



## FICHA DE UNIDADE CURRICULAR

### Unidade Curricular

202299303 - Laser Scanning 3D e fotogrametria

### Tipo

Optativa

#### Ano lectivo

2022/23

#### Curso

Doutoramento Arquitetura

#### Ciclo de estudos

3º

#### Créditos

10.00 ECTS

#### Idiomas

Português ,Inglês

#### Periodicidade

semestral

#### Pré requisitos

#### Ano Curricular / Semestre

### Área Disciplinar

Desenho, Geometria e Computação

### Horas de contacto (semanais)

Teóricas	Práticas	Teórico práticas	Laboratoriais	Seminários	Tutoriais	Outras	Total
0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00

### Total Horas da UC (Semestrais)

Total Horas de Contacto  
42.00

Horas totais de Trabalho  
84.00

### Docente responsável (nome / carga lectiva semanal)

Luís Miguel Cotrim Mateus

### Outros Docentes (nome / carga lectiva semanal)

Victor Manuel Mota Ferreira 1.25 horas  
Luís Miguel Cotrim Mateus 1.25 horas  
Graziella Del Duca 0.50 horas

### Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

1) Contextualizar a digitalização 3D, em particular a fotogrametria e o varrimento laser 3D, no âmbito das técnicas de levantamento em Arquitetura.

- 2) Explorar fluxos de trabalho desde a captura da realidade, utilizando processos e técnicas de digitalização 3D, até à exploração dos modelos produzidos.
- 3) Capacitar os alunos para a utilização de técnicas de modelação 3d com base em nuvens de pontos produzidas por processos fotogramétricos e por varrimento laser.
- 4) Sistematizar o fluxo de trabalho: aquisição de dados > processamento de dados > reconstrução 3D.

### **Conteúdos Programáticos / Programa**

- 1) A fotogrametria e o varrimento laser 3D no contexto dos métodos de levantamento aplicados à arquitetura.
- 2) Transformações geométricas (escala, rotação, translação)
- 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).
  - O produto do varrimento laser 3D (nuvens de pontos).
- 4) Reconstrução tridimensional a partir de múltiplas imagens - fotogrametria:
  - As operações da fotogrametria (orientação interna, orientação relativa, orientação externa, orientação absoluta).
  - Métodos fotogramétricos digitais manuais, semiautomáticos e automáticos (Structure from Motion + Multi view stereo).
  - O planeamento do levantamento fotogramétrico.
- 5) Modelação 3D baseada em varrimento laser:
  - As operações do varrimento laser 3D (orientação relativa, orientação externa, orientação absoluta).
  - Orientação de imagens fotográficas relativamente a nuvens de pontos.
  - O planeamento do levantamento por varrimento laser 3D.
- 6) Integração entre varrimento laser e fotogrametria
- 7) Geração de modelos triangulados e texturizados
- 8) Extração de outros outputs (orto-imagens; secções; desenho 2D)
- 9) Preparação de modelos para impressão 3D e para divulgação online.

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

A coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem demonstra-se no que serão as competências a adquirir pelos discentes:

- 1) Saber escolher as técnicas e métodos de digitalização 3d adequados à representação digital de uma realidade construída.
- 2) Saber operar em campo de forma sistemática na fase de recolha de dados (recolha de imagens e varrimento laser).
- 3) Capacitar os alunos para a manipulação de nuvens de pontos através da escolha de software adequado.

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

A metodologia de ensino articulará exposições teóricas sintéticas, documentadas com exemplos, ao que se seguirá um conjunto de exercícios de exploração e aplicação de conhecimentos adquiridos das matérias lecionadas.

Elementos:

- Projeto de digitalização 3D integrado (fotogrametria e varrimento laser) e sua exploração através da extração de produtos 2D e 3D, preparação para impressão 3D e divulgação online.
- Relatório do trabalho desenvolvido.

Critérios:

- Nível de completamento e complexidade dos trabalhos.
- Qualidade do relatório.

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

Os objetivos da unidade curricular são bastante vocacionados para uma capacitação prática dos alunos em que a aprendizagem vem com a experimentação. Nesse sentido, as metodologias de ensino pretendem facultar um mínimo de informação que permita criar uma base sólida de conhecimento e que permita uma exploração autónoma por parte dos alunos.

### **Bibliografia Principal**

- . Historic England (2018). 3D Laser Scanning for Heritage. Advice and Guidance on the Use of Laser Scanning in Archaeology and Architecture (3rd Edition). Swindon Historic England. (disponível online)
- . Historic England (2017). Photogrammetric applications for Cultural Heritage. Guidance for good practice. Swindon. Historic England. (disponível online)
- . BRYAN, Paul; BLAKE, Bill; BEDFORD, Jon (2009). Metric survey specifications for Cultural Heritage (3rd Ed). Historic England, 2015. (disponível online)
- . SHAN, Jie; TOTH, Charles K. (2009). Topographic laser ranging and scanning – principles and processing. New York: CRC Press. 590p. ISBN 978-1-4200-5142-1
- . MIKHAIL, Edward; BETHEL, James; McGLONE, J.: Introduction to modern photogrammetry. EUA: John Willey & Sons, 2001. 479p. ISBN 0-471-30924-9

