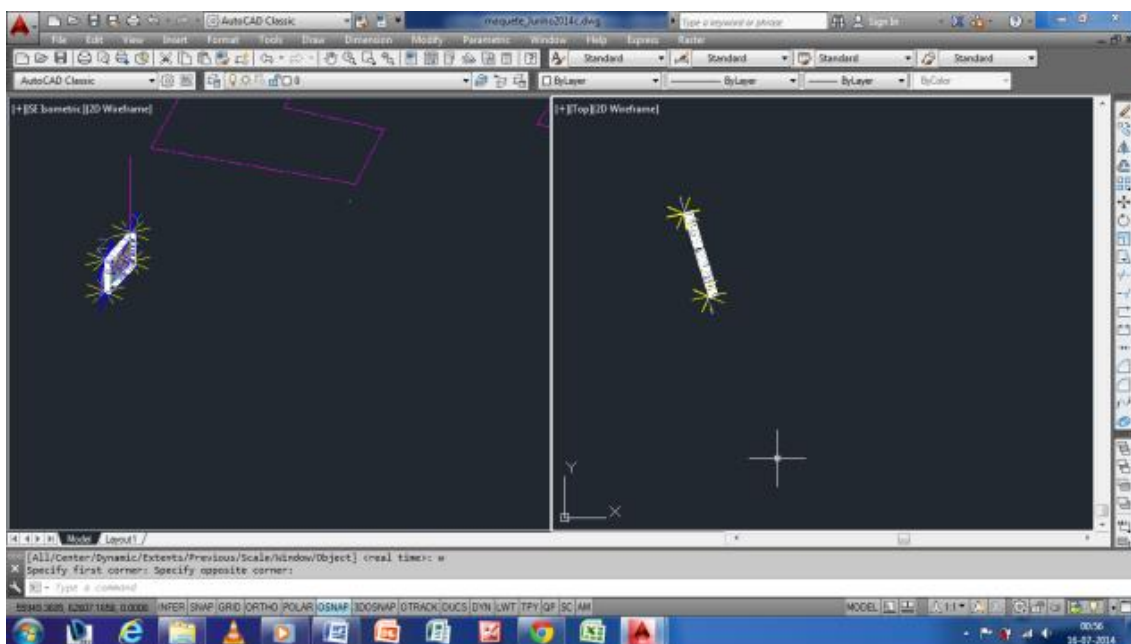


Figura 48 - Vistas em planta e isométrica no espaço de modelo do ficheiro Modelo tridimensional com o sólido gerado no ficheiro ED04\_SE01

Neste momento podem unir-se ambas as viewports com a opção *join* resultando no que se apresenta na imagem seguinte.

