



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS SOCIAIS

DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA

Um Atlas Digital para o Megalitismo: uma Infraestrutura de Dados Espaciais (Sudoeste da Península Ibérica)

Ivo de Jesus Figueiras dos Santos

Orientação:

Leonor Rocha (Departamento de História)

José Saias (Departamento de Informática)

Mestrado em Arqueologia e Ambiente

Área de Especialização | Avaliação de Impacte Ambiental
Dissertação

Évora, 2018



UNIVERSIDADE DE ÉVORA





**Um Atlas Digital para o Megalitismo:
uma Infraestrutura de Dados Espaciais (Sudoeste da Península Ibérica)**



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS SOCIAIS

DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA

Um Atlas Digital para o Megalitismo: uma Infraestrutura de Dados Espaciais (Sudoeste da Península Ibérica)

Ivo de Jesus Figueiras dos Santos

Orientação:

Leonor Rocha (Departamento de História)

José Saias (Departamento de Informática)

Mestrado em Arqueologia e Ambiente

Área de Especialização | Avaliação de Impacte Ambiental
Dissertação

Évora, 2018

*History is not the past,
but a map of the past drawn from a particular point of view to be useful to the modern traveler.*

Henry Glassie

Agradecimentos

O trabalho efetuado nunca teria sido concretizado sem o apoio incondicional e motivacional de várias pessoas que aqui se enumeram, sem qualquer ordenação específica, e que foram fundamentais para a formação do candidato enquanto pessoa e pretendente a investigador.

Agradeço a orientação da Prof.^a Leonor Rocha que, incansavelmente, esteve presente nos bons e nos maus momentos, acompanhou o percurso do candidato desde o seu 2^o ano de licenciatura e tem funcionado como uma âncora de ligação à realidade nos devaneios sonhadores do candidato e como líder motivacional neste projeto, que também é seu.

Agradeço ao Prof. José Saias que, após ter sido o docente que apresentou o candidato ao mundo inebriante da programação, aceitou ainda aderir e coorientar este projeto, sempre de modo prestável e disponível. E não é que me apresentou desta feita às maravilhas do TeX, com que foi escrita esta tese, ousando continuar a incentivar positivamente os devaneios programáticos do candidato?

Ao Prof. Enrique Cerrillo Cuenca, pelos incansáveis debates em torno da tecnologia, programação e a sua aplicabilidade à Arqueologia.

O agradecimento nunca estaria completo sem uma referência à Prof.^a Fernanda Olival pelo auxílio, compreensão e incentivo incansável, que lhe são características, e, particularmente, pela aposta firme num arqueólogo com uma paixão pela programação.

Ao Doutor Tiago C. P. dos Reis Miranda, pela paciência, constante auxílio e profícuos debates no apoio do projeto CIDEHUS Digital e neste mesmo projeto.

Agradeço à equipa técnica do CIDEHUS, da qual muito me orgulho em fazer parte. Sem o apoio mútuo, em particular, nada disto teria sido feito. Aspetos conjuntos, mas sobretudo individualizados

na figura da Dr.^a Madalena Vaz Freire, no Arq.^o Francisco de Brito e na Dr.^a Carla Malheiro.

À Dr.^a Alexandra Pimenta, pelo apoio e debate ao longo de muitos anos e também pela cedência das suas fotografias para o Atlas do Megalitismo.

À Dr.^a Ana Junceiro, por se manter por perto e continuar a acreditar, mesmo quando já nem o próprio acreditava.

A vários Professores e Investigadores que acompanharam e moldaram a formação do candidato: Prof. Jorge de Oliveira, Prof. Fernando Branco, Prof. André Carneiro, Dr. Pedro Alvim, Prof. Manuel Calado e Dr. Rui Mataloto, mas sobretudo à Prof.^a Hermínia Vilar e Prof.^a Filomena Barros, por acreditarem.

À Inês Frasco... Não existem palavras para agradecer e descrever o nível de paciência necessária para aturar os devaneios de um *workaholic* sonhador que fala constantemente em cobras (*Python*) e "pedrinhas" (monumentos megalíticos) — tal qual um programa sobre a natureza, mas com um locutor bem menos interessante. Mais que a companhia desta batalha que aqui termina, ou o observador de uma natureza binária que não passa na National Geographic, foste o pé que me pontapeou vezes seguidas, a sensatez necessária nos momentos de loucura e impulsos (*wannabe*) científicos, foste o ombro amigo e o abraço enamorado essencial para continuar. Pronta para a próxima ou preferes reconsiderar?

Ao Mário Frasco e Maria José Branco, pelas intermináveis discussões pseudopolíticas e apoio constante.

Aos meus pais, porque sem eles, nunca seria quem sou nem como sou. Pela vossa força, perseverança, ambição e crença. Pela vossa humildade e amor, são um modelo.

A todos, obrigado.

Conteúdo

Conteúdo	xiv
Lista de Figuras	xvi
Lista de Tabelas	xviii
Lista de Acrónimos	xix
Sumário	xxi
Abstract	xxii
I INTRODUÇÃO	1
1 Um mundo novo?	2
2 Contexto Económico, Político e Legal	6
2.1 Pressupostos Legais	7
2.2 A Gestão	9
2.2.1 A Gestão do Património Cultural em Portugal	10
2.3 O Património como impulsionador do Desenvolvimento Sustentável	11
3 <i>Open Science</i> em Arqueologia	14
3.1 O conceito	15
3.2 Aplicação em Arqueologia	16

4	Projeto	20
4.1	Objetivos e metodologia	21
4.2	Os dados existentes	23
II	ESTADO DA ARTE	25
5	O desafio do inteligível: as problemáticas conceptuais no Megalitismo	26
5.1	Em busca de uma cultura pretérita	27
5.2	Os conceitos	29
5.2.1	Megalitismo	29
5.2.2	Menir / Menhir	32
5.2.3	Mamoia / <i>Tumulus</i>	34
5.2.4	Cista	35
5.2.5	Sepulturas megalíticas, protomegalíticas ou submegalíticas	35
5.2.6	Anta / Dólmen	37
5.2.7	<i>Tholoi</i> / Sepulturas de falsa cúpula	42
5.3	Distribuição geográfica e caracterização	43
5.3.1	O Sudoeste Peninsular	43
5.3.2	O contexto alargado: a Península Ibérica	48
5.4	A teoria	49
5.5	Caracterizar os caracterizadores: Breve caracterização dos dados dos monumentos megalíticos	51
5.5.1	Dissertações académicas	51
5.5.2	Bases de dados estatais	57
5.6	Discussão	60
5.7	Conclusão	62
6	Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE)	63
6.1	Introdução	63
6.2	O conceito	65
6.2.1	Os utilizadores	68
6.2.2	Aplicação em Arqueologia	72
6.3	Exemplos nas Humanidades / Património	75
6.4	Discussão	77

III	IMPLEMENTAÇÃO	79
7	Objetivos, funcionalidades e desafios	80
7.1	Objetivos	81
7.2	3D	84
7.3	Web Semântica	86
7.3.1	CIDOC-CRM	89
8	Seleção de Software	91
8.1	CrITÉrios de Análise de Soluções	91
8.2	Análise Comparativa	93
8.3	Conclusão	94
9	Protótipo do Atlas do Megalitismo	96
9.1	Descrição	96
9.1.1	Utilizadores	97
9.1.2	Gestão de dados	97
9.1.3	Design de modelos de dados	98
9.1.4	Pesquisa	104
9.2	Modelos 3D	105
9.3	Aplicação Móvel	106
9.4	Análise	106
IV	CONSIDERAÇÕES FINAIS	109
10	Discussão	110
11	Próximos Passos	113
12	Conclusão	115
V	ANEXOS	118
A	Fichas descritivas dos exemplos de IDE nas Humanidades / Património	119
A.1	Portugal	120
A.1.1	Infraestrutura de Dados Espaciais do SIPA	120

A.1.2	Atlas do Património Classificado e em vias de Classificação	122
A.1.3	iGEO	123
A.2	Gerais	126
A.2.1	IDE Arqueolóxica da Idade de Ferro en Galicia	126
A.2.2	SILEX - Sistema de Información Locacional em XML	127
A.2.3	PRAGIS - Puuc Region Archaeological Geographic Information System	129
A.2.4	IDE do Departamento de Conservación Preventiva del Instituto del Patrimonio Cultural de España	131
A.2.5	IDEARQ - Infraestructura de Datos Espaciales de Investigación Arqueológica	133
A.2.6	Catalhöyük	134
A.2.7	ARCHAEO 3DWEBGIS	136
A.2.8	ArchaeoGEW (Archaeological GIS Explored by Web)	138
A.2.9	Higeomes	139
A.2.10	ARCADE	140
A.2.11	Heritage Monitoring Scouts	141
A.2.12	crc806	142
B	Análise de Software	143
B.1	ESRI GeoPortal-Server	143
B.2	Geonode	144
B.3	Boundless Suite	145
B.4	Geoclip	146
B.5	Cartaro	147
B.6	Knowvation-gs	148
B.7	Arches	148
B.8	Geonetwork	149
B.9	geOrchestra	150
C	Modelos de Dados do Atlas do Megalitismo	152
VI	Referências	155
	Bibliografia	156
	Online	176

Lista de Figuras

5.1	O sudoeste da Península Ibérica tal como foi reconhecido na bibliografia consultada. . .	44
6.1	Património Megalítico presente na plataforma colaborativa <i>OpenStreetMap</i>	71
7.1	Família CIDOC-CRM, segundo Computer Science (ICS) of the Foundation for Research; (FORTH), s.d.	90
9.1	Atlas do Megalitismo — Histórico de edições	98
9.2	Atlas do Megalitismo — <i>Reference Data Manager</i>	99
9.3	Modelos de Dados do Atlas do Megalitismo	99
9.4	Atlas do Megalitismo — Representação gráfica do modelo de dados <i>3DHop</i>	101
9.5	Atlas do Megalitismo — Representação gráfica do modelo de dados <i>Monumento Megalítico</i>	102
9.6	Modelo de Dados <i>Monumento Megalítico</i> — Detalhe do nó relativo à <i>Proteção Legal</i> . . .	103
9.7	Atlas do Megalitismo — Pesquisa	104
9.8	Pormenor do visualizador <i>Potree</i> com modelo 3D da Anta da Vila de Arraiolos	105
12.1	Esquema comparativo do <i>Workflow</i> comum <i>vs Workflow</i> do Atlas do Megalitismo . . .	117
A.1	Infraestrutura de Dados Espaciais do SIPA — exemplo do visualizador <i>ArcGIS Online</i> com a Anta Grande do Zambujeiro selecionada	120
A.2	Atlas do Património Classificado e em vias de Classificação — seleção da Anta Grande do Zambujeiro	122
A.3	iGEO - Exemplo relativo ao Património	124
A.4	IDE Arqueológica da Idade de Ferro em Galicia — com todas as opções visíveis e exemplo de um sítio arqueológico português selecionado.	126
A.5	Representação dos passos necessários para obter o mapa com o registo com o ID 2488	128

A.6	PRAGIS — visualizador sem dados devido a erro de carregamento	130
A.7	PRAGIS — visualizador sem dados devido a erro de carregamento	132
A.8	Infraestructura de Datos Espaciales de Investigación Arqueológica — distribuição das datações ¹⁴ C na Península Ibérica	133
A.9	Çatalhöyük Research Project	135
A.10	ARCHAEO 3DWEBGIS	136
A.11	ArchaeoGEW — Comum Oppidum	138
A.12	Higeomes	139
A.13	Arcade — exemplo das capacidades.	140
C.1	Detalhe dos Modelos de dados <i>Potree</i> e <i>3DHop</i>	153
C.2	Detalhe do Modelo de dados <i>Ator</i>	153
C.3	Detalhe do Modelo de dados <i>Monumento Megalítico</i>	154

Lista de Tabelas

5.1	Caracterização do estudo do Megalitismo — Aspectos específicos do Megalitismo funerário	53
5.2	Análise da caracterização do Megalitismo — Registo Gráfico	54
5.3	Caracterização do estudo do Megalitismo — Localização	55
5.4	Análise da caracterização do Megalitismo — Aspectos Gerais	56
5.5	Análise da caracterização do Megalitismo — Medidas	56
6.1	Síntese dos exemplos de IDE aplicados ao património em Portugal (vd.: <i>Fichas descritivas dos exemplos de IDE nas Humanidades / Património</i>)	76
6.2	Síntese dos exemplos de IDE aplicados ao património internacional (vd.: <i>Fichas descritivas dos exemplos de IDE nas Humanidades / Património</i>)	77
B.1	ESRI GeoPortal-Server — Características gerais.	143
B.2	<i>ESRI GeoPortal-Server</i> — Funcionalidades IDE.	144
B.3	<i>ESRI GeoPortal-Server</i> — Funcionalidades extra.	144
B.4	<i>Geonode</i> — Características gerais.	144
B.5	<i>Geonode</i> — Funcionalidades IDE.	145
B.6	<i>Geonode</i> — Funcionalidades extra.	145
B.7	<i>Boundless Suite</i> — Características gerais.	145
B.8	<i>Boundless Suite</i> — Funcionalidades IDE.	146
B.9	<i>Boundless Suite</i> — Funcionalidades extra.	146
B.10	<i>Geoclip</i> — Características gerais.	146
B.11	<i>Geoclip</i> — Funcionalidades IDE.	147
B.12	<i>Geoclip</i> — Funcionalidades extra.	147

B.13	<i>Cartaro</i> — Características gerais.	147
B.14	<i>Cartaro</i> — Funcionalidades IDE.	147
B.15	<i>Cartaro</i> — Funcionalidades extra.	147
B.16	<i>Knowvation-gs</i> — Características gerais.	148
B.17	<i>Knowvation-gs</i> — Funcionalidades IDE.	148
B.18	<i>Knowvation-gs</i> — Funcionalidades extra.	148
B.19	<i>Arches</i> — Características gerais.	148
B.20	<i>Arches</i> — Funcionalidades IDE.	149
B.21	<i>Arches</i> — Funcionalidades extra.	149
B.22	<i>Geonetwork</i> — Características gerais.	149
B.23	<i>Geonetwork</i> — Funcionalidades IDE.	150
B.24	<i>Geonetwork</i> — Funcionalidades extra.	150
B.25	<i>geOrchestra</i> — Características gerais.	150
B.26	<i>geOrchestra</i> — Funcionalidades IDE.	150
B.27	<i>geOrchestra</i> — Funcionalidades extra.	151

Lista de Acrónimos

API	<i>Application Program Interface</i>
CAA	<i>Computer Applications in Archaeology</i>
CC	<i>Creative Commons</i>
CIDOC	<i>ICOM International Committee for Documentation</i>
CMP	<i>Carta Militar Portuguesa</i>
CRM	<i>Conceptual Reference Model</i>
DGPC	<i>Direcção Geral do Património Cultural</i>
DOI	<i>Digital Object Identifier</i>
FAQ	<i>Frequently Asked Question</i>
FOSS	<i>Free and open-source software</i>
GIS	<i>Geographic Information Systems</i>
HD	<i>Humanidades Digitais</i>
ICOM	<i>International Council Of Museums</i>
IDE	<i>Infraestrutura de Dados Espaciais</i>
IG	<i>Informação Geográfica</i>
LOD	<i>Linked Open Data</i>
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
ONU	<i>Organização das Nações Unidas</i>
OSM	<i>Open Street Map</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
SDI	<i>Spatial Data Infraestructre</i>
SfM	<i>Structure from Motion</i>

SKOS *Simple Knowledge Organization System*

SIG *Sistemas de Informação Geográfica*

SIPA *Sistema de Informação para o Património Arquitectónico*

TI *Tecnologias de Informação*

TIG *Tecnologias de Informação Geográfica*

UNESCO *Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura*

URI *Uniform Resource Identifier*

URL *Uniform Resource Locator*

VGI *Volunteered Geographic Information*

WFS *Web Feature Service*

WMS *Web Map Service*

XML *Extensible Markup Language*

W3C *World Wide Web Consortium*

Sumário

O Megalitismo é uma das mais conhecidas manifestações culturais das primeiras comunidades agropastoris europeias. Geograficamente, concentra-se principalmente na Europa Atlântica e surge, assincronamente, em áreas tão dispersas quanto o subcontinente indiano, o sudeste asiático e África, entre outras.

O conceito, apesar de homogéneo na sua leitura, é heterogéneo ao nível das especificidades. As particularidades, intrínsecas a cada região, ou a cada monumento, tornam-no heterogéneo de forma independente das diferentes monumentalidades de cada um destes sítios arqueológicos.

Nesta dissertação criou-se uma estrutura de informação arqueológica que promove a comparação intraconceitos e a ultrapassagem dos limites geográficos, a partir de premissas tecnológicas da Web Semântica e da ontologia CIDOC-CRM.

A implementação do Atlas do Megalitismo permite que todos os recursos para o estudo destes monumentos tenham clareza semântica, sejam normalizados e, simultaneamente, promove a preservação, divulgação e acessibilidade dos monumentos enquanto agente de turismo cultural e ferramenta para a investigação.

Palavras chave: CIDOC-CRM, SIG, *Web Semântica*, Megalitismo, IDE

Abstract

A Digital Atlas for Megalithic Culture

a Spatial Data Infrastructure (Southwest of the Iberian Peninsula)

Megalithism is one of the most well-known cultural manifestations of the first European agro-pastoral communities. Geographically, it is mainly concentrated in Atlantic Europe and appears, asynchronously, in areas as dispersed as the Indian subcontinent, Southeast Asia and Africa, among others.

The concept, although it's homogeneous reading, is heterogeneous at a detailed level. The particularities, intrinsic to each region, or each monument, make it heterogeneous independently of the different monumentalities of each of these archaeological sites.

In this dissertation, an archaeological information application was created to permit the intra-concept comparison and the surpassing of geographical limits, taking into account Semantic Web technology and the CIDOC-CRM ontology.

The implementation of the Megalithic Atlas allows that all resources for the study of these monuments have semantic clarity, are standardized and simultaneously promote the preservation, disclosure and accessibility of monuments as a cultural tourism agent and research tool.

Keywords: CIDOC-CRM, GIS, Semantic Web, Megalithism, SDI

Parte I

INTRODUÇÃO

1

Um mundo novo?

Our cultural heritage defines our humanity. Cultural diversity, like biodiversity, plays a quantifiable and crucial part in the health of the human species. [...] Any loss of cultural heritage is a loss of our common memory. It imperils our ability to learn, to build experiences, and to apply the lessons of the past to the present and the future.

Ki-moon (2016)

Nas últimas décadas, a conservação e gestão do património histórico, arquitetónico e arqueológico tem assumido uma grande importância na vida da sociedade moderna, tanto para o turismo, como para a economia e cultura (Vacca et al., 2018). Este progressivo aumento de importância tem sido fomentado pelo paradigma da sustentabilidade que é composto por componentes sociais, políticos, económicos e tecnológicos.

A evolução tecnológica, ao nível dos dispositivos móveis, das Tecnologias da Informação (TI) e o advento do *open source* — acesso livre a conteúdos e *software* — tem acelerado a adoção / apropriação

de novas práticas e técnicas pelas disciplinas que estudam o passado num plano interdisciplinar. No que lhe concerne, esta dialética entre Arqueologia, História, Geografia, Ciências dos Dados, Computação e outras disciplinas têm implicado novas formas de interdisciplinaridade e inovação constante, a um ritmo cada vez mais rápido, acompanhando os avanços tecnológicos. Este é o mundo “novo” das Humanidades Digitais (HD), do *Cultural Mapping* e outros termos cunhados no âmbito deste paradigma.

O conceito de HD não é unânime, mas, concordemos ou não com a designação, o advento das HD provou que disciplinas como a História e a Linguística estão cada vez mais atentas à implementação de abordagens de grande pendor tecnológico, a antigos e novos problemas.

A alteração de paradigma no sector de conhecimento que lida com o mapeamento dos bens culturais (Turismo, Gestão, Arqueologia, Património...) implicou também o assumir de novas perspectivas / metodologias como o *Cultural Mapping*. Stewart (2007) define *Cultural Mapping* como “a process of collecting, recording, analyzing and synthesizing information in order to describe the cultural resources, networks, links and patterns of usage of a given community or group” (*ibid.*: p. 8). Para Duxbury et al. (2015), isto transcreve-se como uma ferramenta sistemática que permite envolver as comunidades na identificação e registo dos bens culturais com a implicação de que este conhecimento irá ser usado posteriormente para definir estratégias coletivas, planear processos ou outras iniciativas (*ibid.*: p. 2).

Para estes autores, o *Cultural Mapping* é visto como uma prática social e um ponto de intersecção metodológico entre a investigação académica, a governação local e o fortalecimento do contributo da comunidade (*ibid.*: p. 3). Assim, “the interdisciplinary and collaborative nature of this practice seems intimately connected to changing notions of authorship and agency, an increased interest in intercultural collaboration, the advent of new media technologies, the trend toward community–university research alliances, the spatial turn in social and critical theory, the conceptual framework offered by theories of ‘situated literacies’ (Barton, Hamilton, and Ivanič, 2000), and renewed interest in the rhetoric and practice of community engagement” (*ibid.*: p. 3).

O *Cultural Mapping*, com a incorporação e mapeamento de dados qualitativos e quantitativos, é visto como um catalisador e veículo privilegiado para reunir a academia, a comunidade, a indústria e gestores públicos, para além de frutuoso contexto de convergência de técnicas, conhecimentos e interesses (*ibid.*: p. 3).

Para algumas disciplinas das Humanidades, nos últimos anos, deu-se o *Spatial Turn*, mas a Ar-

queologia, que, por natureza, é transdisciplinar, cedo assumiu a sua vertente espacial e geoinformática. Nesse sentido, é de destacar a criação da associação *Computer Applications in Archaeology* (CAA) nos inícios dos anos 70. O primeiro congresso da CAA realizou-se em 1973 e, em 1992, ganhou um ímpeto internacional com a realização da primeira conferência dessa grandeza. É neste contexto que, desde meados dos anos 90, se tornou comum a aplicação de metodologias associadas a Tecnologias de Informação Geográfica (TIG) em Arqueologia.

Pela intrínseca centralidade dos dados e relações espaciais para a disciplina, os arqueólogos, ao longo dos anos, mantiveram-se na vanguarda da utilização das TIG (Mehrer e Wescott, 2005; Chapman, 2006; Conolly e Lake, 2006; Harris, 2012; Wheatley e Gillings, 2002). São estes dados e relações que, alicerçados em *standards* e bases de dados espaciais, embebidas com metadados, formam o suporte principal da arqueologia geoespacial (Harris, 2012). Entre as possíveis formas de utilização de SIG em Arqueologia, destacam-se a prospeção arqueológica, análises preditivas, a gestão de bens culturais para proteção e preservação, e aplicações intrassítio (Cerutti et al., 2015), entre outras.

