

# FICHA DE CONTEÚDOS

## Unidade Curricular

125 - Digitalização 3D II

<b>Ano lectivo</b> 2016/2017	<b>Curso</b> CDA	<b>Ciclo de estudos</b> (3º ciclo)	<b>Créditos</b> 5 ECTS
<b>Idiomas</b> Português ,Inglês	<b>Periodicidade</b> semestral	<b>Pré requisitos</b> não	

## Secção

Secção de Desenho, Geometria e Computação

## Docente responsável (nome / carga lectiva semanal)

Luís Miguel Cotrim Mateus – 0.75 h / Victor Manuel Mota Ferreira – 0.75 h

## Outros Docentes (nome / carga lectiva semanal)

-

## Horas de contacto (semanais)

Teóricas	Práticas	Teórico práticas	Laboratoriais	Seminários	Tutoriais	Outras	Total
0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5

## Estimativa de Horas totais de Trabalho

140.0 (21 horas de contacto)

## Objectivos (tópicos)

- 1) Contextualizar a digitalização 3D no âmbito das técnicas de levantamento e do universo da Arquitectura e disciplinas relacionadas (Design, Engenharia, Arqueologia, entre outras)
- 2) Capacitar os alunos para a utilização de técnicas de reconstrução 3D a partir de imagens 2D incluindo estimular a sua capacidade de pesquisa por soluções técnicas específicas;
- 3) Capacitar os alunos para a manipulação de nuvens de pontos de varrimento laser 3D e/ou fotogramétricas (operações de escala e orientação) através de ferramentas de *software* apropriadas entendendo os fundamentos matemáticos destas operações;
- 4) Sistematizar o fluxo de trabalho: aquisição de dados > processamento de dados > reconstrução 3D > modelação 3D > Extracção de informação para projecto.

## Conteúdos Programáticos / Programa

- 1) O objecto da Digitalização 3D:
  - A fotogrametria (visão computacional) e o varrimento laser 3D no contexto dos métodos de levantamento;
  - A digitalização 3D no contexto da Arquitectura e disciplinas relacionadas (Design, Engenharia, Arqueologia, entre outras).
2. Transformações geométricas (escala, rotação, translação):
  - Cálculo “visual” das transformações
  - Representação matricial das transformações geométricas;
  - Concatenação de transformações via multiplicação de matrizes.
  - Estimação dos parâmetros das transformações com base em conjuntos de pontos homólogos.

### 3) Sistemas de aquisição de dados:

- A câmara fotográfica digital (Elementos constituintes, Características da imagem digital);
- O Scanner laser 3D (as tecnologias de varrimento laser: triangulação, comparação de fase, tempo de voo);
- Scanners de luz estruturada
- O produto do varrimento laser 3D: as nuvens de pontos.

### 4) Reconstrução tridimensional a partir de múltiplas imagens (fotogrametria e visão computacional):

- As operações da fotogrametria (orientação interna, orientação relativa, orientação externa, orientação absoluta);
- Métodos fotogramétricos digitais (manuais, semiautomáticos, automáticos);
- As regras 3x3 fotogramétricas e o planeamento do levantamento através de imagens;
- Exemplos de aplicações práticas.

### 5) Varrimento Laser 3D:

- As operações do varrimento laser 3D (orientação relativa, orientação externa, orientação absoluta);
- Orientação de imagens fotográficas relativamente a nuvens de pontos;
- Mapeamento de textura e nuvens de pontos e em modelos triangulados;
- O planeamento do levantamento por varrimento laser 3D;
- Exemplos de aplicações práticas;

### 6) Técnicas de reconstrução de geometria:

- Modelos *mesh*, *nurbs* e sólidos;
- *Output* para visualização;
- Fabricação digital.
- *Output* para modelação BIM.

## **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular**

Os objectivos da unidade curricular centram-se na capacitação dos alunos para a utilização adequada de métodos de levantamento baseados em processos de fotogrametria e varrimento laser num leque disciplinar que inclui a Arquitectura e um conjunto de outras disciplinas com as quais esta se relaciona. Nesse sentido, os conteúdos versam sobre os princípios, operações e ferramentas que permitem dar aos alunos os meios para poderem utilizar a fotogrametria e o varrimento laser em fluxos de trabalho que vão desde a escolha de meios, recolha de informação e processamento da mesma com fins variados relacionados com a Arquitectura, estimulando a autonomia dos alunos nas escolhas que é necessário fazer nas várias etapas do processo de trabalho.