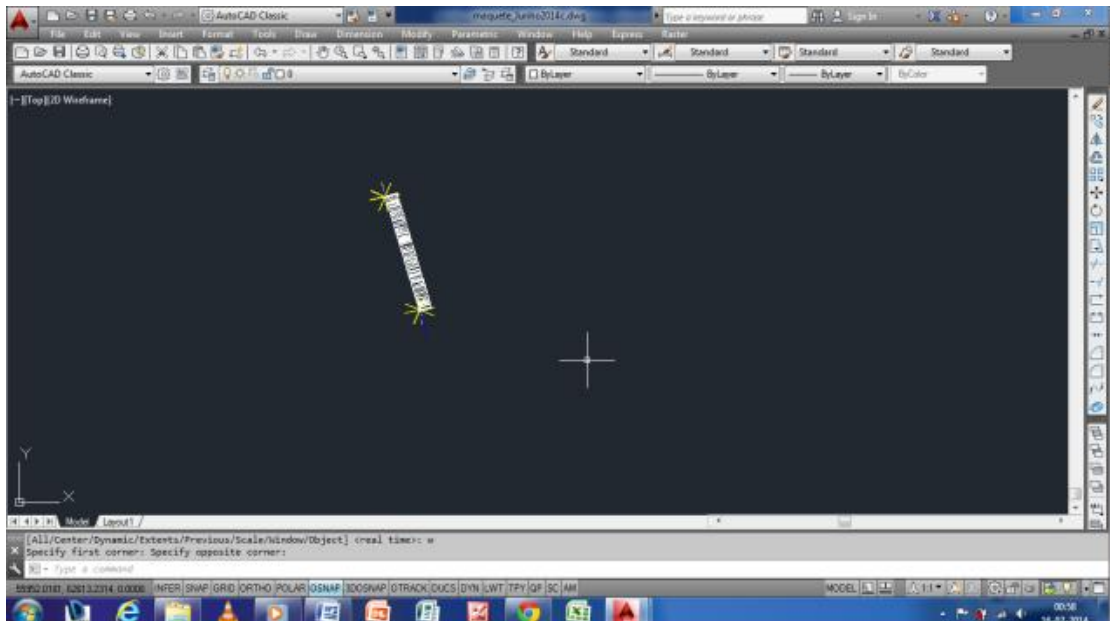


Figura 49 - Vista em planta do sólido ED04\_SE01\_solido

Como está ainda corrente o *ucs* da superfície ED04\_SE01 ao aplicar o comando *plan* pode visualizar-se o conjunto num ponto de vista perpendicular à parede tratada (como num alçado) e alguns outros elementos da maquete geral.

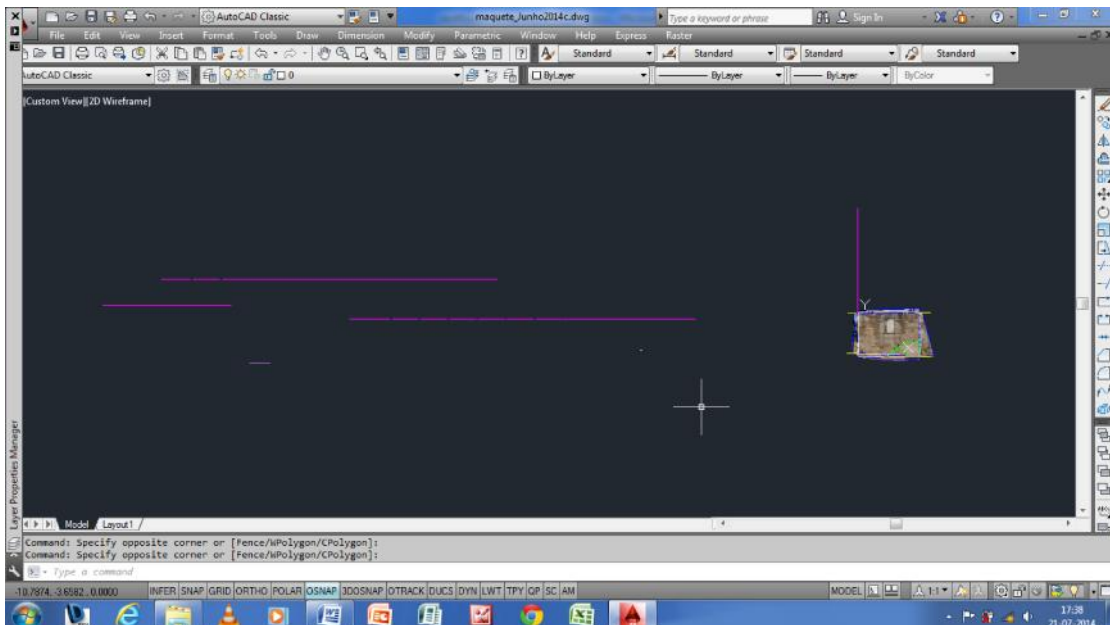


Figura 50 - Vista em alçado do sólido ED04\_SE01\_solido. Na realidade esta vista obtem-se a partir do comando *plan* (planta) com o ucs da parede activo e corrente

Com o zoom adequado visualiza-se mais aproximadamente a superfície e altera-se então o *ucs* para a opção *world* de modo a retomar o sistema de coordenadas universal georeferenciado.