### **Bibliografia Complementar**

- Cignoni P. et al (2017). MeshLab. (software disponível online)
- Daniel G.M. (2017). CloudCompare. (software disponível online)
- Wu, Changchang (2011). Visual SFM (software disponível online)
- Faro Scene (software a disponibilizar pelos docentes).
- Meshmixer (software disponível online)



## CURRICULAR UNIT FORM

### Curricular Unit Name

202299303 - 3D Laser Scanning and photogrammetry

### Type

Optativa

#### Academic year

2022/23

#### Degree

Doutoramento Arquitetura

#### Cycle of studies

3º

#### Unit credits

10.00 ECTS

#### Lecture language

Português ,Inglês

#### Periodicity

semestral

#### Prerequisites

#### Year of study/ Semester

### Scientific area

Desenho, Geometria e Computação

### Contact hours (weekly)

Tehoretical	Practical	Theoretical-practicals	Laboratory	Seminars	Tutorial	Other	Total
0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00

### Total CU hours (semestrial)

#### Total Contact Hours

42.00

#### Total workload

84.00

### Responsible teacher (name /weekly teaching load)

Luís Miguel Cotrim Mateus

### Other teaching staff (name /weekly teaching load)

Victor Manuel Mota Ferreira 1.25 horas  
Luís Miguel Cotrim Mateus 1.25 horas  
Graziella Del Duca 0.50 horas

### Learning objectives (knowledge, skills and competences to be developed by students)

- 1) Contextualize 3D scanning, particularly photogrammetry and 3D laser scanning, within survey techniques applied to architecture.
- 2) Explore workflows from the capture of reality, using 3d scanning processes and techniques, to the exploitation of the models produced.

- 3) Enable students to use 3D modelling techniques based on photogrammetric and laser scanning point clouds.
- 4) Systematize the workflow: Data Acquisition> Data Processing> 3D reconstruction.

## Syllabus

- 1) Photogrammetry and Laser Scanning within the surveying methods applied to architecture.
- 2) Geometric transformations (scale, rotation, translation).
- 3) Data acquisition systems:
  - The digital camera
  - The 3D Scanner (triangulation, phase comparison, time of flight)
- 4) 3D reconstruction from multiple images – photogrammetry:
  - Photogrammetric operations (internal orientation, relative orientation, external orientation, absolute orientation).
  - Manual, semi-automatic and automatic (Structure from Motion + Multi view stereo) Digital photogrammetric methods.
- 5) Range based modelling - laser scanning:
  - The operations of laser scanning (relative orientation, external orientation, absolute orientation).
  - Point cloud texture mapping.
  - Planning 3D laser scanning surveys.
- 6) Integration between laser scanning and photogrammetry.
- 7) Generation of textured mesh models
- 8) Outputs extraction (ortho images; sections; 2D drawings)
- 9) Preparing models for 3D printing and online dissemination.

## Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

The coherence of the syllabus with the goals of the discipline becomes demonstrated with the learning competences to be acquired by the students:

- 1) To know how to choose the 3D digitization methods that are suited to the representation of a built reality.
- 2) To know how to operate systematically in the field in the stage of data collection (images and 3D scans).
- 3) To enable students to the manipulation of point clouds through the choice of proper software.

## Teaching methodologies (including evaluation)

Teaching methodologies will integrate short theoretical presentations, documented with examples, with hands on exercises through which the students will be able to explore and apply the acquired knowledge.

Elements to be produced:

- Integrated 3D Digitization project (photogrammetry and laser scanning) and its exploitation through the extraction of 2D and 3D deliverables, preparation for 3D printing and online dissemination.
- Report about the work developed.

Criteria:

- Level of development and complexity of the developed work.
- Quality of the report.

### **Demonstration of the coherence between the Teaching methodologies and the learning outcomes**

The objectives of the curricular unit are directed towards practical training where learning comes with experiment. In this sense, the teaching methodologies intend to provide a minimum of information to as basis to an autonomous exploration for the student.

### **Main Bibliography**

- . Historic England (2018). 3D Laser Scanning for Heritage. Advice and Guidance on the Use of Laser Scanning in Archaeology and Architecture (3rd Edition). Swindon Historic England. (available online)
- . Historic England (2017). Photogrammetric applications for Cultural Heritage. Guidance for good practice. Swindon. Historic England. (available online)
- . BRYAN, Paul; BLAKE, Bill; BEDFORD, Jon (2009). Metric survey specifications for Cultural Heritage (3rd Ed). Historic England, 2015. (available online)
- . SHAN, Jie; TOTH, Charles K. (2009). Topographic laser ranging and scanning – principles and processing. New York: CRC Press. 590p. ISBN 978-1-4200-5142-1
- . MIKHAIL, Edward; BETHEL, James; McGLONE, J. (2001). Introduction to modern photogrammetry. EUA: John Willey & Sons. 479p. ISBN 0-471-30924-9

### **Additional Bibliography**

- Cignoni P. et al (2017). MeshLab. (software available online)
- Daniel G.M. (2017). CloudCompare. (software available online)
- Wu, Changchang (2011). Visual SFM (software available online)
- Faro Scene (software provided by the teachers).
- Meshmixer (software available online)