



1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1 Designação

[1814] Sistemas de Informação Geográfica e Multimédia / Geographical and Multimedia Information Systems

1.2 Sigla da área científica em que se insere

INF

1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

1.4 Horas de trabalho

162h 00m

1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais T: 45h 00m | P: 22h 30m

1.6 ECTS

6

1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

2. Docente responsável

[1457] Paulo Manuel Trigo Cândido da Silva

3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

[1457] Paulo Manuel Trigo Cândido da Silva | Horas Previstas: 67.5 horas

**4. Objetivos de aprendizagem
(conhecimentos, aptidões e
competências a desenvolver
pelos estudantes)**

1. Compreender o modelo objeto-relacional (O-R) e suporte a geometrias 2D segundo normas OGC
2. Aplicar álgebra do tema (estende álgebra relacional) para formular interrogações com dados geométricos e alfanuméricos.
3. Construir modelo conceptual estendido a geometrias e restrições topológicas
4. Construir matrizes topológicas para compor restrições e interrogações; escolher e adaptar matriz padrão para satisfazer requisitos.
5. Construir geometrias via SQL (e.g., no PostGIS) e integrar com apresentação gráfica (e.g., no QuantumGIS) baseada em camadas
6. Compreender a representação 3D e integração no O-R (e.g., X3D no PostGIS); construir grafos de cenas com nós de agrupamento e com geração de eventos e animação
7. Compreender modelos booleano e vectorial para representar informação não-estruturada
8. Aplicar indexação e recuperação de informação via sistemas de referência (e.g., Lucene); escolher métricas de distância para satisfazer requisitos.

**4. Intended learning outcomes
(knowledge, skills and
competences to be developed
by the students)**

1. Understand the object-relational model and its support to 2D geometries according to OGC standards.
2. Employ the "theme algebra" (relational algebra extension) to formulate queries with geometric and alphanumeric data.
3. Construct the conceptual model extended with geometries and topological constraints.
4. Construct topological matrixes to compose constraints and queries; choose and adapt a pattern matrix to satisfy project requirements.
5. Construct geometries via SQL (e.g., in PostGIS) and integrate with layer-based graphical presentation (e.g., in QuantumGIS).
6. Understand the 3D representation and integration in the object-relational (e.g., X3D in PostGIS); implement scene→graphs with grouping nodes and with event generation and animations
7. Understand Boolean and vector models to represent non-structured information
8. Employ indexation process and information retrieval techniques using reference system (e.g., Lucene); choose distance metrics to satisfy project requirements.

5. Conteúdos programáticos

- I. Construção de extensões ao modelo relacional; especificar tipos de dados, funções e operadores
- II. Formulação da álgebra de tema e conversão em diretivas SQL
- III. Construção de geometrias a partir de outras de dimensão inferior; linhas a partir de pontos, polígonos sobre pontos e linhas; navegação recursiva em coleções via SQL
- IV. Apresentação de geometrias em camadas e integração com dados alfanuméricos
- V. Matrizes topológicas com modelos de 4 e 9 intersecções e co-dimensões; aplicação em diretivas SQL
- VI. Extensão do modelo entidade-associac,a~o com pictogramas espaciais (EA-EPE); limitações do EA-EPE e asserções para consistência entre restrições de integridade referencial e topológica
- VII. Definição de grafo de cena 3D (norma X3D) e integração com objecto-relacional; interrogação (SQL) aos nós e apresentação em browser (HTML5)
- VIII. Indexação de informação não-estruturada, modelos booleano e vectorial e métricas de distância; utilização de sistema de recuperação de informação.

5. Syllabus

- I. Construction of extensions to the relational model; specification of data types, functions and operators
- II. Formulation of theme algebra and translation to SQL statements
- III. Construction of geometries from others with lower dimension; lines from point and polygon from point and lines; recursive navigation of collections using SQL
- IV. Presentation of geometries in layers and integrated manipulation with alphanumeric data
- V. Topology matrixes with the models of 4 and 9 intersections and co-dimensions; apply in SQL statements
- VI. Extension of entity-relationship with spatial pictograms (ER-ESP); limitations of ER-ESP and assertions for consistency between referential and topological integrity constraints
- VII. Definition of a 3D scene graph (X3D standard) and integration with object-relation; queries (SQL) to nodes and presentation in browser (HTML5).
- VIII. Indexing of non-structured information, Boolean and vector models and distance metrics; usage of an information retrieval system.

6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

UC complementa a noção de sistema de informação em duas perspectivas: a) dados com estrutura complexa, i.e., extensão ao tipo alfanumérico, e b) dados sem estrutura pré-definida, i.e., repositórios multimédia (texto, imagem, áudio). Coloca-se ênfase na perspectiva dos dados com estrutura complexa; modelo objecto-relacional e extensão 2D e 3D. Essa ênfase reflete-se na distribuição dos conteúdos programáticos; I a VII na manipulação de geometrias e apenas VIII sobre recuperação de informação não-estruturada. Constroem-se extensões com novas estruturas e comportamentos e manipulam-se geometrias via extensão, que segue OGC, para 2D e 3D (I, III, IV, VII). Formula-se o essencial de uma álgebra (estruturas e operadores) para unificar geometrias e alfanuméricos (II) e adopta-se formalismo para desenhar modelo conceptual (VI). Para analisar relações geométricas (e.g., satisfazer restrições) aplicam-se matrizes topológicas (V). Construir "analyser", indexar, interogar via Lucene (VIII).