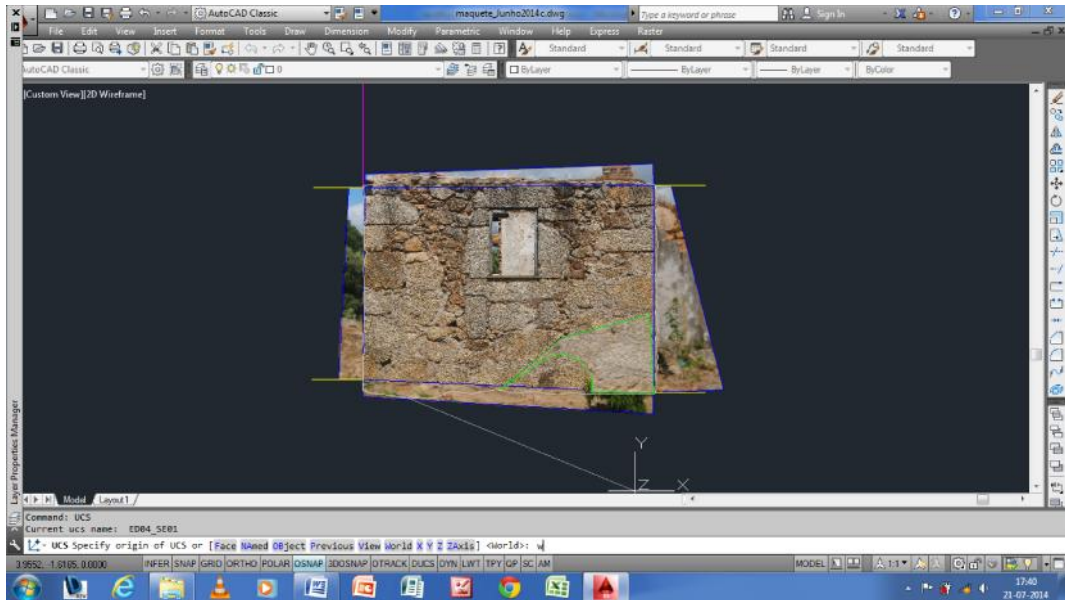


Figura 51 - visualização aproximada do conjunto ED04\_SE01

Pode verificar-se, por exemplo, executando o comando *list* ao sólido são obtidas coordenadas relacionadas com a localização georreferenciada do Modelo tridimensional que se apresentam na imagem seguinte