Numa revisão de bibliografia relativa a aplicações computacionais em Arqueologia entre 1990 e 1996, Richards (1998) concluiu que os desenvolvimentos tecnológicos influenciaram a investigação arqueológica, e notou algumas áreas em desenvolvimento: os SIG (que o autor considerou não terem, até então, atingido todo o seu potencial), o crescente uso de computadores para a educação e comunicação, e as publicações eletrónicas.

Outrora exclusivamente baseados em *software* proprietário, as TIG evoluíram através de uma proliferação de opções *open access* que, aliadas aos avanços da tecnologia *Web*, permitiram, posteriormente, implementações *online* inovadoras como, por exemplo, os Geoportais e, mais recentemente, as Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE). A evolução de tecnologias digitais, junto com a interdisciplinaridade no âmbito do Património Cultural, encorajou o desenho e desenvolvimento de novos sistemas de informação para o armazenamento, gestão e controlo de qualidade. Esta dinâmica, ao ir para lá do mero arquivamento, abriu cenários inovadores para a utilização ativa e construtiva destas plataformas (Vacca et al., 2018). No contexto académico, social e legal em que são necessárias plataformas de difusão e contacto, estas inovações em rede tornaram-se, por excelência, em ferramentas e veículos de divulgação de conhecimento para várias disciplinas, inclusive a Arqueologia.

No referido artigo de 1998, Richards (1998) acreditava ser provável que a continuação da expansão global da *internet* iria dominar as aplicações arqueológicas do futuro e que o controlo de qualidade e persistência dos dados primários digitais tornar-se-iam questões de maior importância.

Esta dissertação assenta neste contexto de reflexão e de prática transdisciplinar. Cruza TIG com *Cultural Mapping* e *New Social Media*. Mas estaremos num mundo novo? Que mundo é este? Que tópicos enformam o qualificativo de "novo"?

2

Contexto Económico, Político e Legal

Nos últimos 20 anos, as instituições públicas europeias têm investido recursos consideráveis no desenvolvimento de IDE. Com a força motriz da Diretiva INSPIRE, foram criadas infraestruturas deste tipo por toda a Europa para facilitar e coordenar a troca e partilha de dados geográficos (Vancauwenberghe e Loenen, 2018). Esta Diretiva teve um impacto importante na forma como os governos europeus organizaram o acesso e a partilha dos seus dados geográficos. O objetivo foi desenvolver uma infraestrutura europeia baseada na criação, operação e gestão de infraestruturas dos diferentes estados-membros. Porém, enquanto em alguns países a gestão conjunta de dados geográficos entre público e privado ocorre há muitos anos, noutros, os mecanismos e instrumentos para suportar e facilitar esta partilha continuam a faltar (*ibid.*).

2.1 Pressupostos Legais

Várias iniciativas têm representado a necessidade inequívoca das entidades públicas passarem de uma atitude de guardiãs passivas do património para uma postura de obrigatoriedade de proteção, preservação, salvaguarda, disponibilização e divulgação. Este imperativo consumou-se em convenções e tratados internacionais, não só ao nível da União Europeia, mas também mundial. Em paralelo com a proliferação de projetos de *crowdsourcing*, de diversas origens e objetivos, as instituições têm vindo a promover a interatividade com o público, em geral, e fomentar a democratização do conhecimento.

Entre as muitas iniciativas políticas e legais que ocorreram, destacam-se:

- *Protection of the World Cultural and Natural Heritage* (1972) — UNESCO;
- *Convention for the Protection of the Architectural Heritage of Europe* (1985) — UE;
- *Convention for the Protection of the Archaeological Heritage of Europe* (1992) — UE;
- *Council of Europe's European Landscape Convention*, também conhecida como Convenção de Florença (2000)¹ — UE;
- *Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural* (2002) — UNESCO;
- *Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage* (2003) — UNESCO;
- *Convention on the Value of Cultural Heritage for Society*, também conhecida como Convenção de Faro (2005) — UE;
- *Protection and Promotion of the Diversity of Cultural Expressions* (2005) — UNESCO;
- *Europe, the world's No 1 tourist destination — a new political framework for tourism in Europe*² (2010) — UE;
- *Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável*, também conhecida como Rio+20 (2012);

¹ A UE reconhece que "the quality and diversity of European landscapes constitute a common resource, and that it is important to co-operate towards its protection, management and planning" (McKeague et al., 2012: p. 43).

² Esta convenção, "whilst encouraging the prosperity of Europe through tourism also recognises the threats of mass tourism to the cultural heritage" (*ibid.*: p. 44).

- *Declaração de Siem Reap* (2015) — UNESCO & UNWTO;
- *Declaração de Muscat* (2017) — UNESCO & UNWTO;

A *European Landscape Convention* estabeleceu a necessidade de os países europeus considerarem a paisagem no planeamento urbano e nas suas políticas (culturais, ambientais, agrícolas, sociais e económicas) com instrumentos integrados de suporte aos projetos, capacidade de análise da transformação territorial, dados geoespaciais e informação espacial.

A *Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural* (2002) destaca que “a diversidade cultural é tão necessária para o género humano como a diversidade biológica o é para a natureza”(UNESCO, 2002) e é considerada a quarta área do desenvolvimento sustentável (Anastácio et al., 2016).

A Convenção de Faro, nome pela qual ficou conhecida a *Convention on the Value of Cultural Heritage for Society*, enfatiza os aspetos importantes da relação do Património com a democracia e os direitos humanos. Encoraja a que se reconheça que o Património não é importante apenas *per se*, mas que se supera pelo seu significado social e pelos valores que representa (*Council of Europe: Faro Convention s.d.*). Esta convenção-*framework* defende que o Património está em todo o lado e que poderá ser uma das pré-condições para a sustentabilidade, tanto ao nível cultural e social, mas também ambiental e económico. Para tal, estabelece-se o papel dos cidadãos na definição, nas decisões e gestão do Património Cultural (Lim et al., 2018; Fairclough et al., 2014). A participação da comunidade tornou-se uma obrigação ética e uma necessidade política (Lim et al., 2018: p. 117).

Esta convenção, não sendo obrigatória, não foi ratificada por alguns países (como Espanha e França), mas entrou em vigor em Portugal, em 2011. É de salientar que as convenções regulatórias são passíveis de verificação na legislação dos países signatários e de avaliações práticas, mas as convenções-*framework* são de difícil validação por serem constituídas de recomendações.

Os mais recentes acontecimentos políticos e económicos têm reforçado a importância do Património Cultural, conforme defendido nas iniciativas acima listadas. Por exemplo, a recente crise destacou o papel do Património Cultural para a sustentabilidade económica, mas também a instabilidade política no Médio Oriente lembrou o mundo da sua dimensão identitária e dos perigos associados à sua destruição (Anastácio et al., 2016). Neste contexto, o papel da cultura enquanto componente do desenvolvimento sustentável tem surgido cada vez mais no debate político (Lim et al., 2018). Tanto a UNESCO como a UE têm, progressivamente, promovido a emergência de um novo paradigma “recognising that heritage assets and objects offer fundamental social and economic va-

lues and benefits far beyond those traditionally recognised” (Lim et al., 2018: p. 118; Fairclough et al., 2014).

O ciclo político aqui apresentado culminou na cimeira Rio+20 (2012), que, sob a grande temática da economia sustentável, deu ênfase às anteriores convenções, mas continua com a Declaração de Siem Reap (2015), Muscat (2017), e outras iniciativas como a declaração de 2018 como Ano Europeu do Património Cultural, sob o slogan “Our Heritage: where the past meets the future”, demonstrando a crescente importância do Património Cultural no espaço europeu.

Este contexto económico, político e legal criou uma progressiva procura de tecnologias, plataformas, aplicações, bases de dados, *frameworks* e serviços, que resultou numa extensa disponibilização de informação (Brumana et al., 2012).

2.2 A Gestão

Para poder cumprir as suas atribuições e competências de gestão, o Estado, ao nível nacional, regional e local deve, imperativamente, conhecer o território que gere, e isso implica ter consciência do património que nele se implanta, em todas as suas facetas.

De acordo com Song (2003), alguns dos benefícios-chave dos programas de e-governança incluem: decisões melhor fundamentadas no investimento nas tecnologias da informação; alinhamento do suporte das TI com os propósitos do tecido empresarial; redução da redundância; promoção da interoperabilidade entre processos e sistemas; fomento da acessibilidade dos governos; aumento da inclusão social; melhor uso da informação (Maguire e Longley, 2005).

Para Maguire e Longley (*ibid.*), as IDE permitem reduzir custos e gerar receitas (indiretamente), que as atividades governamentais sejam transparentes, e melhoria da participação pública no processo democrático. Estas infraestruturas tornam-se, assim, de grande utilidade para a gestão governativa.

Segundo Bessa e Julião (2016), em observações referentes aos municípios, mas transponíveis para outras divisões administrativas, “a utilização de informação geográfica e dos SIG como suporte informativo, técnico e metodológico aos procedimentos de inventariação, apresenta como vantagens assegurar a qualidade dos dados, a integração entre sistemas de informação, a articulação entre os serviços intervenientes (incluindo as entidades externas), a gestão de informação e de conhecimento

(geográfico) e consequente a criação de valor e de vantagens competitivas”(Bessa e Julião, 2016: p. 69).

Neste contexto, os Geoportais e IDE deram uma grande contribuição para simplificar o acesso à IG, a encorajar e assistir entidades, individuais ou coletivas, que querem usar os conceitos, bases de dados, técnicas e modelos da IG no seu trabalho (Maguire e Longley, 2005).

2.2.1 A Gestão do Património Cultural em Portugal

Fernandes et al. (2014), baseando-se em Petrescu (2007), apresentam uma tabela comparativa do uso de SIG no Património Cultural, que acrescentaram, atualizaram e sintetizaram (Fernandes et al., 2014: p. 10). Os autores baseiam-se nestes dados para defender que Portugal se junta “à Alemanha, Grécia, Itália e República Eslovaca no grupo mais avançado”(ibid.: p. 9) e “segundo aqueles dados, na área de Arqueologia e Monumentos Históricos, Portugal inclui na infraestrutura de informação e utiliza internamente os SIG, disponibilizando o modelo de dados publicamente”(ibid.: p. 9).

Fernandes et al. (ibid.) justificam a sua argumentação com os dados de Petrescu (2007) e os seus próprios, presentes na referida tabela, salientando a credibilidade dos dados listados por Petrescu, que foram apresentados no XXI Simpósio Internacional do Comité Científico Internacional para a Documentação do Património Cultural. Esta entidade “tem como objetivo principal a melhoria de todos os métodos de prospeção de monumentos culturais e locais, como uma importante contribuição para a inventariação e monitorização do património cultural, para a preservação e restauro de qualquer monumento arquitetónico ou de outro valor cultural, no suporte à investigação arquitetónica, arqueológica e áreas afins”(Fernandes et al., 2014: p. 9).

Numa observação mais atenta, verificamos que Portugal está ausente da listagem do artigo original de Petrescu (2007), mas surge na tabela reformulada de Fernandes et al. (2014), que referencia dois artigos não listados na bibliografia dessa mesma publicação: “Fernandes et al., 2012” e “Bernardes et al., 2000”. Curiosamente, para Espanha, Petrescu (2007) não caracteriza os dados existentes porque indica que, apesar de existirem várias aplicações em diversas disciplinas e ao nível regional e nacional, não parece que os SIG sejam aplicados no Património Cultural. Passados alguns anos do trabalho de Petrescu, a tabela atualizada e adaptada de Fernandes et al. (2014) mantém os dados originais para Espanha, indicando o mesmo que Petrescu (2007).

Rocha e Branco (2018), num trabalho recente de caracterização da gestão e salvaguarda do Pa-

património Cultural em Portugal, enumeram várias críticas e recomendações. Se por um lado reconhecem a atitude positiva do Estado português ao ratificar os acordos especializados do sector, por outro, questionam a sua transposição para a legislação nacional e a real implementação destas medidas (*ibid.*). Para as autoras, é debatível “a qualificação dos profissionais responsáveis pela direção científica dos trabalhos arqueológicos, a qualidade e a extensão do registo, a atualização das técnicas e metodologias de trabalho, assim como, a gestão da informação científica produzida e do espólio recolhido”. Assim, defendem que o conhecimento obtido deve ser divulgado e que “a correção das assimetrias regionais existentes entre o litoral e o interior, mas também entre o Norte e o Sul, só pode ser diminuída através de uma estratégia nacional, que trespasse os diferentes níveis de atuação que interferem com a salvaguarda do património cultural” (*ibid.*: p. 41). Defendem ainda que “entregar a tarefa de recuperar, rentabilizar e salvaguardar o Património Cultural ao sector privado poderá ser uma saída lógica e viável, tanto mais que este grupo detém capacidade económica para o fazer [mas] naturalmente isso implica que existam mecanismos efetivos de controle por parte do Estado” (*ibid.*: p. 51).

Como defendem Bessa e Julião (2016), “os novos desafios da gestão municipal assentam nos princípios da eficiência, eficácia e racionalização dos recursos, na qualidade da prestação dos serviços, no rigor, transparência e responsabilização da gestão e decisão, através da adoção das melhores práticas, apostando no conhecimento, nas tecnologias de informação e comunicação e numa nova cultura organizacional”.

2.3 O Património como impulsionador do Desenvolvimento Sustentável

Identificar o património cultural como impulsionador do desenvolvimento sustentável não é uma ideia recente, mas o reconhecimento desse facto administrativamente e a implementação de novas tecnologias, num mundo globalizado e com grandes assimetrias regionais, tem levado à aplicação de abordagens inovadoras no Turismo Cultural.

De acordo com Missikoff (2005), em 2004, entre 7 a 8% da riqueza mundial foi produzida pelo sector do Turismo, e, segundo a *World Tourism Organisation* (UNWTO), espera-se que a década de 2010-2020 tenha um crescimento médio anual de 3,8% (2017 *International Tourism Results: the highest in seven years s.d.*). Segundo a mesma organização, em 2015, 40% das visitas turísticas podem considerar-se de Turismo Cultural (*Survey on Big Data and Cultural Tourism s.d.*). Perante estes valores, torna-se bastante claro que o património pode contribuir para a saúde cultural e financeira das nações: em

2010, a Irlanda lucrou €1.2 biliões, 4.3% de GVA (Gross Value Added) e a Escócia, no mesmo período, teve 2.6% de GVA, e 2.5% do total de população empregada trabalhava em sectores relacionados com o Património Cultural (McKeague et al., 2012).

No âmbito de duas declarações conjuntas recentes, pela UNWTO e pela UNESCO, nomeadamente Siem Reap (2015) e Muscat (2017), reafirmou-se o papel do Património Cultural como impulsor do Desenvolvimento Sustentável, a necessidade da sua proteção e o compromisso em "developing cultural tourism policies that recognize, protect and promote the authenticity of culture and cultural heritage and forge effective synergies using a range of appropriate technologies and social media platforms whereby all stakeholders exchange more information, experience and best practice in this area"(UNWTO e UNESCO, 2015).

As medidas protetoras do passado são agora vistas segundo uma nova tendência, que enfatiza o potencial papel do património como recurso de regeneração e desenvolvimento económico (Kleijn et al., 2016a). Geógrafos, arqueólogos e especialistas do património, em geral, juntam forças com arquitetos, gestores e *designers* para abordar o património de uma forma holística: "by linking tangible to intangible heritage, by integrating it in place-making with economic, social and cultural factors and by combining professional knowledge with the local expertise of citizens and private enterprises"(*ibid.*). O património histórico e cultural torna as regiões mais atrativas e promove o desenvolvimento de serviços, infraestruturas e organizações culturais (Naranjo et al., 2018).

A ligação do sector do património e a tecnologia tem sido recorrente, como é demonstrado por vários projetos e publicações. Por exemplo, Naranjo et al. (*ibid.*) consideram que a visualização 3D do património cultural e histórico da província de Cáceres, no âmbito de um atlas, é essencial para a promoção da região enquanto destino turístico. Para além destes benefícios gerais, estes autores destacam:

- a promoção e documentação do património;
- a promoção e disseminação de informação dos monumentos em acesso livre;
- a criação de modelos 3D para o futuro estudo, investigação e intervenção nos monumentos;
- a transferência dos resultados do projeto para instituições educativas, científicas e sociais;

Olukole e Balogun (2011) demonstram as potencialidades da utilização de SIG para fomentar o turismo cultural. Esta ideia é reforçada também em trabalhos académicos como a tese de Marques

(2017), que demonstra que as Tecnologias de Informação Geográfica (especialmente Detecção Remota, UAV's, aquisição de 3D, processamento e representação, SIG's, sistemas de navegação, realidade aumentada, aplicações móveis e os próprios dispositivos móveis) contribuíram para nos dar dados e ferramentas para turistas, agentes, técnicos especializados e outros atores (*ibid.*: p. 112).

Nos últimos anos, muitas organizações governamentais de diferentes níveis têm implementado IDE para facilitar o acesso a dados espaciais e fomentar o Turismo Cultural com vista ao desenvolvimento económico (Jan, 2016). Integrar a informação espacial da história e do património das áreas urbanas, ao nível conceptual, é considerado uma nova forma de estimular e otimizar a reutilização do património urbano nas cidades atuais e futuras (De Kleijn et al., 2013). Por outro lado, a consciencialização do valor histórico de artefactos e sítios na área pode levar a uma melhor e mais eficaz implementação de medidas de proteção, o que é particularmente importante para os sítios arqueológicos que se encontrarem menos presentes na consciência coletiva (Koszewski et al., 2018). Outro objetivo é disponibilizar informação espacial para a gestão e para o planeamento da arquitetura, especialmente no caso de monumentos históricos e da sua envolvente (*ibid.*).

Ao nível regional têm também sido desenvolvidos esforços neste sentido. Segundo, Naranjo et al. (2018), a mais recente crise económica forçou uma resposta de maior qualidade à procura turística através da criação de novas atividades económicas e pela transformação de outras já consolidadas. Nesta área, a política regional da Extremadura (Espanha) está comprometida com a modernização e transformação do turismo, considerando-o uma potencial atividade económica complementar (*ibid.*). Estes autores defendem que ao disponibilizarem mais informação sobre o património histórico e artístico aos turistas, o interesse pela província de Cáceres cresceu e o turismo na área foi promovido e expandido.

Outro exemplo, dos muitos que existem, é o *Mundo Maya Sustainable Tourism Programme* (MMSTP). Este projeto, também procura contribuir para a sustentabilidade social e o crescimento económico da região em que se insere, o outrora território Maia (Belize, El Salvador, Guatemala, Honduras e México), através da conservação do Património Cultural e Natural, garantindo a participação das comunidades locais no processo (Kokalj et al., 2013).

3

Open Science em Arqueologia

Open means anyone can freely access, use, modify, and share for any purpose (subject, at most, to requirements that preserve provenance and openness).

International (s.d.)

O "mundo novo" acima descrito perderia a sua essência e quase toda a sua capacidade de futuro se lhe retirássemos o conceito de acesso aberto e tudo aquilo que este implica. Sem o *Open Access*, por exemplo, os SIG manter-se-iam acessíveis apenas aos que conseguissem adquirir o *software* e as bases cartográficas digitais, fosse por capacidade institucional ou privada; os dados da investigação partilhados cairiam muitas vezes na inacessibilidade, pela utilização de licenças proprietárias dos formatos envolvidos que obrigariam à aquisição de programas informáticos. Este ciclo continuaria,

pois, os conjuntos de dados derivados, cruzados ou não, legalmente obrigados a seguir a licença original. Assim, não é difícil compreender a fundamentação de alguns autores que se tornaram autênticos pregadores das virtudes do acesso aberto.

Várias fundações nacionais que gerem fundos comunitários, emitiram em setembro de 2018 uma declaração conjunta em que se comprometem a que todos os resultados da investigação científica estejam em acesso aberto até 1 de janeiro de 2020: a *cOAlition S*. Neste âmbito o Presidente da *Science Europe*, associação de várias destas fundações, defende que “only results that can be discussed, challenged, and, where appropriate, tested, and reproduced by others qualify as scientific” (Schultz, 2018) e “the chain, whereby new scientific discoveries are built on previously established results, can only work optimally if all research results are made openly available to the scientific community” (*ibid.*).

Mas, de um ponto de vista geral, quais serão as reais implicações do fenómeno do *open access* em Arqueologia?

3.1 O conceito

As comunidades que promovem o acesso aberto, fomentam também a utilização e distribuição gratuita de programas informáticos (*Open Software*), de publicações académicas (*Open Access*), de dados científicos e outros (*Open Data*), e, trabalhos criativos, como arte, fotografia e vídeo (*Open Content*) (Lake, 2012).

A *Open Science* ou *E-Science* foi definida por Taylor (1999) como “global collaboration in key areas of science, and the next generation of infrastructure that will enable it” (*ibid.*), e por Hey et al. (2009) como um conjunto de ferramentas e tecnologias para suportar a federação de dados e a colaboração. Esta postura, consiste em processos de investigação científica com cariz aberto que produzem um *output* (os dados) acessível a toda a comunidade (Willmes et al., 2017). Segundo Willmes et al. (*ibid.*) e Whyte e Pryor (2011), *Open Science* define-se em seis princípios constituintes:

- *Open Data* — os dados da investigação são livremente acessíveis e reutilizáveis pela aplicação de licenças abertas;
- *Open Source* — o código-fonte das ferramentas aplicadas à análise científica é publicado livre e gratuitamente, para revisão e *feedback* da comunidade;
- *Open Access* — as publicações científicas são acessíveis ao público;

- *Open Peer Review* — controle de qualidade transparente e compreensível, baseado na revisão de documentos e na discussão dos resultados da pesquisa;
- *Open Methodology* — disponibilização, livre e gratuitamente, dos documentos em que se detalham os métodos aplicados a todo o processo, mesmo que experimentais;
- *Open Educational Resources* — promoção de formações livres e gratuitas através de recursos pedagógicos também livres e gratuitos, como os *Massive Open Online Course (MOOC)*.

3.2 Aplicação em Arqueologia

Do acima exposto, subentende-se que a natureza digital é fulcral para estes conceitos e, pela sua especial capacidade para a transdisciplinaridade, a Arqueologia tem cada vez mais criado dados digitais.

O processo de escavação arqueológica é uma ação de investigação em que o investigador, o arqueólogo, destrói o contexto do seu objeto de estudo: a estratigrafia arqueológica. Por não ser passível de reconstituição, o registo arqueológico deve ser o mais completo e exaustivo possível e, assim, a utilização das novas formas de registo digitais permitidas pelos avanços tecnológicos que ajudam a complementar os métodos convencionais, aumentaram exponencialmente na última década. É cada vez mais comum os arqueólogos efetuarem prospeções geofísicas, gerarem ortoimagens e Modelos Digitais de Elevação a partir da fotogrametria, e prospectarem com recurso a levantamentos com *LiDAR*, entre muitos outros (Corns e R. Shaw, 2010).