## **Metodologias de ensino (avaliação incluída)**

Competências a adquirir em função dos objectivos:

1) Contextualizar a digitalização 3D no âmbito das técnicas de levantamento e do universo da Arquitectura e disciplinas relacionadas (Design, Engenharia, Arqueologia, entre outras)

1.1) Saber escolher as técnicas de digitalização 3D que melhor se adequam a uma necessidade de registo e modelação quer em contexto de Arquitectura ou noutro correlacionado.

1.2) Saber combinar técnicas de digitalização 3D com outro tipo de técnicas de representação em função de uma necessidade de projecto, nomeadamente a articulação com outros meios de registo e diagnóstico.

- 1.3) Adquirir um léxico que permita o diálogo com os produtores de informação (surveyors, topógrafos, engenheiros geógrafos) naqueles casos em que se manifestar a necessidade de contratar serviços especializados.
  - 1.4) Compreender o universo de possibilidades que emergem da utilização das técnicas de digitalização 3D e saber colocar essas possibilidades em relação com as possibilidades das técnicas tradicionais.
  - 1.5) Saber estabelecer uma conexão entre as técnicas de digitalização 3D e o universo da Arquitectura, Engenharia, Design, Arqueologia, entre outras disciplinas.
- 2) Capacitar os alunos para a utilização de técnicas de reconstrução 3D a partir de imagens 2D.
- 2.1) Saber utilizar uma câmara fotográfica para aquisição de imagens com o objectivo de reconstrução 3D, tendo em conta o tipo de especificação de projecto.
  - 2.2) Saber antecipar o tipo de resultados a obter em função das circunstâncias de uma cena a registar e dos meios disponíveis para proceder a essa documentação, nomeadamente drones, mastros e outras plataformas.
  - 2.3) Saber distinguir vários tipos de procedimentos de reconstrução 3D a partir de imagens.
  - 2.4) Saber antecipar o nível de resolução expectável para um modelo de nuvens de pontos em função da resolução das imagens a utilizar no processo.
  - 2.5) Compreender as várias etapas e operações do processamento fotogramétrico (vários tipos de orientação, triangulação, condição de colinearidade, condição de complanaridade) incluído a sua correcta identificação e aplicação através de *software* adequado.
  - 2.6) Saber planear as várias fases do levantamento fotogramétrico incluindo a capacidade de exploração de soluções técnicas alternativas.
- 3) Capacitar os alunos para a manipulação de nuvens de pontos de varrimento laser 3D e/ou fotogramétricas (operações de escala e orientação) através de ferramentas de *software* apropriadas para além das abordadas nas aulas.
- 3.1) Conseguir aplicar as operações de escala, rotação, translação, orientação relativa, orientação externa e orientação absoluta a modelos de nuvens de pontos, quer através de procedimentos expeditos quer através de procedimentos controlados metricamente.
  - 3.2) Saber estimar parâmetros das transformações geométricas com base em dados homólogos obtidos por processos independentes.
  - 3.3) Conseguir extrair informação base das nuvens de pontos (secções, modelos TIN, ortoimagens, mapeamentos analíticos, entre outros)
- 4) Sistematizar o fluxo de trabalho: aquisição de dados > processamento de dados > reconstrução 3D > modelação 3D > Extração de informação para projecto..
- 4.1) Compreender que diferentes objectivos exigem diferentes níveis e tipos de modelação.
  - 4.2) Saber planear de forma integrada toda a sequência desde a aquisição de dados até à obtenção do modelo final, incluindo a escolha de plataformas e *software*.
  - 4.3) Saber escolher as ferramentas de *software* adequadas às várias etapas do fluxo de trabalho.
  - 4.4) Conseguir extrair informação útil de nuvens de pontos em função de objectivos declarados, propondo fluxos de trabalho convenientes.
  - 4.5) Saber operar em campo e em gabinete de forma sistemática.
  - 4.6) Adquirir uma capacidade discursiva acerca das operações práticas realizadas.

Metodologia de ensino:

A metodologia de ensino é baseada em sessões teóricas seguidas de trabalho prático. Serão realizados três exercícios em que se explorarão as técnicas orientação de modelos, da fotogrametria (e visão computacional) e do varrimento laser 3d para a reconstrução tridimensional e modelação de objectos de escalas variadas. Nestes exercícios, os estudantes procurarão sistematizar a aplicação de fluxos de trabalho desde as etapas de planeamento até à produção de modelos finais incorporando os conceitos teóricos através da sua demonstração na prática. Um dos exercícios terá formato livre e terá por objectivo a verificação da capacidade de integração das aprendizagens feitas.

Avaliação:

Os dois primeiros exercícios terão uma ponderação de 1/5. O terceiro exercício terá uma ponderação de 2/5 e o *paper* terá uma ponderação de 1/5.