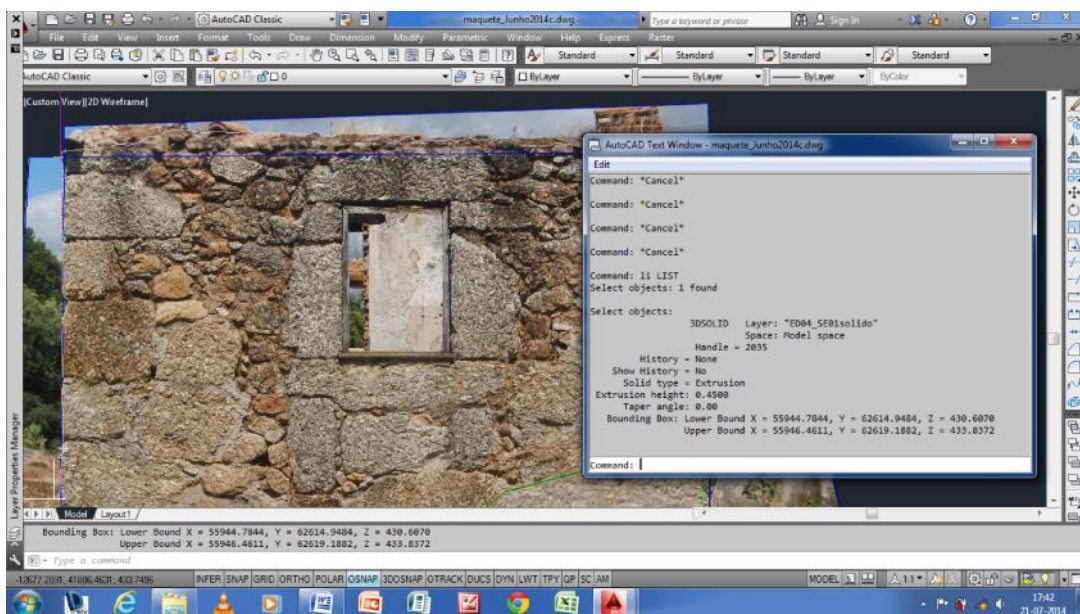


Figura 52 - caixa de diálogo do comando *List* no Modelo tridimensional

Repetindo a mesma operação em idêntico elemento no ficheiro individual da superfície ED04\_SE01 as coordenadas são as da seguinte imagem.

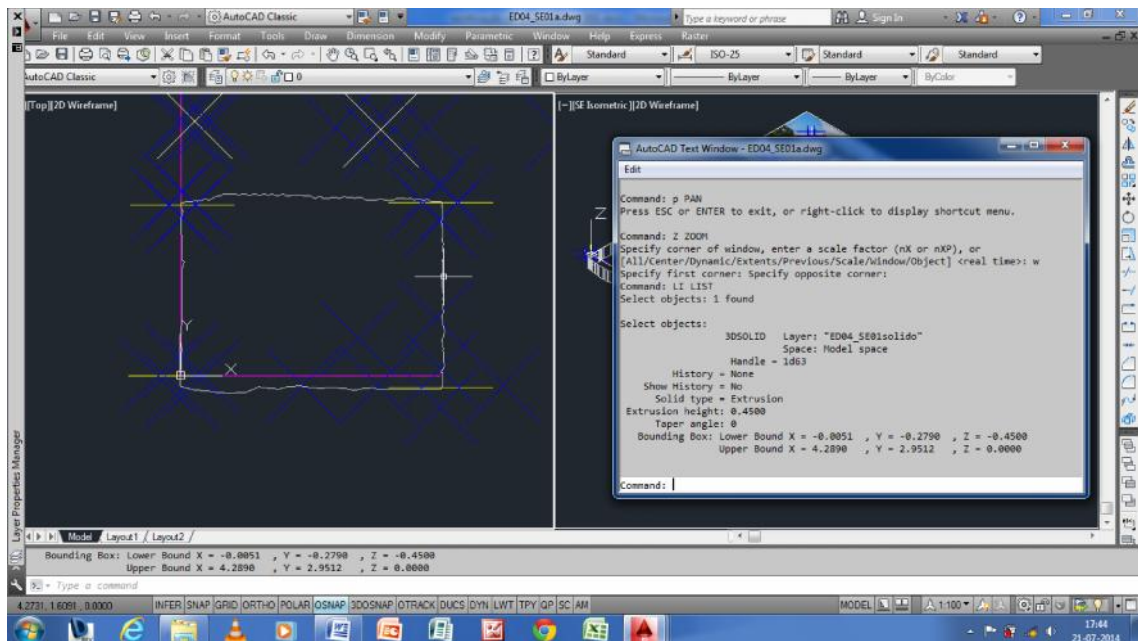


Figura 53 - Caixa de diálogo do comando List no ficheiro ED04\_SE01. Podem observar-se coordenadas não georreferenciadas que apenas serão obtidas no modelo tridimensional

Ao fazermos a transposição dos elementos rectificadados e desenhados do ficheiro individual para o Modelo tridimensional estes são automaticamente georreferenciados, sendo esta a sua principal razão de ser: conter um conjunto de informações sobre o objecto com rigor métrico no seu todo e em relação ao sistema de coordenadas topográficas do país.

O passo seguinte será o de desenhar a estereotomia da parede pelo que se cria o **layer** ED04\_SE01estereo no ficheiro individual da parede. Mantém-se activos os layers necessários como o que contém as fotografias rectificadas e sobre elas desenha-se o contorno dos componentes da superfície com **polilinha** que deve ser finalizada com a opção **Close**. Nesta fase deve ter-se o cuidado de interpretar o que está na superfície principal da parede definida pelo plano do **ucs** em que estamos a trabalhar e não devem ser desenhados contornos de elementos que estejam para aquém ou para além desse plano.