Segundo a iniciativa *Open Science*, os dados de escavações arqueológicas, que são a base para a interpretação na disciplina, devem ser recolhidos em formato *raw* — ou seja, isentos de qualquer traço interpretativo — e, tendencialmente, em formatos abertos, segundo *standards* também abertos e com recurso a metadados. Os dados arqueológicos, do lado oposto à interpretação arqueológica que fundamentam, seriam posteriormente disponibilizados de forma gratuita e livre para futuras investigações e permitiriam a implementação de novos métodos para o cruzamento de informação e posteriores reinterpretações / reclassificações. Uma vez mais, sendo o processo de escavação arqueológica um método destrutivo de um objeto de estudo que é um bem público, a disponibilização dos dados do registo arqueológico de maneira que possam ser reutilizados e reinterpretados, parece não só ser fundamental, como que obrigatória para o futuro da disciplina. Segundo Stock et al. (2012), "in the process of conducting science, scientists typically search for existing related work already carried out by other scientists, in the hope that they will extend this research or develop unique work, without

duplicating what has already been done”(*ibid.*: p. 98).

Atualmente, muitos autores advogam que o uso de *Free and open-source software* (FOSS) é uma mudança de paradigma que tem muito para oferecer à Arqueologia, em geral (Whyte e Pryor, 2011; Lake, 2012; Ross et al., 2015; Kleijn et al., 2016b; Migliorini et al., 2017; Willmes et al., 2017).

Numa resolução de 2009, a Associação Europeia de Arqueólogos, em conjunto com algumas organizações nacionais, propôs a obrigatoriedade da publicação dos relatórios de trabalhos arqueológicos, apesar de se aceitar um período de embargo entre 5 a 10 anos (Costa et al., 2013). É importante notar que existe uma grande diferença entre dar acesso livre a registros escritos da investigação (por exemplo, artigos de Jornais Científicos) e dar acesso aos dados originais produzidos no decurso da investigação — por exemplo, levantamentos fotogramétricos, análises arqueométricas, etc (Lake, 2012; Crotty, 2012). Apesar de existirem algumas dificuldades e resistências derivadas da relutância em disponibilizar informação, tem-se avançado no sentido do acesso aberto aos relatórios, a chamada *grey literature*, e aos dados — um conjunto dialético fundamental para compreender os processos interpretativos arqueológicos.

Internacionalmente, vários projetos de investigação, mas também empresariais, surgiram nos últimos anos para dar resposta à crescente procura de disponibilização dos dados arqueológicos:

- Pluggy;
- UK Archaeology Data Service;
- Open Context;
- Digital Archaeological Record, etc.

Neste âmbito, é de destacar a postura do *Irish National Strategic Archaeological Research (INSTAR)*, através do projeto “Spatial Heritage & Archaeological Research Environment I.T. (SHARE IT)” que estuda o arquivamento, disponibilização e partilha dos dados, tendo concluído que “Spatial Data Infrastructures (SDI), specifically for archaeological and heritage landscape data would provide a possible solution”(Corns e R. Shaw, 2010: p. 1).

No entanto, para Mark Lake, as implicações das abordagens ao conhecimento chamadas *open* receberam pouca atenção da abordagem convencional à Arqueologia (quando comparadas com o foco dado pela Arqueologia Computacional ou outras aplicações ao Património Cultural) e existe ainda alguma falta de divulgação (Lake, 2012). Isto não significa que falem trabalhos de relevo, mas sim que

as publicações surgem maioritariamente em locais com maior probabilidade de serem encontradas por alguém que sabe o que procura — alguém que já está interessado nas referidas abordagens (Lake, 2012).

Para Costa et al. (2013), devemos abandonar a ideia de dados exclusivamente para os especialistas e aceitar que a informação também é para os políticos, para os gestores e, claro, para o público, em geral. Isto é aquilo que podemos designar de democratização dos dados arqueológicos. A democratização da produção e consumo de informação testemunha o crescente potencial para especialistas e não especialistas poderem comunicar o fruto da sua investigação a outros que são livres de a "consumirem" livremente¹ (Lake, 2012). A ligação entre especialistas e não especialistas criou modos inovadores de produzir conteúdos — incluindo a chamada *Citizen Science* (Haklay, 2011) e o *crowdsourcing* — e novas *interfaces* para experienciar e fazer sentido desses mesmos conteúdos (Lake, 2012).

Costa et al. (2013) identifica três modelos em que normalmente são disponibilizados os dados arqueológicos:

- conjuntos "vivos" — assim designados porque envolvem aplicações interativas e continuam a ser atualizados;
- conjuntos estáticos — semelhantes à ideia de um artigo que se publica e em que não se volta a mexer;
- *Linked Open Data* (LOD).

Para aqueles autores, o primeiro modelo, apesar de ser de fácil implementação, tem como dificuldades a escalabilidade e duplicabilidade, fazendo com que a preservação a longo prazo seja problemática. As implementações que seguem este modelo caracterizam-se, muitas vezes, por não permitirem o *download*, e os dados ficam restritos ao serviço *Web* em que foram publicados, impondo limites ao que um utilizador pode fazer (*ibid.*).

O segundo modelo é de implementação mais simples. A sua escalabilidade é linearmente dependente da dimensão dos conjuntos de dados e não da sua complexidade ou qualidade. Os formatos geralmente usados são altamente aceites e interoperáveis (*csv, xml, shp*). Mas o modelo carece

¹ No sentido de não terem de pagar pela informação e a poderem reutilizar livremente ou com poucas limitações (Lake, 2012).

de uma grande necessidade de documentação. A agregação de dados para análise além da sua escala original é dificultada pela estrutura interna e a heterogeneidade da sintaxe e da semântica (*ibid.*). Há uma grande proximidade entre os conjuntos de dados estáticos e os modos tradicionais de publicação (digital ou impressa), o que, em conjunto com as facilidades técnicas de implementação e a familiaridade com as formas de avaliação académicas tradicionais, tornam esta uma hipótese muito atrativa e popular (*ibid.*).

O terceiro modelo, é uma forma emergente de publicação. Utiliza URI (referências únicas) que são associadas a recursos que podem ser lidos por humanos e máquinas. Para terem esta capacidade, as bases de dados são mapeadas para ontologias com regras bem definidas (o melhor exemplo para o Património Cultural é o CIDOC-CRM). Estas bases de dados são facilmente distribuídas como ficheiros de texto, são altamente interoperáveis e permitem a utilização de técnicas inovadoras da *Web* semântica, porém, são de implementação significativamente mais difícil que os modelos anteriores (*ibid.*). Por estas razões, *Costa et al. (ibid.)* defende ser provável que, se prepararmos os dados de maneira que utilizem formatos abertos e estruturados, mais cedo ou mais tarde, alguém irá tentar usar LOD com eles.

Costa et al. (ibid.) define um conjunto de boas práticas para o acesso aberto em Arqueologia, que aqui se resume e acrescenta:

- interoperabilidade: é fundamental utilizar formatos abertos, que são independentes das plataformas escolhidas para consultar os dados;
- metadados: dados estruturados que descrevem um determinado conjunto de informações e são de presença obrigatória;
- aspetos legais: os mais complexos deste conjunto (*Costa et al. (ibid.)*) consideram que a maior parte dos investigadores parecem preferir licenças fechadas, por não saberem de que forma outros poderão reutilizar os seus dados, e, noutros casos, por não se aperceberem sequer da razão da necessidade de associar os seus dados a uma licença);
- outros problemas legais podem surgir do cruzamento entre dados fechados e dados abertos, e estes devem ser distinguidos;
- citabilidade dos dados: apesar de não ser fundamental, a associação de conjuntos de dados a identificadores digitais (DOI, por exemplo) permite que o investigador receba os devidos créditos académicos (*Sitek e Bertelmann, 2014; Willmes et al., 2017*).

4

Projeto

*It is in the movement across the gap between theory and practice,
between the general and the particular, that change is safeguarded.*

Hodder (2004: p. 5)

Os anteriores capítulos têm dois elementos em comum: o património e a tecnologia. As ramificações implícitas ao tema escolhido (a construção de uma plataforma colaborativa para o estudo do megalitismo) são tantas, que parte dos conteúdos apenas são levemente referidos e não são explanados em toda a sua grandeza, constrangimento inerente ao facto de se tratar de uma dissertação de mestrado. Era fundamental tentar abordar todas as ramificações porque as opções tecnológicas que se farão têm de ser fundamentadas, e uma opção errada pode ser castradora e provocar, involuntariamente, o futuro insucesso da plataforma. Assim, em termos arqueológicos, optou-se por não

desenvolver nenhuma particularidade do megalitismo, mas sim tentar “captar” os conceitos, as tipologias e a forma como os vários autores tendem a descrevê-los, para que se possa obter uma capacidade integradora da heterogeneidade do megalitismo do sudoeste peninsular. Este nunca será um processo que se dará por completo, mas pretende-se o início de algo: a construção das fundações para um projeto mais abrangente e integrador.

4.1 Objetivos e metodologia

O objetivo primordial deste trabalho é a construção de um portal auxiliar para o estudo e a divulgação do Megalitismo, segundo pressupostos teóricos, legais e tecnológicos atuais, mas com uma visão de futuro. Procura-se por isso contribuir para a democratização do conhecimento e permitir a interoperabilidade do mesmo, ou seja, facilitar a troca de conhecimentos independentemente de fronteiras físicas, barreiras linguísticas, etc. Enfim, seguir as recomendações das convenções internacionais, de forma adaptada aos princípios orientadores da *Open Science* (vd. *Open Science em Arqueologia*).

A Península Ibérica é uma área altamente variada, com diferenças ecológicas significativas entre regiões separadas por barreiras geográficas naturais. Isto levou a importantes diferenças regionais na evolução das sociedades pré-históricas e, obviamente, nas características dos monumentos megalíticos. Assim, o estudo do megalitismo nesta região, para alguns autores, requer uma abordagem regional (Scarre et al., 2003).

O sudoeste peninsular é o objetivo regional mais importante deste trabalho e corresponde às atuais áreas administrativas do sul de Portugal (Alentejo e Algarve) e do sudoeste de Espanha (Cáceres, Badajoz e oeste da região autónoma da Andaluzia). Esta divisão geográfica prende-se com a “tradição arqueológica” presente na bibliografia especializada de se considerar que o Megalitismo destas regiões estará de algum modo relacionado (Vasconcellos, 1897; Fernández et al., 1997; Scarre et al., 2003; Boaventura e Mataloto, 2013; Laporte e Bueno Ramírez, 2015; Cerrillo Cuenca e Prada Gallardo, 1996). Outros trabalhos demonstraram a ligação entre o Algarve e as regiões de Huelva e do Guadalquivir (Boaventura, 2009; Morán, 2004; Morán et al., 2007). A área de Estremadura foi “ignorada” pelas mesmas razões que na bibliografia: “esta exclusão foca-se, essencialmente, nas reconhecidas diferenças geomorfológicas e de cultura material existentes entre estes territórios” (Boaventura e Mataloto, 2013: p. 82).

Optou-se por estruturar a metodologia a partir de um caso de estudo controlado: o Alentejo.

Esta opção temática e geográfica não foi aleatória, mas, naturalmente, está relacionada com a própria experiência do autor na região (Rocha et al., 2013; Rocha e I. Santos, 2015; I. Santos e Rocha, 2015; I. Santos e Rocha, 2017, entre outros), embora também advenha do *know-how* e da tradição de trabalhos arqueológicos da Universidade de Évora neste domínio, sob a égide do Professor Doutor Jorge de Oliveira (Oliveira, 1995; Oliveira, 1990; Oliveira, 2000; Oliveira, 2003; Moitas et al., 2011, entre muitos outros) e da Professora Doutora Leonor Rocha (Rocha, 1997; Rocha, 1999b; Rocha, 2007; Rocha, 2010; Rocha, 2017, entre muitos outros) e, ainda, por ser uma das áreas mais prospetadas do território português.

Procurar-se-á utilizar outra região, dentro do sudoeste peninsular, como grupo de controlo, i.e., para verificar se a ferramenta se coaduna com os objetivos propostos e se pode albergar dados de outras áreas do sudoeste peninsular com as suas próprias especificidades. Só num momento ulterior, e se for possível, iremos progressivamente aplicar a mesma metodologia a todo o sudoeste peninsular.

A metodologia do projeto, radica na localização cartográfica dos monumentos e procura uniformizar a sua descrição, na forma e no conteúdo. Nesse sentido, partiu-se da recolha de conceitos para formar uma metodologia que permita a fusão de dados estruturados ou não, a (re-)classificação automática de múltiplas representações do fenómeno segundo *standards* internacionais e a preparação para a futura manutenção do projeto pela comunidade arqueológica e o público, em geral. Fruto da especificidade do tema, não se seguirá a aposta numa normal caracterização do fenómeno megalítico, mas sim do contexto científico, político e social em que o fenómeno atualmente se insere, sob um ponto de vista orientado para a implementação da IDE.

Propositadamente, houve uma tentativa de usar os vários sinónimos arqueológicos e as várias traduções possíveis para cada tipologia de monumento. O objetivo é demonstrar a riqueza dos termos existentes para um mesmo tipo e, assim, a necessidade não de uma uniformização ou padronização regulamentada, mas sim de uma *língua comum* que permita a interoperabilidade das bases de dados e lançar o estabelecimento de pontos de partida para outros estudos.

A presente dissertação debruça-se sobre a construção de um Atlas para o Megalitismo (funerário e não funerário) do Sudoeste Peninsular, e não inclui o chamado "megalitismo de grutas" (V. S. Gonçalves, 1978). Contudo, a metodologia, com as necessárias adaptações, poderia ser empregue a qualquer tipologia de sítio arqueológico. O projeto integra-se numa tendência de aplicação de TIG à Arqueologia que não é recente, mas incorpora práticas atuais. Seguirá as implementações sugeridas em *open science*, composta por ferramentas de *crowdsourcing* numa IDE que também podem ser clas-

sificadas de Humanidades Digitais, *Cultural Mapping* e *Linked Open Data*. O que é novo neste quadro é esta agregação interdisciplinar do conhecimento / acesso aberto, pressupondo meios informáticos simultaneamente sofisticados, flexíveis e semanticamente rigorosos.

O contexto teórico em que se insere o projeto é estimulado por políticas sociais e económicas que procuram desenvolver sociedades sustentáveis. Essas políticas são alicerçadas em impulsos de acesso aberto que procuram fomentar a democratização do conhecimento para os quais são necessárias várias iniciativas informáticas em *open source*.

A pertinência do tema escolhido deve-se à necessidade de gerir e preservar este património que se encontra maioritariamente isolado em propriedades rurais, mas também à capacidade de auxiliar a investigação e promover e preservar os monumentos (a partir das receitas do turismo). Como será descrito adiante, existem propostas com a mesma temática, mas nenhuma, que tenhamos encontrado, aplica uma abordagem semelhante ao Megalitismo.

4.2 Os dados existentes

Em Arqueologia, desde há muito tempo que se procuram integrar os vestígios da ação humana em tipologias, por vezes, restritivas. De uma forma extremamente simplificada, o objetivo primordial é facilitar o estudo e a comparação entre coleções para estabelecer cronologias, deduzir teorias, etc; porém, por várias razões, fruto da abstração e variabilidade do seu objeto de estudo (a ação humana), estas tipologias nem sempre funcionam da melhor forma e, por vezes, é difícil quantificar a quantidade e a variabilidade de tipologias associadas, principalmente no caso dos artefactos arqueológicos.

As bases de dados estatais existentes para a área do estudo de caso são "especializadas". As principais são o Portal do Arqueólogo (*Portal do Arqueólogo s.d.*) e o Sistema de Informação para o Património Arquitetónico (SIPA) (*Sistema de Informação para o Património Arquitectónico s.d.*).

O Portal do Arqueólogo é gerido pela tutela da Arqueologia portuguesa, a Direção-Geral do Património Cultural (DGPC). Este portal define-se por ser a ferramenta onde os arqueólogos efetuam pedidos de autorização de trabalhos arqueológicos, validam e atualizam a sua informação pessoal presente nos registos da instituição e, entre outras funcionalidades, têm acesso ao *Endovêlico*.

O SIPA, principalmente na sua ferramenta de pesquisa, apresenta alguns dos dados existentes para o Património Megalítico português: os monumentos classificados que são protegidos legalmente.

Sendo um repositório que tenta incluir toda a variabilidade tipológica de monumentos arquitetónicos, muitos dos seus campos não se coadunam com as especificidades de várias dessas tipologias individuais, como se verifica no caso dos fenómenos megalíticos. É assim natural que parte dos campos de registos individuais do megalitismo português esteja preenchida com longos textos descritivos. Uma vantagem, face ao Endovélico, é encontrar-se disponível o registo do autor da atualização e a data da ação, mas, em alguns casos, a informação está limitada a dados administrativos e da investigação associada ao processo de classificação, e passam-se anos com a indicação "em estudo" por razões desconhecidas ao utilizador.

Para além destas bases de dados, existem inúmeras outras "perdidas" numa plêiade de trabalhos e relatórios académicos. Importa ressaltar que, mesmo as bases de dados de trabalhos académicos focados no megalitismo, não são uniformes e seguem várias tipologias, para artefactos e sítios arqueológicos.

Na realidade, estes repositórios não estão adaptados à Ciência Aberta, tal como ela hoje se desenha.

Parte II

ESTADO DA ARTE

5

O desafio do inteligível: as problemáticas conceptuais no Megalitismo

A máxima "todos diferentes, todos iguais" aplica-se, para além da arquitectura, também às teias de significados – em cada monumento estabeleceu-se o mesmo tipo de relações especiais com a paisagem, de acordo com aquilo que o lugar é e tem; em cada um deles verifica-se um determinado conjunto de relações visuais, com outros sítios, mais ou menos distantes, com ou sem monumentos, que actuam como afirmação da sua própria identidade.

Alvim (2009: p.78)

5.1 Em busca de uma cultura pretérita

O conceito de Megalitismo encontra-se em vários dicionários, glossários e enciclopédias generalistas, mas também em obras especializadas e trabalhos académicos de Arqueologia e Pré-História. A definição do conceito é complexificada e moldada pela presença de regionalismos, posições teóricas, tradições académicas e mesmo opções científicas. Este capítulo pretende esboçar a problemática associada aos conceitos utilizados para o Megalitismo europeu e, assim, demonstrar a complexidade que lhe está associada.

A raiz epistemológica do conceito de Megalitismo (do grego *me-gas*, grande, e *lithos*, pedra) baseia-se, obviamente, nas dimensões da sua natureza pétreo e constitui a base clássica para a sua definição em qualquer momento explicativo. À medida que a evolução da investigação arqueológica resultou em novos dados, e a heterogeneidade e o polimorfismo intrínsecos ao fenómeno se destacaram, esta definição evoluiu e, em Arqueologia, utiliza-se agora apenas para introduzir um conceito de aparência simples, mas com muitas especificidades regionais. Apesar de tudo isto, é assumido por vários autores que o fenómeno cultural que despontou no megalitismo poderá ter-se iniciado por um período de utilização de materiais perecíveis, isoladamente, ou a combinação de pétreos e lenhosos (Darvill, 2010).

Como se pode verificar pelas diversas referências a estes monumentos nas Memórias Paroquiais de 1758 e noutros textos coevos e anteriores, ao longo dos tempos, estes monumentos terão constado na memória coletiva das populações locais, nas descrições dos viajantes e nos mitos dos crentes, entre outras manifestações.

Quer seja pela proeminência de alguns exemplares, quer pela dimensão de ortóstatos ou mesmo pela simples curiosidade derivada das possíveis funcionalidades da sua arquitetura e/ou artefactos associados, é certo que, desde a sua construção, houve diversas interações entre as comunidades e estes monumentos. Estas influências recíprocas partem, no mínimo, do estímulo ao imaginário coletivo das populações, adensam o registo arqueológico e dificultam / enriquecem as interpretações para além da heterogeneidade já subjacente ao próprio processo de construção e reutilização (localizações, matéria-prima, plantas, entre outras opções).

Segundo Leonor Rocha, os documentos do séc. XV transcritos por Gabriel Pereira e que descrevem monumentos megalíticos alentejanos que funcionariam como marcos de propriedade, são as mais antigas referências escritas ao megalitismo da região: "hua pedra da anta que está levantada

sobre pedras aadecima de ryo de moinhos na quall pedra da dita anta está feita hua cruz do aguyam, e dê s a dita anta como atravessa ho caminho que vay pera a córte da pedra direito a huns penedos gordos...”(Rocha, 2005 *apud* Pereira, 1887: p. 35).

Considera-se, geralmente, que é a partir do século XVI que desperta nas franjas ditas “intelectuais” da sociedade a curiosidade por este fenómeno cultural pré-histórico. Assim, ao longo dos séculos seguintes, esta curiosidade reflete-se na Arte (como, por exemplo, nas obras de Caspar David Friedrich), assim como em algumas referências em estudos, registos, intervenções, e proporcionou produção científica de monta nos finais do século XIX. Em Portugal, a segunda metade do séc. XIX foi especialmente profícua e culminou num encontro científico que deu a conhecer a Arqueologia portuguesa, os seus investigadores e os seus monumentos, e ainda permitiu a vinda dos mais notáveis especialistas estrangeiros da época ao país: “a realização, em 1880, do Congrè International d’Anthropologie et d’Archeologie Préhistoriques, ainda que centrado noutros temas, contribuiu, decisivamente, para a divulgação, a nível nacional e internacional, de alguns monumentos mais destacados, e para que se começasse a esboçar a noção de uma certa relevância do megalitismo português, no quadro europeu”(Rocha, 2005: p. 32). Aquela que é considerada uma das primeiras monografias europeias dedicadas ao Megalitismo, foi editada pela Comissão Geológica de Portugal, é da autoria de Pereira da Costa e também data deste mesmo período (Cardoso, 2007; Rocha, 2005).

Apesar da referida evolução, é já no século XX que se verifica um crescimento exponencial do número de estudos publicados, sendo o trabalho desenvolvido pelo casal Leisner, provavelmente, o exemplo máximo de uma tentativa de catalogação dos monumentos megalíticos da região de implementação do atlas aqui apresentado (Leisner, 1943).

5.2 Os conceitos

5.2.1 Megalitismo

me-ga-li-tis-mo

(megálito + -ismo)

substantivo masculino

1. Conjunto de monumentos pré-históricos construídos com a disposição de pedras de grandes dimensões, pouco ou nada desbastadas.
2. Cultura ou conjunto de manifestações associados a esses monumentos pré-históricos.

Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (s.d.)

O dicionário *online* Priberam (*ibid.*), que aqui tomamos como ponto de partida inicial, indica que o termo *Megalitismo* tem dois significados: por um lado, o conjunto dos monumentos *per se* e, por outro, a cultura ou o todo das manifestações que lhe estão associadas. O mesmo dicionário *online* lista as palavras que estão associadas a este conceito: megalítico, perafita, menir, trílito, cromeleque, dólmen, anta.

A versão simplificada do conceito também surge em várias obras especializadas como em *Images of the Past*, de T. D. Price e G. Feinman, que não definem este conceito em concreto, mas explicam o termo *megálito* como um monumento de pedra de grandes dimensões (Price e Feinman, 1997).

Estas definições, aparentemente simples, enquadram-se em complexas e intrincadas especificidades regionais. Paraphraseando V. S. Gonçalves, o *Megalitismo* é “um produto de um dado momento na evolução das estruturas simbólicas da Humanidade e, por ser comum a tão diversas sociedades, integra o património global, transcendendo culturas e civilizações” (V. S. Gonçalves, 1993: p. 462).

Rui Boaventura, numa visão concordante com a de V. S. Gonçalves, observa que “a expressão *Megalitismo* tem vindo a ser utilizada com múltiplos significados” (Boaventura, 2009: p.12), o que poderá prejudicar tentativas de estudo abrangentes e supra-locais como aquela que aqui se propõe. Para R. Boaventura, o termo *megalítico* é mais comum no âmbito franco-ibérico, “sendo pouco utilizada no mundo académico anglo-saxão definindo-se aquelas práticas como ‘mortuary practices’ associadas a ‘chambered’ ou ‘collective tombs’ megalíticas e de outros tipos” (*ibid.*: p.12). É curiosa a perspectiva de C. Renfrew no seu texto de 1967 que, nas palavras de R. Boaventura, “recordava a expressão alemã, algo pejorativa, ‘Megalithismus’ para criticar visões abrangentes mas limitadas apenas a algumas das

características mais megalíticas do fenómeno, esquecendo a importância das leituras dos contextos locais [...] contudo, reconhecia que a expressão espanhola 'Megalithismo' (idêntica à expressão portuguesa Megalitismo), não tinha o mesmo cariz negativo" (Boaventura, 2009: p. 12).

Para Paulo Figueiredo, o Megalitismo é um "fenómeno muito comum na pré-história recente da Europa, consistindo na utilização de sepulturas colectivas de tipo megalítico" (Figueiredo, 2004: p. 172) e associa estas sepulturas ao que designa como período Megalítico que "corresponde, grosseiramente, ao terceiro milénio a. C." (*ibid.*: p. 172) e à *Cultura Megalítica*. Outros autores, como, por exemplo, Manuel Calado (Calado, 2004: p. 20), também utilizam o termo *Cultura Megalítica* para o Megalitismo europeu e regional, porém, importa salientar que, internacionalmente, alguns investigadores como Kipfer (2000) conferem exclusividade do termo *Cultura Megalítica* à Idade do Ferro na Índia (*ibid.*).

Segundo Gonzalo Águila Escobar, o conceito de Megalitismo é específico de Arqueologia e terá sido adotado no Congresso Internacional de Antropologia de Paris (1867) e designa todo o conjunto de megálitos e todas as manifestações que lhe são associadas em diferentes partes do mundo (Águila Escobar, 2005). Barbara Kipfer, especifica que se aplica principalmente ao contexto europeu (mais especificamente, norte e ocidente), mas que também surgem monumentos megalíticos em diversas zonas da Ásia, Oceania e África (Kipfer, 2000).

Na obra intitulada *Dictionary of Archaeology*, Ruth Whitehouse parte da definição clássica e acrescenta que, geralmente, o conceito aplica-se às estruturas feitas de lajes pétreas de grandes dimensões, mas também a monumentos que não recorrem a elementos com as mesmas características, constituídos por madeira, por exemplo, mas são tipologicamente semelhantes aqueles (Whitehouse, 1983). Segundo esta autora, incluem-se neste conceito: *chamber tombs, menhirs, stone circles* e *alignments*.

Na mais recente obra de referência da arqueologia portuguesa, o Dicionário de Arqueologia Portuguesa, não é definido especificamente o conceito de *Megalitismo*, mas sim *Megalitismo funerário do território português*. Cardoso (2012c), aborda apenas antas e dólmenes porque considera que as sepulturas de falsa cúpula não são, na generalidade, megalíticas. Relativamente ao *Megalitismo*, em geral, não é dada uma explicitação clara e breve (ainda que pudesse ser incompleta) do seu significado e opta-se por uma definição enciclopédica que contextualiza as teorias interpretativas na história da disciplina e que serão abordadas noutras secções.

C. Renfrew e P. Bahn, na obra *Archaeology: Theories, Methods and Practice*, que é considerado um dos mais importantes manuais de arqueologia ao nível mundial, não definem concretamente o termo

Megalitismo, mas sim *monumentos megalíticos*. Segundo aqueles autores, estes monumentos consistem em pedras dispostas de modo a formarem uma câmara simples, que pode ser grande, enterrada sobre um monte de terra, com entrada lateral e um corredor de acesso longo (Renfrew e Bahn, 2004: p. 498). Nestes monumentos, podem encontrar-se artefactos e restos osteológicos humanos (*ibid.*: p. 498). Em suma, estes autores definem apenas os monumentos megalíticos funerários.

Por outro lado, Ian Shaw e Robert Jameson, desenvolvem a sua definição de *Megalitismo* indicando que o conceito é aplicado a qualquer monumento que use blocos pétreos de grande dimensão e, geralmente, disformes — apesar de, segundo assumem, a terra, pedra seca e madeira serem materiais subsidiários. Estes autores advertem que existem duas expressões chave no *Megalitismo*: “tomb-building in the Neolithic [...] and the erection of ceremonial monuments in the Neolithic and the Bronze Age” (I. Shaw e Jameson, 2008: p. 390).

Esta é uma visão semelhante à constante em Fernández et al. (1997), segundo a qual *Megalitismo* emprega-se genericamente para designar aquelas construções antigas, de diferentes partes do mundo, em que se utilizam grandes blocos de pedra. Na definição presente neste dicionário, reconhecem-se três categorias de monumentos: sepulcros coletivos (dólmenes de diversos tipos), alinhamentos (*cromlech*, *hengés*) e simples menires.

Adensando a definição de *Megalitismo*, V. S. Gonçalves (1978) propõe vários sentidos para a palavra *megalítico*:

1. “monumento funerário, individual ou colectivo”;
2. “monumentos de simbologia relacionada implícita ou explicitamente com a fecundidade mas de morfologia idêntica: menhires isolados e cromlechs”;
3. “conjunto organizado de ritos transcrevendo uma opção mítica com prescrições bem diferenciadas: enterramentos em certo tipo de monumentos, importância da Deusa-Mãe e da placa de xisto que apresenta, definição da colecção de oferendas votivas, tumulações e retumulações, papel da fecundidade”;
4. “povoado pertencente aos construtores de megálitos”;
5. “povo ou povos (ou melhor: comunidades) de pastores-agricultores unidos por ritos comuns”;
6. “conjunto de materiais próprios destes últimos”;

5.2.2 Menir / Menhir

me-nir

substantivo masculino

Monumento megalítico que consta de uma pedra fixada verticalmente no solo.

Palavras relacionadas: menhir, cromeleque.

Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (s.d.)

Este será, provavelmente, o mais simples, por definição, dos monumentos megalíticos (Moorti, 2007; Fernández et al., 1997) e, por essa razão, a sua explicação mais elementar em Arqueologia, coincide com a encontrada nos dicionários generalistas.

Em termos cronológicos, Pedro Alvim, indica que, "em território português, padeceram de indefinição cronológica até à segunda metade do século XX" (Alvim, 2009: p.26) e caracterizam-se por serem maioritariamente pré-históricos, com vários exemplos proto-históricos de destaque (Kipfer, 2000; Calado, 2004; Alvim, 2009).

A definição mais simples define *menir* como um "monumento megalítico que consiste en una piedra larga hincada verticalmente en el suelo" (Águila Escobar, 2005: p. 498).

Numa tese de doutoramento dedicada aos Menires do Alentejo Central, Manuel Calado, descreve *menires* como sendo "constituídos por blocos sem qualquer afeiçoamento aparente, sendo facilmente confundidos com ocorrências naturais, relativamente abundantes nas paisagens graníticas da região" (Calado, 2004: p. 15), na sua maioria encontrando-se tombados e em menor número que outras tipologias, como as antas ou dólmenes (*ibid.*). Esta definição é semelhante à apresentada por Fernández et al. (1997) que descreve como "un gran bloque de piedra, alargado, en estado natural o parcialmente regularizado, colocado verticalmente sobre el suelo" (*ibid.*: p. 208), indicando uma concentração na área da Bretanha onde se identifica aquele que terá sido o maior menir de que há registo (Locmariaquer) e acrescenta que os maiores conhecidos *in situ* alcançam os 10m e muitos têm decorações gravadas ou esculpidas (*ibid.*: p. 208).

Manuel Calado defende que, para os estudiosos do Megalitismo, os *menires* "sempre foram considerados mais problemáticos do que os dólmenes, quanto ao potencial informativo global e, em parte por isso mesmo, muito mais difíceis de 'arrumar' em termos cronológicos e funcionais" (Calado, 2004: p. 15). Esta é uma visão concordante com a de Victor S. Gonçalves que os adjectiva mesmo como controversos.

Tipologicamente, segundo V. S. Gonçalves, os *menires* classificam-se em três categorias (V. S. Gonçalves, 1993: p. 486):

1. simples pedras levantadas;
2. pedras afeixoadas pelo simples boleamento das arestas;
3. menires fálicos.

Este autor, apresenta ainda várias explicações para a sua existência (*ibid.*: p. 488):

1. a fecundidade — que considera não ser aceitável para todos os menires;
2. a marcação territorial;
3. orientação na paisagem;
4. lugares de culto;
5. observação astronómica.

Cardoso (2012d), define *menir* como “megálitos de características não funerárias [...] colocados originalmente ao alto, isolados ou agrupados, formando neste último caso cromeleques, implantados em zonas planas ou em pequenos cabeços e com distribuição por todo o território português, com especial incidência no Alentejo Central” (*ibid.*: p. 215). Em termos cronológicos, o autor considera que não existem ainda provas suficientes para considerar qualquer datação em concreto apesar de se atribuir, genericamente a todo o Neolítico. Estes monumentos, “poderiam constituir lugares de reunião de populações de origem comum, normalmente dispersas por vastos territórios, onde praticariam a agricultura e a pastorícia, ainda de marcada mobilidade” (*ibid.*: p. 215).

Em obras anglo-saxónicas como a *Encyclopedia of Archaeology*, U. S. Moorti, indica que consistem apenas num único monólito que, por vezes, se encontra perto de áreas de enterramento, memória ou comemorativas. Estas podem ou não estar associadas a contextos funerários e variam na sua dimensão. Os menires, quando agrupados, em plano, podem formar alinhamentos ou outras formas (Moorti, 2007).

Barbara Kipfer, define *menir* como uma pedra cravada verticalmente. Esta autora indica que, esta tipologia megalítica existe em todos os locais do mundo onde se registam também outros monumentos megalíticos, mas que são mais comuns na pré-história europeia. Surgem isolados ou em

grupos, formando alinhamentos ou círculos. A autora acrescenta ainda que os exemplares com características antropomórficas são conhecidos por estátua-menir. (Kipfer, 2000)

5.2.3 Mamoa / *Tumulus*

ma·mo·a | ô |

(latim mamula, diminutivo de mamma, -ae, mama)

substantivo feminino

1. Montículo arredondado. = MAMELÃO, MAMILÃO
2. [Arqueologia] Montículo artificial de origem pré-histórica.
3. [Portugal, Informal] Mama grande. = MAMONA
4. [Botânica] Fruto do mamoeiro. = MAMÃO

Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (s.d.)

Para L. Vasconcelos, *tumulus* "é palavra latina, e significa originariamente «eminência de terra», tem o mesmo radical que o verbo tumere, «estar inchado»" (Vasconcellos, 1897: p. 248).

Segundo Victor S. Gonçalves, mamoa ou *tumulus* é um dos componentes das antas que são usados na construção do monumento, "como rampa para arraste dos ortóstatos" (V. S. Gonçalves, 1993: p. 463) e usados "no sentido de recobrir totalmente o monumento, protegendo-o" (*ibid.*: p. 463). Têm dimensão variável e são geralmente construídos "com terra e anéis de pedra, estas últimas destinadas a evitar o escorregamento da terra e o descarnamento precoce do monumento" (*ibid.*: p. 463).

M. Calado, descreve esta tipologia como "restos de construções tumulares, mais ou menos bem conservadas, que não aparentam estruturas pétreas, quer por, efectivamente, estas nunca tenham existido, quer por terem sido retiradas, quer ainda por se encontrarem, eventualmente, soterradas" (Calado, 2004: p.38).

Paulo Figueiredo define *tumulus* como "o mesmo que mamoa", ou seja, a "acumulação de terra ou pedras em cima de uma sepultura, normalmente colectiva" e acrescenta que "os dólmenes estavam geralmente enterrados debaixo de um *tumulus*" (Figueiredo, 2004: p. 252). E descreve mamoa como "construção de forma hemisférica, normalmente composta por terra e pedras, que cobre os monumentos funerários de tipo megalítico" (*ibid.*: p. 170).

No Dicionário de Arqueologia Portuguesa, Alarcão e Barroca (2012), indica que é o mesmo que mamoa e remete para essa definição, caricatamente inexistente na obra, e define *tumulus* como

“montículo de terra, por vezes com abundância de pedras, que cobria uma sepultura ou conjunto de sepulturas” (*ibid.*: p. 340).

Não existe nenhuma definição de *mamoa* no *Diccionario de Prehistoria*, mas surge o sinónimo arqueológico *túmulo* como “acumulación artificial de tierra y/o piedras, que se levanta sobre una o varias tumbas [...] frecuentes a lo largo de la Prehistoria en diferentes contextos culturales”, mas que o autor assinala existirem também na Proto-História (Fernández et al., 1997: p. 343).

5.2.4 Cista

Fernández et al. (*ibid.*), define cista como uma palavra de origem latina que significa cesta ou cofre “que sirve para designar una caja funeraria cuadrangular, constituida por cuatro piedras laterales y una superior a modo de tapa y a veces otra en el fondo” (*ibid.*: p. 85).

Scarre et al. (2003), descreve as cistas indicando que “they vary in design from rectangular box-like structures consisting of four side-slabs and a cover-stone, to less regular chambers with uprights and (in most cases) a roof formed either by a single slab or — more rarely — a rudimentary corbelled vault” (*ibid.*: p. 77). Segundo este autor, a característica comum é o seu pequeno tamanho e a sua natureza fechada (*ibid.*).

O termo, no Dicionário de Arqueologia Portuguesa é definido por Raquel Vilaça como “Estrutura funerária de planda [planta] quadrada, rectangular ou trapezoidal, construída por quatro ou mais lajes colocadas verticalmente, que seria tapada por uma outra laje, ou várias, constituindo-se numa espécie de caixa”, de dimensões variáveis, podem ser “enterradas no solo ou inseridas num *tumulus* ou mamoa” (Vilaça, 2012: p. 111). Esta autora acrescenta ainda que se podem encontrar integradas em “dólmenes, grutas, ou até mesmo povoados” (*ibid.*: p. 111).

5.2.5 Sepulturas megalíticas, protomegalíticas ou submegalíticas

Estes conceitos parecem ser específicos de Portugal, surgindo noutros países apenas a referência a cistas, muitas vezes consideradas a base dos modelos evolutivos mais comuns, do simples para o complexo, tal como as sepulturas protomegalíticas em Portugal.

Leonor Rocha, na sua tese de doutoramento, indica que sepulturas megalíticas, protomegalíticas ou submegalíticas, são sinónimos e representam uma tipologia de monumentos que varia entre

plantas quadradas e arredondadas (alongadas ou não). Esta autora verificou na bibliografia um esquema binário que separa as antas destas estruturas, o qual mantém, pois "de uma forma ou de outra e com diferentes designações, [se] têm mantido, desde Vergílio Correia: as sepulturas megalíticas, de dimensões reduzidas e que parecem conter, basicamente, enterramentos individuais, e as antas, de maiores dimensões e que correspondem, por definição, a enterramentos colectivos" (Rocha, 2005: p.119).

Para M. Calado, estes conceitos definem "estruturas funerárias cuja escala, sobretudo em termos de alçado, as distingue [das antas], sem implicar, portanto, nenhuma posição cronológica" (Calado, 2004: p.38). É de salientar que Manuel Calado assume a possibilidade de ter incluído neste conjunto alguns monumentos que serão, provavelmente, de distintas cronologias e que por falta de dados não foi possível distinguir na sua tese (*ibid.*).

Este conceito está ainda mal caracterizado cronometricamente de forma absoluta (Boaventura, 2009).

5.2.6 Anta / Dólmen

an·ta

(latim *antae*, -arum, pilastras das portas, contrafortes)

substantivo feminino

1. [Arqueologia] Monumento megalítico funerário, datados da Idade Neolítica e da Idade do Bronze, caracterizado por duas ou mais grandes pedras verticais a sustentar uma grande pedra horizontal, formando uma câmara sepulcral. = ARCA, DÓLMEN, ORCA

2. [Arquitetura] Pilastra angular ou pedra faceada posta no ângulo da parede de um edifício.

Palavras relacionadas: dólmen, antar, mamola, trílito, arcainha, antado, antinha.

an·ta

(árabe *lamt*, antílope)

substantivo feminino

1. [Zoologia] Animal mamífero perissodáctilo da família dos tapirídeos, de grande porte, tromba flexível e preênsil e pelagem acastanhada. = TAPIR

2. Pele deste animal.

Palavras relacionadas: tapir, antar, antado, antinha, capoava, antaxuré, arcainha.

Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (s.d.)

Segundo o dicionário Priberam, *anta* tem vários significados e duas origens distintas. No caso do seu significado arqueológico, este dicionário *online* apresenta como palavras relacionadas: dólmen, antar, mamola, trílito, arcainha, antado, antinha (*ibid.*). Destes, *antar*, está diretamente relacionado com o significado zoológico da palavra, comum no Brasil, porém, todos os outros significados estão relacionados com o Megalitismo e são, de certo modo, sinónimos de *anta*.

Segundo José Leite de Vasconcelos, a palavra *anta* deriva da latina *antae* (Vasconcellos, 1897: p. 26) que identifica um elemento arquitetónico de período romano¹. Este autor indica que já Viterbo, no séc. XVIII, teria proposto *antae* como étimo de *anta* (*ibid.*: p. 26) e aponta referências para a utilização

¹ "a short wall at a right angle to the long walls of a classical temple's cella" (Kipfer, 2000: p. 25)

do termo noutras regiões europeias, principalmente na vizinha *Hespanha*². Curiosamente, no decurso do tempo que nos separa da publicação da obra de Leite de Vasconcelos, o termo *anta* terá caído em desuso na maior parte das regiões de Espanha, mantendo-se apenas na Galiza (*megalitos.es* 2018; Águila Escobar, 2005).

J. L. de Vasconcelos, propõe ainda que "a metáfora que levou o povo a considerar os túmulos prehistoricos como antae (que é um termo de architectura), levou-o posteriormente a considerá-los como padrões, fornos, casas, etc." (*Vasconcellos, 1897*: p. 26) e lista a toponímia associada a estes monumentos como "antas ou arcas ou orcas" (*ibid.*: p. 252), alguns dos quais ainda hoje se mantêm. Relativamente ao termo *dólmen*, indica que esta é uma palavra "puramente litteraria e não de uso popular, é neo-celtica e moderna, significando «mesa de pedra»" (*ibid.*: p. 249). Denota ainda que em França não se encontraram provas do emprego desta palavra antes do séc. XVIII, quando também terá passado para Portugal e que aí prevaleceu, assim como noutros países (*ibid.*: p. 252).

Victor S. Gonçalves, define *anta* pela sua composição em (1) *tumulus* ou mamoa, (2) câmara e, geralmente, (3) corredor (*V. S. Gonçalves, 1993*: p. 463). O autor define câmara como tendo uma planta circular ou trapezoidal, dependendo da planta formada pelos seus componentes, os ortóstatos ou esteios, e coberta por uma grande pedra horizontal, o chapéu (*ibid.*: p. 463). Por último, o corredor, que não está presente em todos os monumentos e apresenta uma altura inferior à da câmara. A extensão desta componente é variável e coberta por "várias tampas monolíticas e pela estrutura tumular" (*ibid.*: p. 463).

Rui Boaventura, no que lhe concerne, assume que o termo *anta* será preferencial e é sinónimo de *dólmen* (*Boaventura, 2009*: p.15). Esta assunção é fundamentada em vários aspetos: baseando-se no dicionário Houaiss, indica que "dólmen (dolmin ou dolmen) resultou de «uma transcrição inexacta, feita pelo arqueólogo francês Latour d'Auvergne, do cónico tolmen», admitindo-se que será menos provável «a hipótese de uma formação directa, com base no bretão tol, taol 'mesa' + mean, men 'pedra'»" (*ibid.*: p.15). Ao invés, *anta*, segundo a citação do autor a partir do mesmo dicionário, associa-se a "«pilastras ou colunas na frontaria de um edifício, [normalmente templos], encravadas em parte na parede e colocadas aos lados das portas» e, posteriormente, associa-se a «espécie de marco de terra que se erguia diante de castelos ou povoações»" (*ibid.*: p.15).

M. Calado, indica que o termo Anta se encontra muito generalizado no Sul de Portugal e foi,

² José Leite de Vasconcelos nomeia a Galiza, Zamora, Almeria, Valladolid e Valência (*Vasconcellos, 1897*).

frequentemente, usado "tanto para referir os monumentos de maiores dimensões, como as pequenas sepulturas, que outros designam como proto-megalíticas"(Calado, 2004: p.38). Este autor concretizou uma divisão simplificada das estruturas aqui analisadas, assumindo que "com a dificuldade de, com os dados disponíveis, classificar, com mais detalhe, uma boa parte dos monumentos", optou por "um modelo teórico, aparentemente aplicável noutros contextos do megalitismo funerário europeu, em que, mais do que a geometria da planta dos monumentos, se valoriza o modo como se presume que funcionaram (Barrett, 1988; Bradley, 1998: 62; Cooney, 2000: 16), permitindo ou não o acesso dos vivos ao espaço funerário"(*ibid.*: p.38). Assim, naquele estudo, o "termo anta foi reservado exclusivamente para os monumentos cujo alçado comportaria, presumivelmente, o acesso repetido"(*ibid.*: p.38), com ou sem corredor.