A avaliação será feita com base na apresentação e discussão da documentação produzida nos vários exercícios e artigo científico (paper) relativo aos trabalhos práticos desenvolvidos durante o semestre. São factores de avaliação a complexidade dos exercícios, a correcta aplicação das técnicas e métodos, a clareza do entendimento e conceptualização dos fluxos de trabalho seguidos, o nível de completamento dos exercícios e a capacidade discursiva e reflexiva sobre o trabalho produzido.

### **Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos de aprendizagem da unidade curricular**

Os objectivos da unidade curricular centram-se na capacitação dos alunos para a utilização adequada de métodos de levantamento baseados em processos de fotogrametria e varrimento laser. Nesse sentido, as metodologias utilizadas, articuladas com as competências a adquirir, permitirão aos alunos seguir fluxos de trabalho estruturados em que poderão aplicar directamente as aprendizagens da aula. E deverão também permitir que os alunos se autonomizem no sentido de saberem escolher de forma crítica os meios adequados para proceder ao registo e documentação em função de critérios de desempenho esperados e premissas dadas.

### **Bibliografia Principal**

- 3D Laser Scanning for Heritage – Advice and guidance to users on laser scanning in archaeology and architecture. Edited by English Heritage (David M Jones – Editor). 2007. 44p. (<http://www.helm.org.uk/upload/pdf/publishing-3d-laser-scanning-reprint.pdf>)
- ANDREWS, David; BEDFORD, Jon; BLAKE, Bill; BRYAN, Paul: Measured and Drawn: Techniques and practice for the metric survey of historic buildings (second edition). Edition English Heritage (edited by Jon Bedford, Heather Papworth) 2009. 46p. ISBN 978 1 84802 047 4 (<http://www.english-heritage.org.uk/content/publications/docs/measured-and-drawn.pdf>)
- BRYAN, Paul; BLAKE, Bill; BEDFORD, Jon: Metric survey specifications for Cultural Heritage. Edition English Heritage , 2009. ISBN 978-1-84802-038-2 (<http://www.english-heritage.org.uk/publications/metric-survey-specification/metric-survey-specific-for-culturalheritage.pdf>)
- FERREIRA Victor: "Planeamento Participativo e as Tecnologias de Informação e Comunicação: Promover o Entendimento do Planeamento Local pelos Cidadãos". Phd Thesis. IST.2011. ([http://archc3d.fa.utl.pt/outputs/FERREIRA\\_tese\\_phd.pdf](http://archc3d.fa.utl.pt/outputs/FERREIRA_tese_phd.pdf))
- Principles for the Recording of Monuments, Groups of Buildings and Sites (1996) in ICOMOS charters. (<http://www.international.icomos.org/charters/charters.pdf>)
- MATEUS, Luís; Contributos para o projecto de conservação, restauro e reabilitação. Uma metodologia documental baseada na fotogrametria digital e no varrimento laser 3d

terrestres ([http://home.fa.utl.pt/~lmmateus/inv\\_cons/VOLUME\\_1\\_web.pdf](http://home.fa.utl.pt/~lmmateus/inv_cons/VOLUME_1_web.pdf))  
([http://home.fa.utl.pt/~lmmateus/inv\\_cons/VOLUME\\_2\\_web.pdf](http://home.fa.utl.pt/~lmmateus/inv_cons/VOLUME_2_web.pdf))

- WU, Changchang: Visual SFM (software). 2011.  
(<http://www.cs.washington.edu/homes/ccwu/vsfm/>)

### **Bibliografia Complementar**

- VOSSELMAN, George; MAAS Hans-Gerd (editores): Airborne and terrestrial laserscanning. Dunbeath: CRC Press, 2010. 318p. ISBN 978-1-4398-2798-7
- SHAN, Jie; TOTH, Charles K.: Topographic laser ranging and scanning – principles and processing. New York: CRC Press, 2009. 590p. ISBN 978-1-4200-5142-1
- National Park Service: Recording Historic Structures. 2ª edição. New Jersey: John Willey & Sons, 2004. 306p. ISBN 0-471-2738-5
- MIKHAIL, Edward; BETHEL, James; McGLONE, J.: Introduction to modern photogrammetry. EUA: John Willey & Sons, 2001. 479p. ISBN 0-471-30924-9
- KRAUS, Karl: Photogrammetry – Geometry from Images and laser scans. 2ª edição. Berlim: de Gruyter, 2007. 459p. ISBN 978-3-11-019007-6
- HERITAGE, George L.; LARGE, Andrew R. G. (editores): Laser Scanning for the environmental sciences. West Sussex: Wiley-Blackwell, 2009. 278p. ISBN 978-1-4051-5717-9