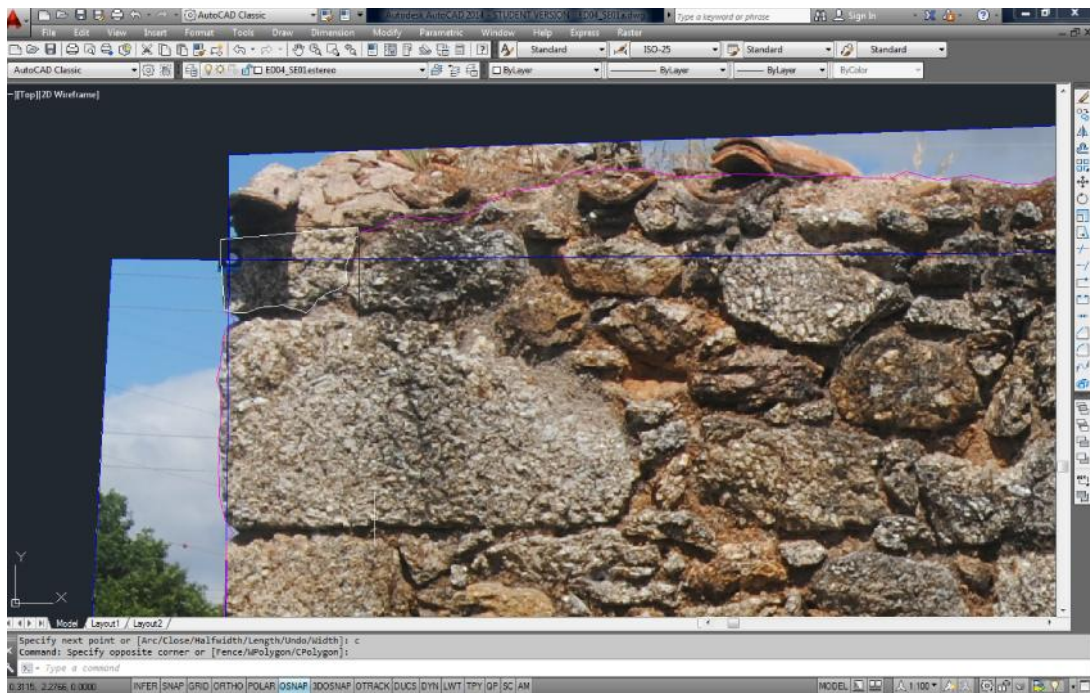


Figura 54 - Aspecto do fotomosaico da parede sobre o qual se desenha, com polilinhas fechadas, o contorno das peças componentes da alvenaria