Esta visão é secundada por João Santos que, na sua tese de Mestrado dedicada à Anta Grande do Zambujeiro, indica que os conceitos em análise são sinónimos e indistintos: "os diversos modelos de antas podem ser agrupados em dois tipos arquitectónicos principais: os dólmenes de corredor, caracterizados pela existência de uma câmara poligonal à qual se acede por um corredor rebaixado em relação ao espaço funerário, de dimensão variável, resguardados por uma mamoa de pedra e terra, sendo o tipo mais comum na Península Ibérica; e os monumentos funerários sem corredor, de planta arredondada ou alongada, igualmente encobertos por tumulus"(J. Santos, 2009: p. 25).

Paulo Figueiredo na sua obra "Dicionário de Termos Arqueológicos", na entrada correspondente a *anta* remete para *dólmen*. No entanto, descreve *anta* como um "sepulcro megalítico destinado a enterramentos colectivos, normalmente constituído por uma câmara e corredor"(Figueiredo, 2004: p. 17) e que se constitui "por pedras verticais (esteios) colocadas em círculo, às quais se sobrepõe outra pedra (mesa, tampa ou chapéu) [e tem] planta circular simples ou com galeria, no extremo da qual existe a entrada, voltada normalmente para a nascente"(*ibid.*: p. 17).

Para Figueiredo (*ibid.*), *dólmen* é um "vocábulo usado internacionalmente para designar um tipo de construção pré-histórica de carácter sepulcral que, por extensão, designa simultaneamente toda uma cultura: cultura dolménica ou megalítica"(*ibid.*: p. 90). O seu uso deriva da "grande importância das teorias celtistas no séc. XVIII, que consideravam tais monumentos obras dos druidas ou sacerdotes celtas"(*ibid.*: p. 90). A estrutura é "uma construção sepulcral para inumações colectivas, constituídas por uma câmara formada por grandes esteios e fechada superiormente por lajes horizontais e debaixo de um túmulo de terra"(*ibid.*: p. 90); as plantas "são de forma variada: rectangulares, quadrangulares ou poligonais, tendo-se conservado o nome de dólmenes para os monumentos mais simples, constituídos por uma simples câmara"(*ibid.*: p. 90). Geograficamente, "aparecem em gran-

des áreas do antigo continente, alcançando pelo Oriente os territórios da Índia e Indochina; porém o seu aparecimento mais antigo tem lugar por todo o Mediterrâneo e, mais especialmente, no Ocidente da Europa” (Figueiredo, 2004: p. 90). Este autor descreve estes monumentos como sendo a manifestação de uma cultura: a “cultura doménica ou megalítica” que se encontra no Sul de Portugal e territórios da Andaluzia que teria uma “série de ideias religiosas e de elaborados cultos funerários baseados na existência de uma divindade funerária feminina” (*ibid.*: p. 90).

No Dicionário de Arqueologia Portuguesa, Barroca (2012) define *Anta* no seu sentido arquitetónico clássico: “a secção de muro que arranca das paredes leste e/ou oeste de um templo e define o início das suas naves (central e laterais) antes do arranque dos arcos formeiros” (*ibid.*: p. 30). Relativamente ao seu sentido associado ao monumento pré-histórico, indica apenas que esta é uma designação comum de um “certo tipo de monumento megalítico” (*ibid.*: p. 30) e remete para “Megalitismo funerário do território português”. Neste dicionário especializado não existe uma entrada para *Dólmen*, não obstante, existe uma entrada para *Galeria Coberta* a que se atribui o significado de “dólmen caracterizado pela ausência de diferenciação entre a câmara e o corredor, também por isso designado de corredor e câmara indiferenciados” (Cardoso, 2012b: p. 170), considerados pouco comuns em Portugal e como uma fase evoluída das construções megalíticas (*ibid.*).

Como refere R. Boaventura, “com o avanço da investigação e a consciência da complexidade do fenómeno funerário nas várias regiões, a designação ‘dolmen’ é usada de formas díspares, tendo caído em desuso nas ilhas britânicas [...] ou ganhou novos significados — por exemplo em França, abrangendo as estruturas funerárias verdadeiramente megalíticas, aquelas parcial ou totalmente de pedra seca com cúpula ou, inclusive, aquelas construídas com madeira” (Boaventura, 2009: p.15), enquanto a “designação terá sido adoptada em Portugal pelo meio académico, pelo menos desde o século XVIII (Vasconcelos, 1897), provavelmente no intuito de normalização e adequação ao implantado e mais desenvolvido discurso científico europeu setentrional” (*ibid.*: p.15).

Na obra *Encyclopedia of Archaeology*, U.S. Moorti descreve *dólmen* como uma única laje pétrea suportada por vários ortóstatos, construídos de modo a fechar um espaço ou câmara debaixo de uma cobertura. Esta estrutura pode ou não ser coberta por um “barrow” ou “cairn” e ter ou não um vão de acesso (Moorti, 2007).

Barbara Kipfer, indica que *anta* é um termo usado para “chambered tomb” em Portugal e descreve *Chamber Tomb* como um túmulo pré-histórico, normalmente de construção megalítica, que continha uma grande câmara sepulcral. Estes monumentos terão sido construídos em várias partes do

mundo, em diferentes períodos, e descreve as variedades europeias como: "court cairn, dolmen, entrance grave, gallery grave, giants' grave, hunebed, passage grave, portal dolmen, tholos, transepted gallery grave, and wedge-shaped gallery grave" (Kipfer, 2000: p. 105). Esta autora, descreve *dólmen* como sendo um termo antigo para o qual são conhecidos significados distintos:

- especialmente em França, designaria uma sepultura megalítica com ortóstatos e cobertura (chapeú) ou mesmo para sepulturas megalíticas, em geral;
- na literatura arqueológica inglesa a designação é utilizada para sepulturas cuja planta original não pode ser determinada, ou sepulcros que não se integram nas tipologias especializadas;
- é também utilizado para galerias megalíticas relativamente pequenas, como as *dysser* da Escandinávia;
- para sepulcros megalíticos do Oeste da China que têm várias variantes.

Na tese de Gonzalo Águila Escobar, "Estudio lingüístico y glossario de los términos especializados de la Arqueología", este autor referencia uma tabela em que surge a designação *anta* como sendo um termo em utilização em Espanha, mas não o define. Surge, no entanto, aquilo que foi identificado, por Barbara Kipfer, como o sinónimo anglófono de *anta*: "tumba de cámara". Estes monumentos são descritos como "tumba construída con losas, frecuentemente de construcción megalítica, utilizada como cripta para enterramientos sucesivos, durante un largo período de tiempo" e o autor reporta a origem desta definição para o *Diccionario de Arqueología* (Águila Escobar, 2005). Por outro lado, define *dólmen* como sendo um vocábulo introduzido em Espanha por Legran de Aussy no início do século XIX. O mesmo autor refere que a *Real Academia de la Lengua Española* define *dólmen* como "monumento megalítico en forma de mesa, compuesto de una o más lajas colocadas de plano sobre dos o más piedras verticales" (*ibid.*) e que o *Diccionario de Arqueología* indica ser um termo em desuso que se emprega para designar qualquer tipologia de sepulcro megalítico, quando a planta não pode ser identificada ou não possui um tipo identificável (*ibid.*).

Na *Encyclopedia of Global Archaeology*, apesar de não existir nenhuma entrada para o Megalitismo, em geral, existem entradas referentes a arqueólogos portugueses e que, quando é descrito o seu trabalho, é apresentado como tendo sido aplicado a "passage graves" (Smith, 2014: p. 4218). Esta definição é coincidente com outras referências bibliográficas, que surgem na bibliografia anglófona referente a Portugal (Scarre et al., 2003; Laporte e Bueno Ramírez, 2015), e podem ser disruptivas da indicada por Barbara Kipfer (Kipfer, 2000).

A definição de *dólmen* que consta em Fernández et al. (1997) é concordante com as anteriores, mas acrescenta que é sinónimo de *anta* em Portugal e *mámoa* na Galiza, que “son monumentos megalíticos destinados a enterramientos colectivos, constituídos por una cámara funeraria, realizada con grandes piedras verticales (ortostato), que suportan geralmente, losas que sirven de cubierta (algunas pudieron ser de madera)” (*ibid.*: p. 207). Esta estrutura estava coberta por um grande *tumulus*, realizado com uma ordenada disposição concêntrica de anéis de pedras e terra que atuavam como contraforte. Cronologicamente, este autor, atribui estes monumentos ao Neolítico Final, a todo o Calcolítico e admite utilizações posteriores.

Existem três modelos básicos:

- simples, apenas uma câmara coberta por um *tumulus* (cista megalítica);
- de galeria coberta, um tipo peculiar, cuja câmara é alargada a modo de corredor;
- de corredor, flanqueada por ortóstatos desde o exterior do túmulo até à câmara — uma variante desta tipologia é o denominado *tholos* com câmara perfeitamente circular (por vezes em alvenaria) e coberta com falsa abóbada.

A estes três modelos básicos há que juntar numerosas variantes regionais como os dólmenes com vestíbulo, vários corredores e câmaras, câmaras compartimentadas, corredores segmentados com pedras simples ou perfuradas.

5.2.7 *Tholoi* / Sepulturas de falsa cúpula

Para V. S. Gonçalves, *tholoi*, que é um termo incomum nos dicionários e enciclopédias generalistas designa uma tipologia de monumento que integra “quase todos os componentes essenciais das antas [:] câmara, corredor, *tumulus* ou *mamoá*” (V. S. Gonçalves, 1993: p. 467), mas que diferem daquelas pela sua técnica de construção. Os *tholoi* são edificados “usando pequenas lajes de xisto (para a cúpula), revestimentos de lajes subrectangulares na câmara, pavimentos, corredores tipo muro ou de esteios ou, ainda, mistos” (*ibid.*: p. 463). Devemos ressaltar, que, como indica V. S. Gonçalves, os monumentos portugueses não partilham das características dos homónimos cretenses que inspiraram a sua designação (*ibid.*: p. 463).

De forma não tão descritiva, todos os autores consultados partilham desta descrição (Calado, 2004; A. C. Sousa, 2010; J. Santos, 2009). M. Calado acrescenta que as “sepulturas de falsa cúpula, ou

tholoi, [são] geralmente de difícil detecção” (Calado, 2004: p. 38).

Gonzalo Águila Escobar descreve que, na bibliografia especializada, se destaca o seu carácter funerário e define-se como um edifício circular com cobertura de cúpula em princípio falsa, cónica ou troncónica para o exterior com câmara igualmente circular rodeada por colunas (Águila Escobar, 2005).

Alarcão e Barroca (2012), definem *Tholos* na sua vertente clássica e indicam que “o nome também se aplica a monumentos funerários pré-históricos” (*ibid.*: p. 333), remetendo para “Alcalar”. No entanto, nesta mesma obra, é atribuído um significado a *sepulturas de falsa cúpula* indicando que este termo é “conotado exclusivamente com as sepulturas do tipo tholos [...] cuja característica é a existência de uma câmara constituída por muro de alvenaria, a partir do qual arrancava a cobertura, feita de elementos lajiformes sucessivamente ultrapassados, com a forma de um semielipsoide de revolução” (Cardoso, 2012a: p. 155). O autor acrescenta que esta técnica construtiva, conhecida a partir do início do III milénio a.C., não é exclusiva dos *tholoi* pois surge também em monumentos megalíticos e grutas artificiais (*ibid.*).

5.3 Distribuição geográfica e caracterização

Segundo Fernández et al. (1997), à exceção da costa de Tarragona a Murcia, o megalitismo ocorre em toda a P.I. com concentração na zona meridional ou andaluza e ocidente.

5.3.1 O Sudoeste Peninsular

A vida e a morte entrecruzam-se no quotidiano, criando dinâmicas sociais únicas, onde o rito se conforma com o hábito. Todavia, estamos longe de conseguir ler e perspectivar no tempo, com a minúcia necessária, este quotidiano onde se movimentavam vivos e deslocavam os mortos.

Boaventura e Mataloto (2013: p. 84)



Figura 5.1: O sudoeste da Península Ibérica tal como foi reconhecido na bibliografia consultada.

Não é objetivo desta dissertação descrever ou discutir a tipologia arquitetónica dos monumentos megalíticos existentes no sudoeste peninsular. Por não ser do seu âmbito, mas também porque esse tema já foi amplamente discutido por vários autores ((Rocha, 2005; Cardoso, 2007; Calado, 2004; Boaventura, 2009; Scarre et al., 2003; Ramírez, 1988; V. S. Gonçalves, 1978; V. S. Gonçalves, 1993; V. S. Gonçalves, 2000; Leisner, 1943)). Procurar-se-á, no entanto, esboçar sucintamente o panorama regional em termos tipológicos a partir de alguns estudos síntese.

Segundo Scarre et al. (2003), de um ponto de vista global, podemos afirmar que existem três áreas distintas do megalitismo português:

- Norte — onde *passage graves* e *mamoas* parecem estar representadas desde o início assim como o enterramento em grutas (por vezes com influência epicardial);
- o Alentejo onde as *passage graves* parecem ser precedidas por *menires* e *cromeleques* que precedem a fase epicardial;

- as áreas costeiras, onde o megalitismo terá chegado numa fase tardia.

O sul do território continental que corresponde ao espaço atualmente português, está compreendido entre o Oceano Atlântico, o rio Tejo e o território atualmente espanhol, e tem diversas concentrações de monumentos megalíticos. Aqui, podem encontrar-se várias tipologias de monumentos: "menhires, passage graves, passage-less chambers, non-megalithic tombs, rare stone settings or 'cromlechs', false-corbelled chambers, cists, rock-cut tombs and even, in a later stage, decorated stelae" (*ibid.*: p. 83).

A dicotomia costa / interior é verificável no registo arqueológico e já foi amplamente discutida e publicada (Zilhão, 1992; Araújo, 1998; Cardoso, 2007). Por volta de 4500 cal a.C., o megalitismo partilhava este território com os concheiros mesolíticos do Tejo e do Sado, e com os sítios, tanto habitacionais como funerários, do neolítico epicardial.

Tendo em conta os artefactos arqueológicos encontrados nos sítios do interior e nos costeiros, é certo que existiram trocas de objetos e matéria-prima entre comunidades e/ou a circulação de pessoas (Scarre et al., 2003). Parafraçando J. L. Cardoso, "os elementos do espólio funerário de origem alentejana surgem na Estremadura por um processo de interacção, envolvendo permutas em larga escala, sem exigirem contudo a presença directa de populações do interior, ou vice-versa, a qual todavia, foi possível em pequena escala [...]" (Cardoso, 2007: p. 221).

Em termos cronológicos é, geralmente, aceite que o fenómeno megalítico terá surgido desde o 6º milénio a.C. (Cruz, 1997; Calado, 2001; Scarre et al., 2003), sendo debatível, por questões arqueográficas, a antiguidade dos menires (Calado e Rocha, 1996; Cardoso, 2007; Cardoso, 2012d). Fruto da constante evolução técnica e tecnológica e dos dados das escavações arqueológicas, existe um número cada vez maior de datações de qualidade para a pré-história portuguesa. O crivo relativamente aos métodos de escavação e correta aplicação dos métodos e técnicas continua, e continuará, a promover o debate arqueológico, não só para as intervenções antigas, mas, também, para as realizadas nas últimas décadas.

Independentemente das questões cronológicas, sempre de difícil resolução, também a questão da evolução das arquiteturas continua em aberto; para alguns autores, a grande variabilidade tipológica estaria presente desde o início do megalitismo, enquanto para outros existe uma evolução do mais simples para o mais complexo, *id est*, das sepulturas protomegalíticas para os grandes monumentos no Neolítico Final / Calcolítico (Scarre et al., 2003; García Sanjuán, 2005; García Sanjuán et al., 2007; Rocha, 2015c; Rocha, 2016; Rocha e Alvim, 2015). A ideia geralmente aceite é a de que não

podemos atribuir uma função unitária ou uma consistência cronológica a nenhuma destas categorias e que boa parte terá existido desde o surgimento inicial do fenómeno arquitetónico, apesar de não necessariamente nas mesmas áreas (Scarre et al., 2003).

Os monumentos são maioritariamente construídos com matéria-prima local e diversos autores identificaram diferenças substanciais na dimensão dos megálitos e na "riqueza" relativa dos monumentos em xisto em detrimento dos monumentos construídos com ortóstatos de granito, como é o caso do norte alentejano (Oliveira, 1995; Oliveira, 2000). Estas diferenças são tão significativas que alguns autores destacam positivamente, por exemplo, os grandes monumentos de corredor do denominado "neolítico de Pavia" (Fernández et al., 1997).

Segundo Scarre et al. (2003), no Alentejo, os pequenos sepulcros megalíticos como as cistas e os dólmenes até 1.5m de altura estão provavelmente associados a povoados com artefactos epicardiais — destaca-se a presença de micrólitos e outros líticos rudemente polidos e a ausência de pontas de seta (*ibid.*). Estes monumentos de pequenas dimensões e fechados, foram considerados por C. Tavares da Silva e J. Soares como característicos de uma fase protomegalítica e possuem "planta sub-retangular e elipsoidal, com comprimentos da ordem de 2 m, exibindo larga distribuição geográfica no centro de Portugal [...] e sobretudo no Sul" (Cardoso, 2007: p. 192).

É já no Neolítico Final / Calcolítico, alguns séculos mais tarde, que terão sido construídos os maiores monumentos megalíticos da região. Simultaneamente, alguns dos sepulcros mais antigos não só foram reutilizados, mas também remodelados e monumentalizados. É neste período que surgem as grandes antas de câmara poligonal e corredor longo. Para Cardoso (*ibid.*), foram, "sem dúvida, espaços de pesada carga simbólica, usados recorrentemente por centenas de anos, até o Calcolítico, sendo contemporâneos da construção das primeiras *tholoi*" (*ibid.*: p. 196). Estes monumentos são coevos de alguns dos artefactos votivos pré-históricos mais conhecidos como, por exemplo, as placas de xisto decoradas ou pequenas esculturas em osso (Scarre et al., 2003; V. S. Gonçalves, 2000; V. S. Gonçalves, 2002; Soares e Silva, 2000).

Os *tholoi*, ou sepulturas de falsa cúpula, surgiram posteriormente aos monumentos até agora referidos. Para Victor S. Gonçalves, "trata-se de um fenómeno complexo de substituição, mesclado de inovação e de continuidade face a elementos preexistentes, de que resultou mudança, adoptada a diferentes ritmos" (Cardoso, 2007: p. 281).

Em ligação com a referida zona do território atualmente português há que relacionar os grupos *extremeños* (Lácara) e zamorano-salmatino de dólmenes de corredor (Fernández et al., 1997: p. 207).

A fase mais antiga do megalitismo *extremeño* parece ser representada por *passage graves* com arte rupestre e artefactos neolíticos associados (Ramírez, 1988; Scarre et al., 2003). Estes monumentos são geralmente atribuídos ao final do 5º milénio a.C. / início do 4º milénio a.C. e associados ao megalitismo alentejano que lhe é geograficamente próximo (Ramírez, 1988; Scarre et al., 2003; Cerrillo Cuenca e Prada Gallardo, 1996).

Segundo Oliveira (1995), Bueno Ramírez identifica “dois tipos-base de monumentos na Extremadura: monumentos construídos por grandes blocos de granito e construções de xisto. Nestas construções incluem-se as cistas megalíticas ou pequenas galerias que, segundo a autora, são documentos do megalitismo inicial” (*ibid.*: p. 72). A autora, destaca a ausência de alguns artefactos tipicamente calcolíticos nestes monumentos, como, por exemplo, pontas de seta com base côncava e aletas (Oliveira, 1995; Ramírez, 1988).

A Andaluzia é classificada, pela bibliografia especializada, como uma área clássica do estudo do megalitismo europeu. Derivado à sua dimensão e variabilidade intrínseca, existe uma grande variedade de monumentos megalíticos que foram a base para os debates orientalizantes *vs* hipótese multicêntrica. Tendo em conta os monumentos megalíticos que ali se encontram, podemos dividir a região em duas áreas principais: ocidente e sudoeste (que, segundo Scarre et al. (2003), deve incluir Murcia). A região ocidental, a mais antiga, geralmente, é associada ao megalitismo do sul do território atualmente português (Ferrer Palma, 1995; Scarre et al., 2003).

No sudoeste e Múrcia, destacam-se as *vaulted passage graves* que são características do Calcolítico regional e principalmente de Los Millares. Estes monumentos foram usados como um dos principais argumentos para a fundamentação da teoria orientalizante e, nesse contexto, foram classificados como *tholoi*. Segundo Scarre et al. (2003), Georg e Vera Leisner foram dos primeiros a desafiar esta hipótese e a colocar a proposta de uma ligação com a região vizinha de Almería e os seus sepulcros circulares neolíticos.

Na Andaluzia central e ocidental destaca-se a existência de monumentos megalíticos que são considerados por alguns autores como os de maiores dimensões e maior esplendor da península ibérica (Fernández et al., 1997: p. 207). Este é o caso das grandes construções de tipo *tholos* com corredor longo junto aos dólmenes de tipo galeria (*ibid.*: p. 207).

No sudeste da Andaluzia conhecem-se sepulcros circulares simples e na zona de Granada dólmenes de câmara trapezoidal com corredores longos, grutas artificiais sepulcrais e sobretudo, necrópoles de *tholoi* dos povoados calcolíticos de Los Millares (*ibid.*: p. 207).

5.3.2 O contexto alargado: a Península Ibérica

Na Estremadura (Portugal), a construção de megálitos parece iniciar-se no Neolítico Médio ou Final. Neste último período, as grutas que foram previamente usadas com artefactos e enterramentos cardiais e epicardiais são reutilizadas como sepulcros coletivos semelhantes aos que são encontrados nos monumentos megalíticos (V. S. Gonçalves, 1978; V. S. Gonçalves, 2000; Cardoso, 2007; Calado e Rocha, 1996; Scarre et al., 2003).

Segundo Boaventura (2009), as antas da região de Lisboa inserem-se em dois grupos:

1. "Antas com câmara poligonal de sete esteios com corredores baixos, face à altura daquela, apresentando extensões curtas ou médias, não se registando passagens longas ou muito longas – a classificação do tipo de corredor quanto à sua extensão segue a proposta de V. S. Gonçalves (1989b e 1993)."
2. "Antas com câmara trapezoidal alongada ou sub-rectangular, sem corredor demarcado."

Na Beira, os megálitos mais antigos são grandes monumentos associados com micrólitos e que datam possivelmente do início do 5^o milénio cal a.C. (Scarre et al., 2003).