6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

UC complements the notion of information system on two perspectives: a) data with a complex structure, i.e., extend alphanumeric type, and b) data without a predefined structure, i.e., multimedia repository (text, image, audio). The emphasis is taken from the perspective of data with complex structure; object-relational model and extension to 2D and 3D. That emphasis reflects on the syllabus distribution; I to VII on the manipulation of geometries and only item VIII on retrieval of non-structured information. Extensions are constructed with new structures and behaviors and geometries manipulated using an extension that adheres to OGC, for 2D and 3D (I, III, IV, VII). The essential of an algebra (structure and operators) is formulated to unify geometric and alphanumeric types (item II) and formalism to build conceptual model (VI). The analysis of geometric relations (e.g., constraint satisfaction) resorts to topologic matrixes (V). Build "analyzer", index, query via Lucene (VIII).

7. Metodologias de ensino
(avaliação incluída)

T: 22,5h (15aula*1,5h/aula). Apresentação e discussão de conceitos teóricos com recurso a exemplos práticos. Caracterização e análise dos casos de aplicação a desenvolver na (próxima) TP\PL.

TP\PL: 45h (15aula*(1h/aulaTP + 2h/aulaPL)). Em cada aula há uma ficha de problemas sobre o tema da (anterior) aula T. Há dois tipos de fichas: a) exercícios TP para explorar e consolidar a compreensão de conceitos teóricos, e b) exercícios PL cuja resolução contribui com uma componente a integrar no projeto final.

Realização autónoma de projeto final (94,5h) com suporte das aulas TP\PL e do docente.

A avaliação é distribuída com exame final. Todos os elementos de avaliação são pedagogicamente fundamentais (cada elemento da avaliação distribuída tem nota mínima de 8).

T: individual via exame escrito

P: individual via discussão com grupo (projeto x 0.35 + relatório x 0.3 + discussão x 0.35)

Nota Final (NF): $(T + P) / 2$

Aprovação: $T \geq 9,5$ e $P \geq 9,5$ e $NF \geq 9,5$.

**7. Teaching methodologies
(including assessment)**

T: 22,5h (15class*1,5h/class). Presentation and discussion of concepts via practical examples. Characterization and analysis of practical cases to be developed in the (next) TP\PL lecture.

TP\PL: 45h (15class*(1h/TPclass + 2h/PLclass)). Each lecture presents a problems? worksheet related with (previous) T lecture subjects. There are two types of worksheets: a) TP exercises to explore and consolidate the comprehension of theoretical concepts, and b) PL exercises that integrate into the final project.

Autonomous realization of the final project (94.5h) with support from TP\PL classes and the teacher.

Assessment is distributed with a final exam. All assessment elements are pedagogically fundamental (each component of the distributed assessment has a minimum mark of 8).

T: individual via written exam

P: individual via group discussion (project x 0.35 + report x 0.3 + discussion x 0.35)

Final Grade (NF): $(T + P) / 2$

Approval: $T \geq 9,5$ and $P \geq 9,5$ and $NF \geq 9,5$.

**8. Demonstração da coerência
das metodologias de ensino
com os objetivos de
aprendizagem da unidade
curricular**

Nas aulas T são expostos os conteúdos programáticos, com ênfase para alcançar os objectivos de aprendizagem 1, 2, 3, 4, 7, acompanhados com problemas ilustrativos a ser resolvidos pelos alunos, na sala, antes de apresentada a solução. No fim de cada aula T é indicado o objectivo da próxima aula TP\PL e é colocado no "moodle" a respectiva ficha de problemas.

Nas aulas TP\PL abordam-se os vários objectivos, com ênfase para os 5, 6, e 8, e as competências para desenhar uma solução envolvendo dados alfanuméricos, geometrias 2D e 3D, interrogação e apresentação desses dados, manipulação garantindo integridade espacial e referencial.

A perspetiva TP\PL é a de ir amadurecendo, de modo incremental, a compreensão das técnicas num contexto de experimentação e visando alcançar determinada funcionalidade específica. A experimentação recorre a ambientes de código fonte aberto - PostgreSQL, PostGIS, QuantumGIS, Lucene, e linguagens de programação SQL, Python (código embebido no PostgreSQL) e Java.

8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

In T classes, syllabus content is presented with emphasis to achieve the learning outcomes 1, 2, 3, 4, 7, along with illustrative problems to be solved by the students, in the classroom, prior to the solution presentation. At the end of each T class it is described the goal of the next TP\PL class and the corresponding worksheet is made available in the "moodle".

In TP\PL classes all the learning outcomes are explored, with emphasis to 5, 6, 8, and the skills to design a solution involving alphanumeric data, geometries 2D and 3D, querying and presentation of such data, manipulation satisfying referential and spatial integrity.

The perspective TP\PL is to incrementally get a matured understanding of the techniques in an experimental context and aiming to achieve a specific functionality. The experimentation resorts to open source environments - PostgreSQL, PostGIS, QuantumGIS, Lucene, and programming languages SQL, Python (for code embedded in PostgreSQL) and Java.

9. Bibliografia de

consulta/existência obrigatória

1. Obe, R. O., and Hsu, L. S. (2021). PostGIS in Action (3rd ed.). Manning. ISBN: 9781935182269.
2. PostgreSQL 16 [pdf]. (2023). The PostgreSQL Development Group.
3. PostGIS 3.4, Spatial PostgreSQL [pdf]. (2022). OSGeo Project.
4. Brutzman, D., and Daly, L. (2007). X3D: Extensible 3D Graphics for Web Authors. Morgan Kaufmann, Elsevier. ISBN: 9780120885008.
5. Manning, C. D., Raghavan P., and Schu"tze, H. (2008). Introduction to Information Retrieval. Cambridge Univ. Press.
6. McCandless, M., Hatcher, E., and Gospodnetic, O. (2010). Lucene in Action (2nd ed.). Manning. ISBN: 9781933988177.

10. Data de aprovação em CTC 2024-07-17

11. Data de aprovação em CP 2024-06-26