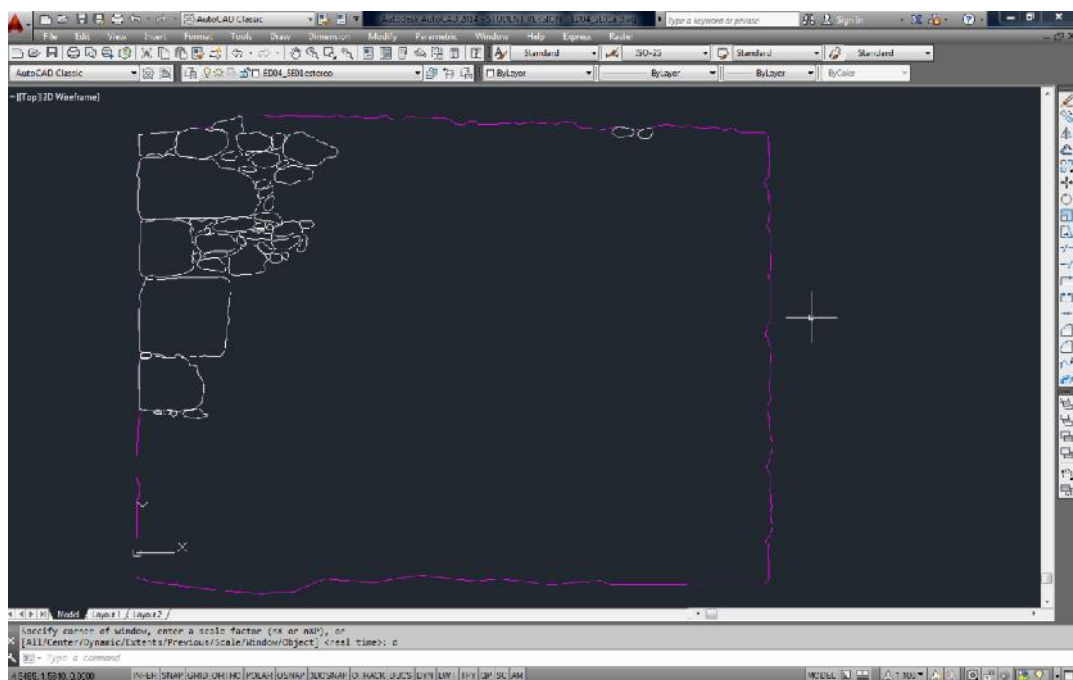


Figura 55 - Fase do trabalho de desenho obtido desligando os *layers* que contém o fotomosaico da parede ED04\_SE01

Na sequência de todas as operações anteriores procede-se ao arranjo do desenho a apresentar como peça convencional tendo o cuidado de criar *layers* adequados para os elementos 2D que complementam os elementos tridimensionais. Por exemplo, as legendas e as escalas gráficas, devem estar integradas em *Layers* cujo nome seja inconfundível com o de um elemento 3D,

porque estes elementos auxiliares não são parte do modelo georreferenciado servindo apenas para apoio à apresentação dos desenhos.

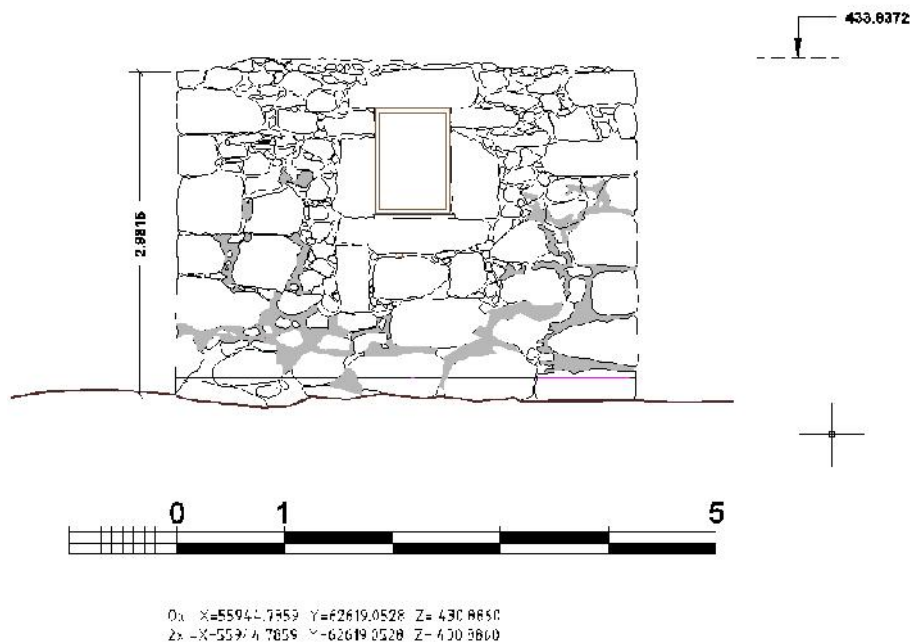


Figura 56 - Alçado da parede ED04\_SE01 com a inclusão de elementos 2D para apoio e complemento da imagem do Modelo tridimensional

Finalmente, repetindo todos os passos atrás descritos para as superfícies a tratar podemos integrá-las num conjunto georreferenciado a partir obtemos as imagens necessárias à documentação do levantamento realizado.



Figura 57 - Alçados de conjuntos obtidos a partir do Modelo tridimensional estando corrente o ucs ED04\_SE01 e accionada a vista Plan