No norte, os monumentos funerários demonstram uma grande variedade tipológica, incluindo mamoa não megalíticas. Apesar de não terem uma definição cronológica clara, para Jorge (1999); Scarre et al. (2003) o mais antigo data do início do 5^o milénio cal a.C. e subseqüentemente desenvolvem-se para monumentos mais complexos.

"Em Trás-os-Montes, dominam dólmenes de câmara simples e de pequenas dimensões, enquanto noutras regiões já se construíam dólmenes de corredor, cujos exemplares mais antigos parecem ser de facto os alentejanos" (Cardoso, 2007: p. 211).

No norte de Portugal, "de acordo com [D. Cruz e S. Oliveira Jorge], são reportáveis à fase tardia do megalitismo nortenho, sepulturas que, de megalíticas pouco ou nada já têm, de tendência cistóide, construídas sob *tumuli*, sempre de pequenas dimensões, as quais podem atingir a 2^a metade do III milénio a.C., prolongando-se depois pelo Bronze Inicial e Pleno, até meados do II milénio a.C." (*ibid.*: p. 281).

5.4 A teoria

O surgimento do megalitismo é geralmente associado ao aparecimento das primeiras sociedades camponesas (*ibid.*) o que, para vários autores, significa "a existência de uma divisão social do trabalho, e uma união e hierarquia social profundamente alicerçadas, de modo a administrar correctamente uma economia capaz de criar excedentes suficientes para suportar os empreendimentos" (J. Santos, 2009: p.28).

Aos monumentos funerários do Neolítico e Calcolítico é reconhecido um grande valor interpretativo, pois, proporcionam a possibilidade de fundamentar e incentivar o debate em torno de aspetos das sociedades pré-históricas como sistemas de crenças, organização do trabalho, poder, etc (Scarre et al., 2003).

De todo o fenómeno megalítico, a questão da origem, foi a que mais polarizou os investigadores desde o início até às primeiras datações por radiocarbono, o auge do debate.

No 1º quartel do século XX, reinavam as teorias difusionistas das quais Glyn Daniel foi um dos mais famosos defensores. Este autor, defendia uma origem micénica para os monumentos megalíticos portugueses (Rocha, 2005: p. 235). Segundo Leonor Rocha, esta teoria foi contrariada por vários autores que defendiam uma origem ocidental, talvez ibérica e uma sequência evolutiva dos pequenos sepulcros simples para os grandes monumentos, de maior complexidade (Rocha, 2005; Bosch-Gimpera, 1927).

As primeiras teorias interpretativas do megalitismo europeu com algum domínio internacional, inspiraram-se nos monumentos mediterrânicos que defendiam a propagação de uma ideia pelos "apóstolos da fé megalítica", como defendido por Childe (Correia, 1921; Childe, 1957; Scarre et al., 2003). Estas teorias basearam-se nos monumentos mediterrânicos das culturas clássicas, observados como os originais, e consideravam uma cópia de baixa qualidade os paralelos peninsulares de cúpula falsa, as cópias tardias. Foi baseado nesta inspiração orientalizante que se designaram da mesma forma monumentos mediterrânicos e peninsulares: *tholoi* (pl.: *tholos*).

A inovação proporcionada pelas datações de C14 fomentou a reinterpretação de muitos dados arqueológicos, inclusivamente da evolução dos monumentos megalíticos. Esta nova leitura, iniciou-se na segunda metade do séc. XX e baseou-se num crescente número de datações que, quando calibradas, levaram as mais antigas datações do megalitismo até meados do 5º milénio a.C. (Scarre et al., 2003; Boaventura, 2009; Boaventura e Mataloto, 2013; G. A. V. Gonçalves, 2010).

As primeiras datações por radiocarbono, apesar de ainda problemáticas, contrariaram completamente as teorias difusionistas das influências orientalizantes que apontavam Los Millares como o sítio de origem das estruturas megalíticas europeias e focam-se na Bretanha como um dos sítios mais antigos da Europa ocidental (Laporte e Bueno Ramírez, 2015). Segundo Laporte e Bueno Ramírez (*ibid.*), começou naquele momento uma nova tradição arqueológica que só agora começa a ser ultrapassada: os estudos regionais.

Três problemas em particular foram identificados na aplicação de técnicas de radiocarbono aos monumentos megalíticos segundo Scarre et al. (2003):

- contexto da amostra: desde que não é a construção destes monumentos que está a ser datada é essencial garantir que as datações de radiocarbono, sejam elas de carvões ou osso humano, estejam significativamente relacionadas e de uma forma comprovável com o evento que foi datado (isto é, com a construção ou modificação da estrutura megalítica);
- longevidade da amostra: um problema associado especialmente com a datação de carvões é o chamado efeito de "madeira antiga", onde uma amostra pode ser, desconhecidamente, feita a partir de uma parte de uma árvore que já tinha, por si, umas centenas de anos;
- precisão: muitas das primeiras amostras que foram publicadas estavam associadas a margens inaceitáveis que poderiam atingir um milénio.

Considera-se atualmente que a teoria de C. Renfrew de invenção independente em várias regiões será a de maior probabilidade, o que levou a que, a nível interpretativo, "the emphasis shifted to trying to understand why groups building megalithic structures were receptive to the idea of monumental architecture, rather than the construction of elaborate stylistic family trees" (I. Shaw e Jameson, 2008: p. 390).

5.5 Caracterizar os caracterizadores: Breve caracterização dos dados dos monumentos megalíticos

Que critérios de registo estamos a utilizar? Que sítios vamos salvar ou deixar “destruir”? Como avaliar? Como seleccionar? Como ensinar os futuros arqueólogos? Que informação estamos, de facto, a recuperar?

Rocha (2014: p. 16)

A leitura heterogénea e polimorfa do Megalitismo reflete os múltiplos atores que terão dado forma ao fenómeno através da construção, reconstrução ou mesmo da interação entre os monumentos e o espaço em que se inserem, ou inclusive pela multiplicidade da formação dos investigadores, os “leitores especializados”. Nesta secção, procura-se dar um passo essencial para a futura uniformização de dados: enumerar e caracterizar os estudos académicos e as bases de dados estatais que lhe poderão vir a dar forma.

5.5.1 Dissertações académicas

Incluem-se nesta caracterização distintas dissertações de mestrado e doutoramento, escolhidas entre as disponíveis em acesso aberto, com estudos de mais do que um monumento megalítico. O processo de seleção não foi aleatório, pois, encontra-se limitada à acessibilidade destes estudos e tentou privilegiar a variabilidade de origens formativas dos seus autores, em detrimento das escolas estabelecidas com tendências metodológicas e geográficas pré-estabelecidas pela tradição académica. Por outro lado, privilegiou-se a escolha de estudos com abordagens e objetivos distintos para obter um espectro alargado. O objetivo desta opção foi caracterizar, do modo mais abrangente possível, a informação que a plataforma que pretendemos implementar necessitará albergar. Assim, foi decidido analisar detalhadamente a metodologia dos seguintes trabalhos:

1. S. A. Nunes (2003). «Monumentos sob tumulus e meio físico no território entre o Corgo e o Tua (Trás-os-Montes): aproximação à questão». Tese de doutoramento. Universidade do Porto
2. M. Calado (2004). «Menires do Alentejo Central: génese e evolução da paisagem megalítica regional». Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa
3. L. Rocha (2005). «As origens do megalitismo funerário no Alentejo Central: a contribuição de

Manuel Heleno». Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa

4. M. Andrade (2009). «Megalitismo e comunidades megalíticas na área da Ribeira Grande, Alto Alentejo: definição e caracterização do fenómeno de megalitização da paisagem na área austral do Norte alentejano». Tese de mestrado. Universidade de Lisboa
5. M. G. F. Sousa (2013). «O Fenómeno tumular e megalítico na região galaico-portuguesa do Minho». Tese de doutoramento. Universidade de Santiago de Compostela
6. A. Câmara (2017). «A fotointerpretação como recurso de prospeção arqueológica. Chaves para a identificação e interpretação de monumentos megalíticos no Alentejo: aplicação nos concelhos de Mora e Arraiolos». Tese de mestrado. Universidade de Évora

As tabelas refletem a análise das dissertações e a inserção dos dados disponibilizados em categorias classificativas abrangentes, mas urge assumir que esta abordagem está naturalmente enviesada pelas características intrínsecas aos trabalhos analisados, pois, poucas vezes foram publicados os dados "em bruto" e, em vários casos, os autores optaram apenas pela inclusão de fichas de registo só com uma parte dos dados

Deste modo, as tabelas representadas não podem ter uma leitura inequívoca, pois, resultam de uma leitura de dados com características, por vezes, dúbias: em parte das ocorrências, elementos específicos como o n.º de esteios ou a existência, ou não, de corredor apenas são representados pelos autores consultados em longos campos descritivos, por vezes únicos e redigidos em texto livre.

Por outro lado, há situações em que os elementos referidos na metodologia e/ou análise não se refletem nem nas fichas, nem nos seus respetivos campos descritivos. Por exemplo, verificou-se que [M. G. F. Sousa \(2013\)](#) não apresenta todos os dados nas fichas de sítio em anexo à sua dissertação, pois, inclui em capítulos de síntese características do estudo arquitetónico referentes a elementos que não se encontram disponíveis nas referidas fichas. Este é o caso da forma em planta da câmara e da ausência/ presença de corredor. A forma da planta é referida nas fichas, enquanto a ausência/ presença de corredor não surge nesse mesmo registo, no entanto, ambos os elementos são usados na síntese analítica apresentada no corpo da dissertação.

Verificou-se também que há um caso de categorias classificativas que são descritas na metodologia, mas não são referidas uma única vez nas fichas de sítio nos anexos, impossibilitando a confirmação dos dados. Possivelmente, isto pode dever-se a um lapso ou a questões relacionadas com limites de páginas, ou mesmo outras decisões de índole meramente académica e não pelo autor não os ter re-

alizado. Por esta razão, nenhum quadro surge com indicação de certa informação não estar presente ou não existir. Assume-se sim que a informação pode ter sido recolhida, mas não incluída, ou mesmo que, por estar inserida em campos descritivos, não nos foi possível confirmar a sua existência. Assim, a representação gráfica escolhida para esta situação é o ponto de interrogação.

	Câmara			Corredor			Outros			
	Nº Esteios	Morfologia	Cobertura (s/n)	Nº Esteios	Morfologia	Cobertura (s/n)	Nº Total de Esteios	Orientação	Laje de Fecho	Arte
Nunes (2003)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc. + Desenhos)
Calado (2004)	?	?	?	?	?	?	?	?	?	? (Desc.)
Rocha (2005)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)
Andrade (2009)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc. + Desenhos)
M. G. F. Sousa (2013)	?	?	?	?	?	?	✓	?	?	?
Câmara (2017)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	? (Desc.)	?

✓ = Campo dedicado

? = A informação poderá, ou não, ter sido recolhida.

? (Desc.) = A informação poderá, ou não, ter sido recolhida. Quando surge, está dispersa num campo descritivo geral.

Tabela 5.1: Caracterização do estudo do Megalitismo — Aspectos específicos do Megalitismo funerário

A Tabela 5.1 é paradigmática das opções de organização e representação de dados encontradas nas dissertações consultadas. Na sua leitura destaca-se, pela diferença, o trabalho de Calado (2004) e M. G. F. Sousa (2013). No caso da obra de Calado (2004), esta diferença deve-se ao facto daquela dissertação ter como tema central o Megalitismo não funerário. Apesar de o autor referir diversos monumentos funerários, estes, obviamente, não têm de ser descritos com o mesmo detalhe que o megalitismo não funerário (com a exceção própria daqueles que integram menires). Do mesmo modo, M. G. F. Sousa (2013) parece representar nas suas fichas de sítio apenas uma pequena parte dos elementos recolhidos, aparentemente os que melhor representam a maioria dos sítios caracterizados: mamoas/ *tumulus*. De um ponto de vista geral, os autores aqui referidos optaram por não utilizar campos especializados, mas integraram e definiram estes elementos em descrições generalistas. A arte megalítica apenas parece não ter sido considerada nos trabalhos vocacionados para a Arqueologia Espacial: M. G. F. Sousa (*ibid.*) e Câmara (2017).

Como podemos ver na referida tabela, parece existir concordância nos aspectos específicos do Megalitismo registados nas bases de dados das dissertações e na forma como estes são representados:

- os dados são organizados e integrados num único ou em vários campos descritivos;
- vários autores fazem uma distinção clara entre câmara e corredor;

- todos realizam medições, mas destaca-se o trabalho de [M. G. F. Sousa \(2013\)](#) pelo cálculo de vários índices;
- identificação da geometria em planta da câmara e corredor do monumento;
- relativamente à topografia, é considerado no mínimo a cota e noutros casos é mesmo feito um levantamento topográfico;
- paisagem: identificação da orografia e proximidade a linhas de água;
- registo da orientação do eixo do corredor;
- a inserção do monumento em categorias tipológicas tem em conta os aspetos acima descritos e outros;

Existem vários exemplos de entradas que poderiam ser integradas em campos individuais e estão incluídos em descrições textuais como, por exemplo, o já referido número de esteios ou a integração na descrição do booleano ausência/presença de corredor, apesar da sua significativa importância para a caracterização do Megalitismo.

	Fotografia	Desenho Arqueológico	3D	Levantamento Topográfico
Nunes (2003)	✓	✓	?	✓
Calado (2004)	✓	✓	?	✓
Rocha (2005)	✓	?	?	?
Andrade (2009)	✓	✓	?	?
M. G. F. Sousa (2013)	✓	?	?	?
Câmara (2017)	?	?	?	?

✓ = Tipo de registo incluído.

? = Este tipo de registo poderá, ou não, ter sido efetuado.

Tabela 5.2: Análise da caracterização do Megalitismo — Registo Gráfico

Relativamente ao registo gráfico (Tabela 5.2), consideramos, por diversas razões, normal que nenhum dos autores consultados incluía fotogrametria ou qualquer técnica para a modelação 3D dos monumentos, o que, principalmente no caso dos trabalhos mais antigos, pode ser considerado expectável. Mantivemos, no entanto, esta coluna para demonstrar que, apesar da sua popularidade e

reconhecida importância, esta talvez não seja ainda uma opção de registo de preponderância dominante.

As restantes opções relativas ao registo gráfico parecem estar intimamente associadas à abordagem escolhida: por exemplo, o trabalho de Rocha (2005) destaca-se, possivelmente, por estar naturalmente limitado à revisão de cadernos de campo de outro arqueólogo, por outro lado, as dissertações de Arqueologia Espacial limitaram-se ao registo gráfico por fotografia, ou a nenhum registo gráfico.

Na opção específica do desenho arqueológico, existem dissertações em que se incluem representações em planta e outros trabalhos em que os monumentos são representados também em alçado. Relativamente à fotografia, verificou-se em alguns casos que a escala foi integrada digitalmente à *posteriori*, o que aumenta a possibilidade de erro na leitura desta representação gráfica.

	Topónimo	Coordenadas	Divisão Administrativa	Referência CMP	Desc. Acessos	Implantação Topográfica	Cota
Nunes (2003)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Calado (2004)	✓	✓(c/ rigor)	✓	✓	?	✓	?
Rocha (2005)	✓	✓	✓	✓	?	?	✓
Andrade (2009)	✓	✓	✓	?	?	✓	✓
M. G. F. Sousa (2013)	✓	✓	?	?	?	✓	✓
Câmara (2017)	✓	?	?	?	?	?	?

✓ = Informação recolhida.

? = A informação poderá, ou não, ter sido recolhida.

Tabela 5.3: Caracterização do estudo do Megalitismo — Localização

Quanto aos dados associados à localização do monumento (Tabela 5.3), verifica-se uma clara tendência para a utilização de um conjunto específico como o topónimo (nomenclatura tradicionalmente associada à designação do monumento) e as coordenadas. Os restantes campos não são de uso inequívoco, mas têm em comum a possibilidade de serem obtidos automaticamente em ambiente SIG, exceto a descrição de acessos, que parece ter caído em desuso ou será considerada desnecessária pela maioria dos autores.

A tendência já referida que separa as dissertações que se inserem no domínio da Arqueologia da Paisagem das restantes mantém-se nos aspetos gerais tratados na tabela 5.4. Aqui verifica-se a

	Bibliografia	Campo Descritivo	Espólio
Nunes (2003)	✓	✓	✓(em listagem)
Calado (2004)	✓	✓	✓(em listagem)
Rocha (2005)	✓	✓	✓(quando referidos por M. Heleno)
Andrade (2009)	✓	✓	✓(tabelas próprias e desenhos)
M. G. F. Sousa (2013)	?	✗	?
Câmara (2017)	?	✓	?

✓ = Existe.

✗ = Não existe.

? = A informação poderá, ou não, ter sido recolhida.

Tabela 5.4: Análise da caracterização do Megalitismo — Aspetos Gerais

possível ausência de informação relativa a bibliografia associada aos sítios e espólio exumado nas teses de Arqueologia da Paisagem. A exceção nesta tendência de separação é a utilização de um ou mais campos descritivos.

No caso específico da Arqueologia da Paisagem, verificou-se que os trabalhos aqui incluídos são marcadamente antagónicos. Apesar de se tratar de um Mestrado e um Doutoramento, com objetivos e características distintas, enquanto um trabalho tem fichas apenas com uma única entrada descritiva, em texto livre, o outro, apesar de não incluir todos os dados recolhidos na ficha fornecida, apresenta tabela detalhada dos principais dados, com aparente tentativa de evitar campos descritivos. Como para a execução de análise espacial, o último formato é não só o aconselhável como, em muitos casos, o único possível, fica a dúvida se não existirão mesmo opções de redação em que se optou por não disponibilizar a base de dados completa em detrimento de campos sumários descritivos.

	Altura	Volume	Diâmetro
Nunes (2003)	✓	✓	✓
Calado (2004)	✓	?	✓
Rocha (2005)	✓	?	✓
Andrade (2009)	✓	?	✓
M. G. F. Sousa (2013)	✓	✓	✓
Câmara (2017)	✓	?	?

✓ = Existe.

? = A informação poderá, ou não, ter sido recolhida.

Tabela 5.5: Análise da caracterização do Megalitismo — Medidas

A nível das medições, verifica-se uma clara tendência nos autores consultados para a avaliação de todas as medidas possíveis como salvaguarda pelo registo. Consideramos que, caso o processo de cálculo do volume de um componente de um monumento fosse efetivamente simples, todos os autores o iriam considerar nos seus estudos.

Por último, gostaríamos de destacar que praticamente todos os casos analisados utilizaram *software* de Sistemas de Informação Geográfica. Verifica-se que o único caso de utilização de *software* de acesso aberto é também o único de uso de *software* de mapeamento e não de SIG. A utilização de SIG limitou-se ao *software* proprietário produzido pela ESRI.

5.5.2 Bases de dados estatais

Como referimos antes (vd. 4.2), em Portugal, existem várias plataformas e /ou bases de dados de produção e manutenção estatal vocacionadas para a gestão do Património Cultural.

Tomemos, por exemplo, os registos da Anta Grande do Zambujeiro no Endovélico (Portal do Arqueólogo), no SIPA e na pesquisa geral do site da DGPC. Destes dados, aquele que aparenta ser o mais atual é o do *site* da própria DGPC, no entanto, iniciar-se-á a análise pelo mais importante para a Arqueologia: o Endovélico.

No caso particular do Endovélico, que é um portal vocacionado para a Arqueologia, a grande e variável tipologia de sítios tratados diariamente pelos arqueólogos portugueses e a inaptidão da estrutura selecionada reflete-se numa excessiva dependência de entradas descritivas, em texto livre. Os campos descritivos, que são gerais para todos os registos presentes nesta base de dados, podem ser de tal forma extensos que relegam e limitam a capacidade de comparação de informação a elementos como os acessos, meio e tipologia. Por exemplo, quem pretenda obter informações sobre monumentos megalíticos tem de pesquisar em várias tipologias: anta, sepultura, cista, etc. Se pretender um tipo específico de monumento megalítico, com determinadas características e/ou com determinados artefactos, terá de passar pelas referidas classificações e analisar as suas descrições. Nas palavras de Leonor Rocha, "a listagem disponível [...] permite ao arqueólogo escolher uma quantidade de conceitos que, na prática, em vez de introduzirem maior rigor nos trabalhos arqueológicos produzidos, acabam por os tornar inoperacionais" (Rocha, 2014: p. 14).

Alguns registos são acompanhados por fotografias dos monumentos e pela referência a bibliografia publicada e aos trabalhos arqueológicos efetuados. Independentemente da data de execução

das atividades arqueológicas e da publicação ou não dos resultados, os dados e conclusões provenientes dos trabalhos arqueológicos não estão disponíveis, estando relegados a um pedido de autorização para consulta presencial.

No caso deste portal, a sua ficha técnica é particularmente elucidativa da necessidade de simplificação de processos. "A DGPC é titular exclusivo da propriedade intelectual de todos os conteúdos" (*Portal do Arqueólogo s.d.*), mas é assumido que os dados "não são necessariamente exaustivos, completos ou rigorosos" (*ibid.*) e que a Direção-Geral não tem responsabilidade pela possível "inexactidão ou desactualização na informação disponibilizada" (*ibid.*). É de frisar que os dados aqui presentes cuja responsabilidade não é assumida pela DGPC, são, como supracitado, propriedade intelectual exclusiva da própria e que o mais próximo de uma licença é a indicação de que "estes conteúdos não podem ser copiados ou reproduzidos, a não ser quando no âmbito do estritamente necessário à respectiva visualização 'on-line' [... exceto] a impressão de páginas completas do site desde que para uso pessoal do utilizador" (*ibid.*).

A base de dados *Endovélico* é fundamental para a prossecução de trabalhos arqueológicos presentes e vindouros. Há diferentes níveis de acesso cuja única distinção é, aparentemente, o facto de apenas os utilizadores registados poderem ver a localização dos sítios arqueológicos. Isto deve-se, aparentemente, a uma política protecionista dos mesmos, por serem considerados como locais sensíveis e/ou para impedir a sua destruição, serem pilhados, etc. No entanto, não deixa de aparecer a descrição dos acessos com algum nível de detalhe e, curiosamente, se o sítio tiver uma componente arquitetónica visível e for classificado, as coordenadas irão surgir na base de dados do SIPA, assim como noutros meios. Por incluir uma grande variabilidade de tipologias de sítios arqueológicos, os registos individuais estão limitados a dados genéricos como a localização e a tipologia, e é no campo "descrição" que surge a maioria da informação relevante. É de salientar que não é clara a forma como são escolhidos os dados que devem constar destes registos e quem efetivamente os atualiza, apesar de serem informações retiradas da bibliografia arqueológica e dos relatórios, obrigação legal dos arqueólogos.

Há muitas informações que estariam obrigatoriamente presentes nos relatórios arqueológicos aprovados, mas que não estão acessíveis aos utilizadores: descrições dos artefactos encontrados em determinado monumento / sítio, o método de escavação / prospeção usado, ou mesmo a data de última atualização do registo e o estado de conservação do sítio/monumento atualizado. Estranhamente, apesar de se reconhecer a sua importância para a Arqueologia portuguesa e das recomendações internacionais das últimas décadas, a utilização dos dados é muito limitada, não é permitido o

download e existe uma licença própria. Acresce ainda o facto de que, para inúmeros sítios, muitos dos campos estarem por preencher e a informação, quando atualizada, não ter ciclos de atualização claros (quer ao nível da inserção de novos sítios identificados, quer mesmo dos resultados obtidos com trabalhos de escavação realizados), o que dificulta, naturalmente, a realização de outros trabalhos de investigação.

Na área em estudo podemos referir dois casos paradigmáticos: a revisão do megalitismo estudado por Manuel Heleno na 1ª metade do séc. XX (Rocha, 2005) e o levantamento do património do concelho de Arraiolos (Rocha et al., 2013). Apesar de a pertinência e valor destes dados para o conhecimento do megalitismo alentejano, estes registos continuam por atualizar no Endovélico. Rocha (2015a), por outro lado, aponta a ausência de variabilidade tipológica no Endovélico apontando que “as divisões existentes são apenas de ‘anta’ e ‘mamoá’ o que não abarca, de todo, a diversidade das arquitecturas megalíticas existentes no atual território de Arraiolos” (*ibid.*: p. 253).

As restantes bases de dados, de um ponto de vista geral, estão em situações bastante semelhantes com a grande diferença de que incluem fotografias diferentes e longos textos descritivos que são ligeiramente distintos.

No caso do SIPA também os seus Termos e Condições de Utilização são curiosos: assume-se no ponto 6 que não foi possível estabelecer a autoria da totalidade dos documentos aí contidos e no ponto 3 afirma-se que os dados descritivos de que falamos estão cobertos por uma licença CC BY-NC-ND-3.0 com a exceção dos dados presentes na IDE que são disponibilizados em CC BY-NC-SA-4.0.

Assim como no caso do Endovélico, a presença dominante de campos descritivos provoca a inaptidão desta base de dados como ferramenta para a investigação. Porém, neste caso, há mais campos não descritivos que podem ser utilizados como, por exemplo, elementos comparativos entre os vários registos. A inaptidão da base de dados é tal que podemos verificar algumas situações curiosas como a utilização de conceitos que apesar de não serem incorretos, são inusitados. Este é o caso da utilização da atribuição “paredes autoportantes”, específica de arquitetura, não incorreta, mas questionável.

O registo da Anta Grande do Zambujeiro no site da DGPC inclui genericamente a mesma informação presente nas anteriores bases de dados, mas com uma organização ligeiramente diferente e outras fotografias. Neste caso, podemos verificar que a situação caricata das licenças se mantém: “a DGPC, detém todos os direitos, incluindo os direitos de autor sobre os dados, imagens, documentos, textos e qualquer outra informação contidos neste sítio” (*Direção-Geral do Património Cultural s.d.*) e

acrescenta que "os direitos de autor e outros direitos de propriedade podem ser detidos por outros indivíduos ou entidades para além de, ou em acumulação, com a DGPC" (*Direção-Geral do Património Cultural s.d.*), mas corrige, alegando que "a DGPC, não garante que os materiais disponibilizados neste sítio não infrinjam os direitos de autor de entidades terceiras não detidos por este Instituto" (*ibid.*). O público, em geral, deve respeitar os direitos de autor dos conteúdos presentes neste *site*, que podem ou não ser da DGPC, mas a DGPC poderá não os estar a respeitar?

5.6 Discussão

A leitura individual dos registos dotados de campo textual livre pode ser considerada facilitada para alguns leitores, mas, a tendência generalizada para a presença de campos descritivos, pode ter efeitos nefastos nas leituras suprarregionais e/ou gerais.

Os dados aqui apresentados demonstram que existe uma grande variedade de termos associados ao megalitismo. Alguns destes termos são de utilização comum e outros característicos da bibliografia especializada. Alguns termos são reconhecidamente sinónimos e, outros, são estrangeirismos de difícil aplicação na arqueologia da Península Ibérica. Muitas vezes, não existe mesmo tradução para alguns termos devido às especificidades regionais. Será que todos os termos deveriam ter tradução para todas as línguas independentemente de existir ou não essa tipologia no país? A resposta mais simples parece ser que não, não devem. No entanto, parece ser necessário o recurso informático a formas de organização do conhecimento como *Simple Knowledge Organization System* (SKOS).

Em termos conceptuais, parece óbvio que os conceitos se fundamentam nas características físicas dos monumentos. A sua diferenciação pode ser feita por comparação entre matéria-prima e dimensão, mas sobretudo com base na presença ou ausência de alguns componentes/ características do monumento e dos artefactos que se exumaram. Um dos melhores exemplos é a diferenciação entre monumentos de corredor e sem corredor. Como já foi referido, a existência de muitas e reiteradas reutilizações ao longo dos tempos, mesmo na pré-história, levanta dificuldades extra e permite o debate arqueológico.

Apesar de surgirem diferenciados em alguns contextos de gestão patrimonial³, a diferenciação dos conceitos de Anta e Dólmen na bibliografia especializada, não é unânime, sendo mesmo, na maior

³ É o caso do Portal do Arqueólogo (*Portal do Arqueólogo s.d.*).

parte dos casos, considerados como sinónimos. O facto de a formação individual e conhecimentos empíricos dos arqueólogos influírem nas classificações e dos conceitos se basearem na morfologia e funcionalidade dos monumentos, permite que a interpretação arqueológica implique a existência de distintas leituras classificativas.

Numa altura pós-crise em que se tenta adequar a relação entre custos e resultados, questionamos a pertinência da necessidade de distintas bases de dados com dados repetidos e/ou semelhantes para os mesmos temas⁴. É questionável a utilidade de bases de dados fechadas sem informação interoperável, sem referências mútuas, longos textos descritivos, sem a possibilidade de receberem contributos de forma aberta e assumida e para as quais a responsabilidade se repele. Para finalizar, questionamos ainda as limitações da licença de utilização dos dados, quando se procura fomentar o desenvolvimento sustentável alicerçado no Património Cultural.

Ao nível da investigação, por exemplo, Rocha (2015a) considera que "o megalitismo funerário deve ser visto, naturalmente, numa perspectiva mais alargada uma vez que ao espartilharmos a informação através das actuais divisões administrativas, perdemos os conjuntos na sua globalidade" (*ibid.*: p. 254). A. C. Sousa (2010), crítica os estudos do megalitismo regional, pois, segundo indica, "inserir os dados de povoamento como se tratasse de uma caracterização geográfica da área, não incorporando os dados na explicação da evolução das práticas funerárias [e] facilmente resumem a esfera do sagrado a um capítulo, separando-o das linhas interpretativas globais" (*ibid.*: p. 490). Tendo em consideração a caracterização efetuada acima consideramos que os estudos podem não ser todos supra-regionais ou tender para um contributo global em estudos supra-regionais mas para garantir a verificabilidade dos dados, a sua interoperabilidade e a sua futura integração em estudos com este carácter ou em "linhas interpretativas globais" devemos começar por evitar os campos descritivos e abraçar outras formas de suporte para os dados arqueológicos.

Boaventura e Mataloto (2013), consideram a necessidade de um programa sistemático de datações "devidamente alicerçadas numa avaliação crítica dos contextos e da natureza das matérias orgânicas datadas" (*ibid.*: p. 82). Scarre et al. (2003) defende ainda que as contradições entre os artefactos exumados e as datações por radiocarbono devem ser resolvidas com a distinção entre construção e utilização dos monumentos.

⁴ Cada uma destas base de dados de vários organismos sob alçada do mesmo ministério implica, no mínimo, o investimento na gestão e manutenção para além do necessário na implementação de novas funcionalidades. Apesar deste investimento a sua utilidade é reduzida, as licenças pouco esclarecidas e a responsabilidade dúbia.

Não pretendemos tecer juízos de valor, nem considerações semelhantes, a qualquer dos trabalhos e bases de dados aqui referidos, mas consideramos que não existem dados suficientes para separar todos as tipologias existentes e fazer estudos de conjunto abrangentes sem uma abordagem distinta aos dados. Cada vez que um autor quiser realizar a sua investigação tem como possibilidades obter uma base de dados pré-existente, que se encontram em *data-silos*, ou trabalhar a partir dos dados presentes nas estatais, ou mesmo construir uma nova base de dados. Se um autor optar pela última hipótese irá, se não optar pela ciência aberta, criar um silo de dados e moldar as características da base de dados à sua própria investigação. Defendemos a postura de *open science* e a disponibilização gratuita de toda a informação de forma aberta, centrada e *standard*. Só com uma abordagem deste tipo é possível facilitar a reinterpretação dos dados, tão característica da arqueologia.

5.7 Conclusão

O polimorfismo do megalitismo europeu diferencia-se através dos elementos constituintes dos monumentos e pelos artefactos exumados nas escavações dos mesmos. Para se realizarem estudos abrangentes e atuais deste património, é necessário, pela sua abrangência geográfica e expressão dinâmica, uma interoperabilidade conceptual que não se verifica atualmente nas bases de dados consultadas.

A interoperabilidade conceptual exige bases de dados concebidas de formas diferentes. A informação presente nas bases de dados deve estar adaptada a normas internacionais e abandonar a abstração prosaica dos textos descritivos e tentar avançar para a capacidade semântica alicerçada nos elementos diferenciadores: o binómio presença/ausência de artefactos e as características dos sítios e monumentos.

Na ausência de categorias *standard* para o megalitismo, que provavelmente nem são possíveis de conceber dada a heterogeneidade implícita, defendemos que uma base de dados atual para o estudo do megalitismo deve basear-se na modelação 3D dos monumentos com identificação dos vários elementos presentes. Isto permitiria que se calculassem medidas, áreas, volumes e pesos de uma forma correta e independente do arqueólogo.

6

Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE)

Whereas the traditional approach to heritage was to solely preserve objects and sites through (legal) protection, the current perspective on heritage is oriented towards incorporating and integrating heritage in spatial, social and economic development.

Kleijn et al. (2014)

6.1 Introdução

Entre as muitas definições possíveis de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), uma indica que este é um sistema composto por um conjunto de recursos muito heterogéneos (dados, *software*, *hardware*,

metadados¹, serviços, normas, equipa, organização, *framework* legal, acordos, utilizadores...) e que é gerido por uma comunidade de *stakeholders*² com o objetivo fundamental de partilhar eficientemente IG na *Web* (Mileu et al., 2017; Bernabé-Poveda e López-Vázquez, 2012).

Apesar de ser um conceito relativamente novo, a rápida proliferação das IDE supôs um ponto de inflexão na conceção de alguns dos princípios fundamentais sobre os quais se apoiava a cartografia e a IG até ao momento, quanto à adaptação de novas metodologias, sistemas organizativos e formas de trabalho em contextos inovadores e o desenvolvimento, sem precedentes, de mecanismos de difusão e utilização de dados espaciais (Del Bosque González et al., 2012). Assim, os sistemas de informação "built using standards-based distributed services have become the default computing paradigm adopted by the geospatial community for building information infrastructures" (Díaz et al., 2011) que são agora vistos como elementos contribuidores para a visão de *Digital Earth*, uma representação multirresolução e multidimensão do planeta que permite encontrar, visualizar e definir um sentido para grandes quantidades de dados georreferenciados (Noucher et al., 2017b).

Uma das características chave de uma IDE é o grande e diverso grupo de atores envolvido. Os governos são muitas vezes considerados como os atores principais do desenvolvimento e implementação de IDE, pois, são os maiores produtores e utilizadores de IG, contudo, empresas privadas, organizações sem fins lucrativos, instituições de investigação e educação e até cidadãos podem participar na execução de um projeto de IDE (Vancauwenberghe e Loenen, 2018).

Como uma das principais características destas infraestruturas *Web* é a interoperabilidade, *id est* a possibilidade de os dados serem reutilizados noutros sistemas sem a necessidade de recurso a formas de adaptação e/ou transformação, rapidamente surgiram várias iniciativas para atingir uma uniformização e complementaridade alargadas. Entre estas, encontra-se a Diretiva INSPIRE, da União Europeia, mas também a *Geospatial One-Stop* (GOS), a IDE indiana, a IDE australiana, entre outras (Maguire e Longley, 2005).

A partir de convenções e diretivas do Conselho Europeu, os estados signatários devem manter inventários de sítios arqueológicos e monumentos arquitetónicos, alguns dos quais (mas não todos), legalmente protegidos. Porém, apesar de existir um mandato claro para a publicação de informação sobre estes sítios que estão estatutariamente designados através do Anexo I, Sítios Protegidos, da

¹ São informações sobre dados, isto é, serviços ou sistemas que interagem com as bases de dados e permitem ao utilizador encontrar e avaliar a adequação dos dados ao seu propósito. Devem, no mínimo, conter notícia sobre o produtor de dados, a data de publicação e o modo de obtenção da informação (Del Bosque González et al., 2012).

² O público estratégico do sistema aqui descrito.

Diretiva INSPIRE, existe alguma incerteza e ambiguidade sobre a sua aplicabilidade ao património cultural (McKeague et al., 2012).

Em Arqueologia, como em muitas outras disciplinas, os SIG têm sido utilizados como uma ferramenta que permite diversas novas linhas de investigação, desde a modelação preditiva ao cruzamento de bases de dados espaciais. O ritmo desta utilização alterou-se, na última década, com o ímpeto explosivo das aplicações de *Web Mapping* que proporcionou a oportunidade de oferecer aquelas capacidades, que antes necessitavam de especialistas e *software* especializado, ao conjunto da comunidade arqueológica (McCool, 2014) e ao público, em geral.

6.2 O conceito

Nas palavras de Kleijn et al. (2016b), a crescente procura e oferta de dados espaciais tornou-se uma característica muito importante das disciplinas com "orientação espacial". É neste âmbito de cruzamento de informações e impulso político que as IDE ganharam progressiva importância na última década (vd. Contexto Económico, Político e Legal). Assim, enquanto a utilização do "carimbo" IDE por instituições governamentais garante a atribuição unânime de um ponto positivo, as diferentes formas de implementação são indicativas de diversas realidades técnicas, organizativas (Noucher et al., 2017b) e mesmo de interpretações do conceito.

Existem na bibliografia muitas definições de IDE. Para Williamson et al. (2003), a variedade de significados deve-se ao facto deste conceito continuar a evoluir à medida que se transforma numa infraestrutura nuclear para suportar a sustentabilidade económica, gestão ambiental e estabilidade social em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Devido à sua dinâmica e natureza complexa também é visto como um conceito difuso que muitos praticantes, investigadores e governos adotaram com diferentes perspetivas dependentes das suas necessidades e circunstâncias de implementação (Maguire e Longley, 2005). Assim, existem formas simples de IDE que são, muitas vezes, "reduzidas" a *websites* para consultar IG numa determinada região via Geoportal e permitem descarregar os dados de um geocatálogo (Noucher et al., 2017b) e outras configurações que são extremamente complexas e com funcionalidades avançadas.

O grande interesse nas IDE levou a um elevado número de definições e debates em torno do conceito, nos quais, segundo Hendriks et al. (2012), se identificam quatro níveis de complexidade:

1. objetivos;
2. utilizadores;
3. componentes;
4. tecnologia.

Para [Hendriks et al. \(2012\)](#), estes níveis encontram-se todos interligados, porém, existirá uma ligação íntima entre os objetivos e os utilizadores, e a maior parte do debate em torno deste conceito centra-se na tecnologia, o 4º nível. Numa extensa revisão de 237 definições do conceito, [Coetzee e Wolff-Piggott \(2015\)](#) enfatizaram que a maior parte destas se centram nos desenvolvimentos tecnológicos e *proofs of concept* ([Coetzee e Wolff-Piggott, 2015](#); [Noucher et al., 2017b](#)).

No entanto, a ligação entre objetivos e utilizadores, ou seja, a forma como, de um ponto de vista geral, determinada IDE procura responder aos objetivos dos seus utilizadores, pode não se adaptar aos objetivos dos utilizadores de uma outra IDE, por conseguinte, variam as características de IDE para IDE. Isto é, a variabilidade dos recursos (componentes e tecnologia) usados numa IDE é diretamente proporcional à variabilidade dos objetivos, o que torna o conceito especialmente complexo ([Hendriks et al., 2012](#)).

[Fernandes et al. \(2014\)](#) define IDE como “um sistema padronizado que é integrado por um conjunto de recursos informáticos que serve para visualizar e produzir informação geoespacial disponível na Web [e] permite que, por meio de um navegador, os utilizadores possam pesquisar, visualizar, usar e combinar informação geoespacial com o objetivo de dar resposta às necessidades” dos seus utilizadores (*ibid.*: p. 14).

Por outro lado, para [Kleijn et al. \(2014\)](#), a definição de IDE varia em consonância com o profundo debate que o interesse nestas estruturas gerou e com a sucessiva redefinição provocada pela sua própria evolução. Fundamentalmente, estas plataformas *Web* permitem partilhar e gerir IG. Mas ganham relevância na promoção da partilha de dados outrora “escondidos” nos arquivos e gabinetes dos investigadores, os chamados “silos de dados”.

Na bibliografia especializada considera-se que existiram três gerações de IDE ([Manen et al., 2015](#); [Kleijn et al., 2014](#)):

1. a primeira centrada no produto;

2. repositórios para pequenos grupos de especialistas em IG, construídos em *top-down*, com interligação entre metadados, dados e utilizadores;
3. centrados no utilizador e construídos em *bottom-up*;

Kleijn et al. (2016b) apontam três tendências que fomentam a necessidade de IDE centradas nos utilizadores: o *spatial turn*; o crescente estímulo à valorização dos dados da investigação para fins urbanísticos, turísticos e outros; o progressivo número de disciplinas que estudam a evolução da paisagem ao longo dos tempos e a necessária interoperabilidade entre as mesmas.

O desenvolvimento de uma IDE requer a utilização de dados e serviços normalizados. Estes *standards* encontram-se regulados pelo *Open Geospatial Consortium* (OGC) e a especificação de serviços mais usada é o *Web Map Service* (WMS)³ mas também são utilizados comumente o *Web Feature Service* (WFS)⁴, *Web Coverage Service* (WCS)⁵ e *Catalog Service for the Web* (CSW)⁶ (Del Bosque González et al., 2012).

Segundo Manen et al. (2015) e Kleijn et al. (2014) os componentes essenciais de uma IDE são:

1. **serviços de descoberta** — permite aos utilizadores pesquisar, encontrar informação e implica a necessidade de os dados estarem enriquecidos com metadados;
2. **serviços de visualização** — proporciona a capacidade de visualização no *browser* a IG;
3. **serviços de *download*** — permite aos utilizadores fazer o *download* de dados para que possam modelar ou mesmo editar a informação nas suas máquinas e, assim, evita problemas relacionados com a *performance* dos visualizadores e a dependência de ligações estáveis à *internet*;
4. **transformação de coordenadas** — serviços que permitem transformar coordenadas dos conjuntos de dados e são da maior utilidade para utilizadores com menos conhecimentos;
5. **serviço de *upload*** — permite que os utilizadores efetuem o *upload* de dados, mas torna imprescindível o controlo destes através de um sistema de registo e revisão de informações introduzidas;

³ Norma OGC que geralmente serve um mapa em formato raster (PNG, GIF ou JPEG) (Del Bosque González et al., 2012).

⁴ Este *standard* define interfaces que permitem obter ou pesquisar atributos de elementos geográficos (*ibid.*).

⁵ Esta norma fornece acesso a dados de cobertura para renderização no cliente, como entrada em modelos científicos e para outros clientes (OGC, s.d.).

⁶ Este *standard* expõe catálogos de registos geoespaciais em XML (*ibid.*).

6. serviço de publicação;

Segundo [Vancauwenberghe e Loenen \(2018\)](#), o conceito de Infraestrutura de Dados Espaciais de Acesso Aberto liga-se a quatro mudanças nucleares no papel e posição dos atores do setor público no desenvolvimento e implementação de IDE:

1. disponibilização dos dados aos cidadãos, empresas e outros *stakeholders*, sem restrições;
2. as IDE podem ser como uma *framework* para suportar a distribuição de serviços eletrónicos aos cidadãos, empresas e outros *stakeholders*, permitindo-lhes assim tirar partido da IG;
3. ter em conta as necessidades e requisitos dos diferentes grupos de *stakeholders*, os utilizadores e produtores de dados fora do setor público devem também ser envolvidos na governança de uma IDE;
4. só são consideradas abertas no caso de todos os *stakeholders* poderem contribuir para o seu desenvolvimento, o que significa que também podem adicionar dados e componentes à infraestrutura;

6.2.1 Os utilizadores

Cidadãos, especialistas e não especialistas, estão cada vez mais a participar no processo de produção contínua de informação e colaboram uns com os outros na resolução de problemas e tarefas. Isto destaca a transição do papel dos utilizadores de meros consumidores de dados para participantes ativos e produtores de informação. Consequentemente, os utilizadores finais agora interagem, usam e acedem a IDEs de uma forma diferente ([Díaz et al., 2011](#)).

Segundo [Manen et al. \(2015\)](#) e [Kleijn et al. \(2014\)](#), os utilizadores definem os seus objetivos que se traduzem em requisitos para permitir que eles próprios possam realizar certas tarefas. Logo, para além dos objetivos, os requisitos dependem dos conhecimentos dos utilizadores, ou da *GI-literacy*. Numa tradução livre, *GI-literacy* significa literacia em Informação Geográfica e define-se como "knowledge, understanding and expertise to be prepared to use spatial data and associated tools in a competent manner and in an emancipatory way" ([Hennig et al., 2013](#): p. 99). Assim, as diferenças da *GI-literacy* dos utilizadores traduzem-se em diferentes requisitos de implementação. No caso das IDE de 3ª geração, a relação entre *GI-literacy*, objetivos e componentes tecnológicos tem grande importân-

cia (Manen et al., 2015).

Podemos considerar uma escala de 4 níveis de literacia em GIS (Manen et al., 2015; Kleijn et al., 2014; Nazari, 2011):

1. **utilizadores sem literacia-IG** — aqueles que compreendem um visualizador *Web* básico, mas não estão familiarizados com *software* SIG para *desktop*;
2. **utilizadores básicos de SIG** — aqueles que estão familiarizados com *software* SIG *Desktop* e têm conhecimentos de análise básicos;
3. **utilizadores avançados de SIG** — aqueles que estão familiarizados com análises espaciais complexas e entendem tecnologias de servidores *Web*;
4. **utilizadores especialistas de SIG** — aqueles que são capazes de efetuar análises complexas com grandes bases de dados e organizar o seu próprio servidor.

Kleijn et al. (2014) defendem, tal como Hennig e Belgui (2011), que o caminho certo é não deixar os especialistas observarem a disciplina, criarem e implementarem uma infraestrutura baseada nos seus conhecimentos e descobertas, mas sim envolver os utilizadores finais no *design* e implementação, permitindo que o especialista crie apenas os blocos iniciais. Para Kleijn et al. (2014), a comunidade arqueológica é variada, mas inclui muitos utilizadores dos grupos 3 e 4.

Volunteered Geographic Information

A *Volunteered Geographic Information* (ou Informação Geográfica Voluntária) é vista como “uma nova forma de produzir e partilhar dados espaciais [formados por] informações geradas pelos próprios usuários e organizadas em uma plataforma padronizada” (Sampaio e Brandalize, 2018: p. 76). Este conceito está de tal forma disseminado que, muitas vezes, os utilizadores nem se dão conta que estão a utilizar dados criados desta forma, por exemplo, nos seus dispositivos móveis e nos GPS dos seus automóveis.

Nos últimos anos, houve uma rápida implementação de práticas da chamada Web 2.0, como a utilização de “geo-etiquetas” em fotografias, vídeos e outras formas de registo, aliados à crescente disponibilidade de *location-intelligent devices*, tecnologias das redes sociais, *mobile location-based services* com uma maior capacidade de processamento, autonomia, melhores câmaras e *software* de mapeamento “móvel”. Estas inovações em conjunto com o advento da Informação Geográfica Voluntária,

levou ao surgimento de termos, como “cidadãos sensores”, que prometem revolucionar o mundo da tecnologia geoespacial (Harris, 2012).

Entre as iniciativas mais conhecidas de Informação Geográfica Voluntária conta-se a plataforma *OpenStreetMap* (OSM), a *Wikimapia* e *Google My Map*. Estas ferramentas tentam, através da inteligência coletiva dos seus voluntários, disponibilizar dados geoespaciais a uma audiência alargada (Coleman et al., 2009; Coleman et al., 2010; Goodchild, 2007) e disponibilizam uma grande panóplia de informação espacial: desde toponímia, geometria de edifícios, traçado de vias ferroviárias e rodoviárias, trânsito e elementos do património natural e cultural, entre muitas outras categorias.

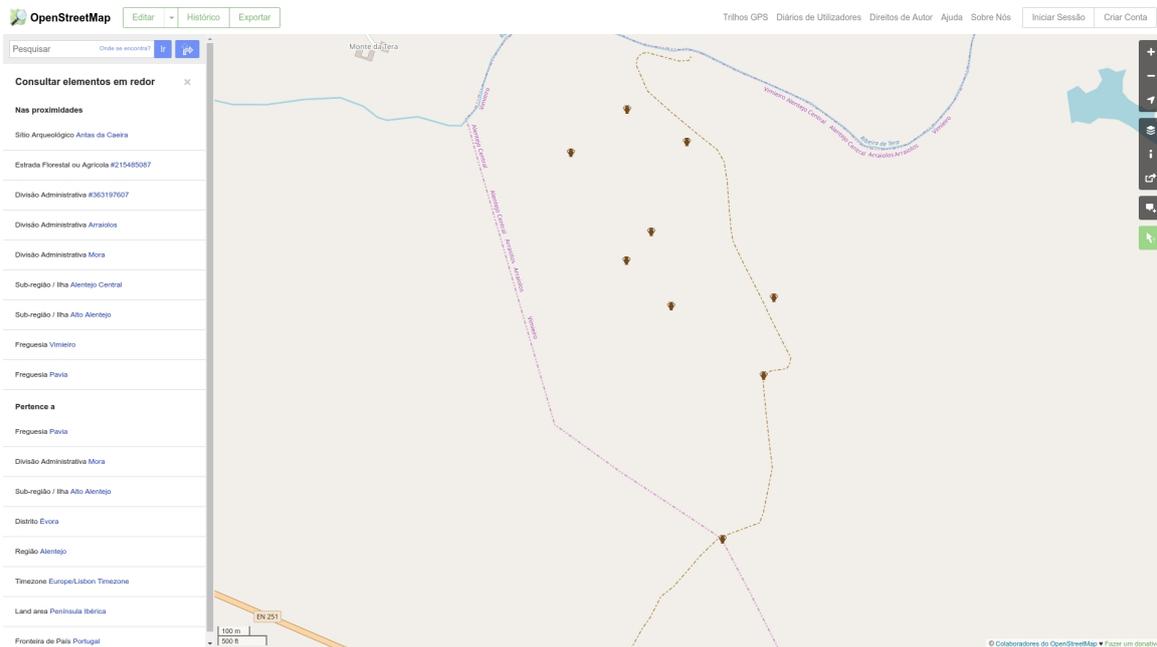
A título de exemplo, o OSM utiliza *tags* específicas para tipologias de sítios arqueológicos e identifica uma variedade de 322 categorias diferentes. *Tumulus* e *megalith* são as tipologias mais comuns com respetivamente 61.75% e 17.86% dos registos, ou seja, 31302 e 9083 registos a nível mundial. A *tag megalith* tem vários campos associados como o topónimo, informação se se encontra *in situ* e o tipo de megálio (*megalith_type*) que se divide em 11 entradas:

1. dolmen
2. tholos
3. menhir
4. alignment
5. stone_circle
6. cist
7. passage_grave
8. long_barrow
9. chamber
10. nuraghe
11. well

Existe atualmente uma tendência crescente no sentido de abraçar o potencial da Web 2.0 na criação de conhecimento, com a contribuição dos utilizadores a tornar-se significativamente importante



(a) Distribuição do Megalitismo mundial — OSM (contributors, s.d.)



(b) As antas e menir da Herdade da Caeira — OSM (contributors, s.d.)

Figura 6.1: Património Megalítico presente na plataforma colaborativa *OpenStreetMap*

no desenvolvimento de *Open Data* como Informação Geográfica Voluntária. O crescente número de voluntários que adicionam valor aos dados geoespaciais requerem formas de organização eficientes e o acesso livre à informação (Kalantari et al., 2014). Neste âmbito a adaptação das IDE ao VGI é um desafio constante.

Vários autores reconhecem assim que a colaboração dos utilizadores em formatos *crowdsourcing*, como a VGI, cria desafios como o controlo de qualidade da informação, mas pode trazer também valiosas lições no desenvolvimento de projetos nas Ciências Sociais e nas Humanidades (Del Bosque González et al., 2012; Kansa et al., 2011; Harris, 2012). Harris (2012), defende mesmo que “the geospatial Web has the potential to empower communities of amateurs, students and experts alike to contribute to archaeology in ways that differ markedly from traditionally conceived GIS and digital mapping approaches” (*ibid.*: p. 581).

Na aplicação ao património cultural e mais especificamente à Arqueologia, Vancauwenberghe e Loenen (2018) consideram a Informação Geográfica Voluntária um desafio particular para que se possa retirar alguma vantagem. Harris (2012), tem uma visão semelhante, mas especifica que esta tendência consubstancia-se num conjunto de desafios e oportunidades para as disciplinas que lidam com os dados geoespaciais, inclusive para a Arqueologia, pois, a comunidade emergente de “cidadãos sensores” com capacidades para lidar com dados geoespaciais permite produzir vastas quantidades de dados em tempo real, dados e *media* com coordenadas associadas (*geo-tagged*), em múltiplas escalas e a uma extensão quase global (*ibid.*).

6.2.2 Aplicação em Arqueologia

En general se puede concluir que una apuesta por sistemas de gestión de los inventarios más abiertos, con posibilidad de actualización, apoyados en la geolocalización e interoperables contribuirían a una optimización de la información recogida sobre los bienes, la actualización de ésta, facilitarían su difusión y conocimiento y posibilitarían en un futuro una mayor interacción con otras bases de datos de ámbito local o específicas, que ayudarían en la labor e inventariado de nuestro patrimonio.

Hernández et al. (2018)

Os dados arqueológicos, heterogéneos e incompletos por natureza, caracterizam-se pela sua dimensão espacial e temporal, e subsequentemente por uma necessidade de representação 4D. Ao longo dos anos, têm sido feitos vários esforços para aproveitar as capacidades espaciais dos SIG em

arqueologia, amplamente reconhecidas na bibliografia especializada (Wheatley e Gillings, 2002) que tiveram um forte impacto nos princípios da prospeção arqueológica e nas estratégias de processamento de dados (Prinz et al., 2014; Wheatley e Gillings, 2002; Chapman, 2006).

Simultaneamente, a aplicação de tecnologias sofisticadas de documentação e mapeamento estão a ser cada vez mais usadas no registo arqueológico, gerando conjuntos de dados com interesse para além do seu propósito imediato. Quando cada projeto termina e após a publicação de modo tradicional, os conjuntos de dados produzidos são geralmente guardados em “silos de dados” com mecanismos limitados para a descoberta, visualização, *download* e reutilização (McKeague et al., 2012).

Hoje em dia, a distribuição da informação e a partilha de dados digitais dentro da comunidade científica global tornaram-se elementos-chave da política de conservação do património, tal como uma ferramenta que aponta ao uso sustentável de recursos históricos ou até um pré-requisito para a sua preservação efetiva, o que pode apenas ser garantido por formatos de ficheiros normalizados (Koszewski et al., 2018).

Equipas de investigação multidisciplinares requerem o suporte de ciberinfraestruturas que lhes permitam a distribuição de dados e capacidade de computação para poderem desempenhar ciência colaborativa de forma eficiente (Díaz et al., 2011).

Neste contexto, o desenvolvimento de IDE nacionais serviu como modelo para desbloquear o potencial das bases de dados do património, permitindo que a informação seja recolhida uma vez e reutilizada frequentemente. Contudo, a possibilidade de atingir todo o potencial do património cultural através da partilha e reutilização com organizações externas e a comunidade de investigação mais alargada está limitada por questões tecnológicas, semânticas e organizacionais (McKeague et al., 2012).

Segundo Manen et al. (2015), existem um conjunto de vantagens na utilização de uma IDE no âmbito do Património:

1. oferecer funcionalidades para integrar dados geográficos digitais (de diferentes repositórios e origens);
2. oferecer funcionalidades para comunicar dados históricos e do património cultural a várias audiências. Os conhecimentos de administradores e gestores culturais varia muito;
3. oferece funcionalidades para processar e/ou fazer *download* de dados para *software* especializado nos quais os modelos espaciais podem ser criados e podem ser realizadas análises espaciais

complexas;

4. oferecer funcionalidades para partilhar modelos criados em *software* especializado e automaticamente, após verificar a alteração dos dados de base ou o acrescento de outros, actualizar;
5. oferece uma estrutura para disseminar informação na forma de serviços estruturados segundo normas da indústria.

Críticas

Existem várias críticas e/ou reservas à utilização de tecnologia espacial e técnicas da *Web* 2.0 e 3.0 em Arqueologia.

Huggett (2012) defende que é importante considerar as origens destas técnicas e tecnologias e que, ao serem utilizadas, não se deve deixar de reconhecer que a informação arqueológica está a ser integrada em constantes camadas de *standards*. Ao fazer a ligação da capacidade de novas tecnologias como a semântica, este autor chama a atenção para o facto de que, "from a culture-historical/ processual perspective which sees the archaeological record as objective, static, knowable, where facts are given, not made" (*ibid.*: p. 539), estas questões poderão não ser problemáticas, mas, por outro lado, de um ponto de vista pós-processualista em que "the past is seen as situated, contingent and incomplete, data as theory-laden and relationships as constantly changing depending on context" (*ibid.*: p. 539), então estas ciberinfraestruturas poderão ser consideradas problemáticas.

Vacca et al. (2018) frisam que a complexidade dos estudos provocados pela aplicação de tecnologias como as acima descritas está a provocar a hiperespecialização e a promover o estudo de objetos reais fragmentados em pequenos componentes.

Por outro lado, segundo Sullivan e Wendrich (2015), os mapas digitais são mais propícios a representações incorretas devido a premissas ontológicas básicas: algo é ou não é representado. Estes autores defendem que a visão positivista implicada nos SIG e em representações *online* dos dados espaciais se baseia mais em dados quantitativos que qualitativos, não estando preparados para as abordagens críticas que caracterizam as humanidades nem para a possibilidade de interpretações alternativas (*ibid.*). Neste contexto, defendem uma alteração de paradigma, dos SIG como sistema para SIG como ciência (Harris et al., 2010; Sullivan e Wendrich, 2015).

Para McKeague et al. (2012), o acesso facilitado à informação arqueológica representa uma ameaça crescente para o património cultural, pelo aumento da sua exposição às atividades ilícitas. No

entanto, o mesmo autor, considera que uma sociedade “madura” tem interesse em que a informação seja visível e consultável.

Snow (2006) discute os problemas que desencorajam a difusão de dados arqueológicos, tornando-os “obscurely archived and difficult to access” (Migliorini et al., 2017). Em particular, Migliorini et al. (*ibid.*) mencionam não apenas as dificuldades da forma obscura como são recolhidos, mas também o facto de o acesso e política de confidencialidade variar de país para país (*ibid.*).

6.3 Exemplos nas Humanidades / Património

No intuito de caracterizar o largo espectro de Infraestruturas de Dados Espaciais em que se irá inserir o Atlas do Megalitismo aqui proposto, analisaram-se alguns exemplos de implementação de IDE ao Património, em geral, e à Arqueologia, em particular. Estas plataformas foram escolhidas por serem as que se encontraram mais vezes referidas na bibliografia especializada e aquelas que, a nível nacional, se destacaram.

As tabelas sumárias que aqui se apresentam representam apenas uma parte da análise feita. Para uma leitura completa, recomenda-se a consulta das fichas descritivas que se encontram em anexo (*Fichas descritivas dos exemplos de IDE nas Humanidades / Património*).

A análise desenvolvida teve em conta os princípios da *Open Science*, tal como referido no capítulo correspondente (*Open Science em Arqueologia*), exceto no aspeto dedicado aos recursos educacionais. Os *Open Educational Resources* podem requerer a criação de conteúdos específicos que, por si, implicam plataformas independentes. Não obstante, considera-se que a interoperabilidade dos dados e outros aspetos considerados garantem a possibilidade de futuras implementações de *frameworks* dedicadas a recursos educacionais.

Título	<i>Open Data</i>	<i>Open Source</i>	<i>Open Access</i>	<i>Open Peer Review</i>	<i>Open Methodology</i>	Descrição
Infraestrutura de Dados Espaciais do SIPA	✗	✗	✗	✗	✗	A.1.1
Atlas do Património Classificado e em vias de Classificação	✗	▮	✗	✗	✗	A.1.2
iGEO	▮	▮	✗	✗	✗	A.1.3

✓ = Implementado.

✗ = Não implementado.

▮ = Implementação parcial.

Tabela 6.1: Síntese dos exemplos de IDE aplicados ao património em Portugal (vd.: [Fichas descritivas dos exemplos de IDE nas Humanidades / Património](#))

Apesar de se poder reconhecer a inadaptabilidade de alguns parâmetros aos projetos em questão, verifica-se a existência de diversos problemas e incongruências mesmo em projetos que tentam integrar estes princípios. Logo, segundo a análise efetuada, a maior parte das plataformas consultadas não seguem os parâmetros referidos para a ciência aberta.

Ao nível do *Open Data*, na maior parte dos casos, não existe uma utilização correta das licenças de acesso aberto ou, por outro lado, estas nem são utilizadas. Por exemplo, verificaram-se situações em que são integrados dados em plataformas, associados a licença CC BY⁷ ou CC BY-NC⁸, e posteriormente se limita a sua reutilização em página dedicada. Num caso concreto, a instituição assume inclusive que os direitos de autor dos dados podem ou não ser da própria. A consequência imediata desta situação, comum nas plataformas portuguesas, é que esses dados não estão realmente em acesso aberto.

Em última instância, estes procedimentos limitam a reutilização dos dados científicos, tanto para verificação pelos pares, como para implementação de soluções vocacionadas para a sustentabilidade do Património.

Quanto ao *Open Source*, nota-se uma tendência de aposta nesta opção em detrimento do *software* proprietário, porém, muitas destas implementações, caracterizam-se pela incorporação de visualizadores *Open Source* com gestão dos dados geográficos a cargo de um produto ESRI ou mesmo pela utilização integral de produtos daquela empresa.

O acesso aberto às publicações, conforme defendido na conceção da *Open Science* aqui utilizada,

⁷ Esta é uma licença com poucas restrições e que permite mesmo a reutilização comercial.

⁸ Esta licença não permite a reutilização comercial.

Título	Open Data	Open Source	Open Access	Open Peer Review	Open Methodology	Descrição
IDE Arqueológica da Idade de Ferro em Galicia	✗	✗	✗	✗	✗	A.2.1
SILEX - Sistema de Información Locacional em XML						A.2.2
PRAGIS - Puuc Region Archaeological Geographic Information System	✓	✗	✗	✓	✗	A.2.3
IDE do Departamento de Conservación Preventiva del Instituto del Patrimonio Cultural de España	✓	✓	-	✗	✗	A.2.4
IDEARQ - Infraestructura de Datos Espaciales de Investigación Arqueológica	✓		✗	✗	-	A.2.5
Catalhöyük	✓	✗	✗	✗	✓	A.2.6
ARCHAEO 3DWEBGIS	■	✓	✗	✗	✗	A.2.7
ArchaeoGEW - Il web GIS archeologico della Spina Verde di Como	✗	✓	✗	✗	✗	A.2.8
Higeomes	✗	?	✗	✗	✗	A.2.9
ARCADE	✗	✓	✗	✓	✓	A.2.10
Heritage Monitoring Scouts	✗	✓	-	✓	✓	A.2.11
crc806	■	✓	✓	✗	✓	A.2.12

✓ = Implementado.

✗ = Não implementado.

■ = Implementação parcial.

Tabela 6.2: Síntese dos exemplos de IDE aplicados ao património internacional (vd.: [Fichas descritivas dos exemplos de IDE nas Humanidades / Património](#))

poderá não corresponder aos propósitos destas plataformas, mas independentemente disto, a sua vocação científica poderia ganhar ao incluir, pelo menos, ligações às publicações associadas a cada monumento.

Ao nível do *Open Peer Review* e *Open Methodology*, verificou-se que, na maior parte dos casos, as plataformas consultadas não se coadunam com estes parâmetros. Isto possivelmente deve-se aos propósitos e objetivos da sua implementação em *top down*⁹, logo, relegando a transparência quanto a processos de revisão de dados e metodologias para um segundo plano ou para a inexistência.

6.4 Discussão

Procurou-se neste capítulo realizar um estado da arte das Infraestruturas de Dados Espaciais, em geral, e a sua aplicação ao património, em particular.

Como se pode deduzir da leitura do capítulo, este é um conceito em rápida (r)evolução e que não estabilizou até ao momento de redação desta tese, como, provavelmente, o ultrapassará. É indubitável que, apesar das críticas que se lhe podem apontar na aplicação ao Património Cultural, a sua utilidade

⁹ O *design* e implementação da infraestrutura é criado a partir do topo da hierarquia institucional sem qualquer colaboração dos utilizadores finais nem da comunidade, em geral.

é inquestionável.

Sentido contrário, parecem ter as bases de dados estatais portuguesas, que poderiam ser ferramentas fundamentais para a execução de projetos de investigação arqueológica e, porventura já o foram, mas estão agora aparentemente estagnadas numa multiplicidade de recursos gastos em dados equivalentes e com reduzida aplicabilidade.

Tendo em conta os exemplos existentes de IDE aplicadas ao Património Cultural, considerou-se meritória de destaque a abordagem presente no projeto *Heritage Monitoring Scouts* (A.2.11). Esta abordagem proporciona um *workflow* com base num grupo de "cidadãos-sensores" voluntários que monitorizam a preservação do património, em geral. Esta abordagem, baseada em *software* em acesso aberto, pressupõe que os voluntários têm acesso aos dados e localizações exatas dos monumentos que devem monitorizar. Apesar dos perigos, amplamente discutidos em debates de cariz ético, consideramos que não podemos pressupor que todos os cidadãos/ utilizadores são mal-intencionados e reafirmamos que uma sociedade informada de "cidadãos sensores" poderá ser fundamental para contribuir para a preservação e proteção dos sítios e monumentos arqueológicos. *Id est*, a democratização do conhecimento e a preservação dos sítios e monumentos pressupõe a consciencialização da existência do mesmo e da sua localização pela sociedade que, por um lado, o poderá sustentar e preservar e, por outro lado, é moldada pela sua estrutura identitária.

Ainda que alguém possa aceitar que a sociedade poderá não estar preparada para conhecer a localização exata e se mantivesse a sua proteção pela camuflagem da sua existência física, restam muitas questões relacionadas com a presença desses dados na cartografia existente em diversas plataformas gratuitas como o "Portugal Megalítico" ou o *Open Street Map* (6.2.1). Como controlar a informação já disponibilizada e reutilizada milhares de vezes por comunidades de voluntários? Qual será realmente a utilidade de tentar restringir o acesso a estes dados?

Parte III

IMPLEMENTAÇÃO

7

Objetivos, funcionalidades e desafios

O rápido avanço das tecnologias da informação nas últimas décadas permitiu o desenvolvimento de ferramentas, protocolos e procedimentos que mudaram as formas tradicionais de abordagem à preservação do património trazendo modos mais precisos e com custos mais eficientes de documentação, técnicas de conservação preventiva de maior competência e novas ferramentas para a reconstrução total ou parcial (Ioannides et al., 2018).

A realização do trabalho aqui proposto obrigou à identificação e descrição das tipologias e conceitos associados aos monumentos que se poderiam incluir no Atlas. Por si, a identificação dessas tipologias, obrigou à explicitação dos conceitos subjacentes (5.2 - Os conceitos). Verificou-se, no entanto, uma grande variabilidade de conceitos, a inexistência de vocabulários normalizados com ca-

pacidade para comparações regionais e internacionais, e mesmo alguma confusão entre especialistas e não especialistas. Logo, consideramos que o ideal é que a caracterização dos monumentos não dependa destas tipologias e nomenclaturas.

Do mesmo modo, uma ilação bastante importante é que não será possível utilizar de forma simples os dados das IDE existentes como base para criar o Atlas do Megalitismo. Esta conclusão prende-se com o facto de que existem dados que podem não estar acessíveis em acesso aberto e que a localização dos sítios, quando retirada daquelas fontes, poderá não poder ser disponibilizada livremente. Tudo depende de quais são os dados que podem ser protegidos por direitos de autor e quais são os realmente livres — algo nunca indicado pelas instituições estatais. Como se não bastasse, a confusão inerente aos conceitos e o prejuízo da inclusão da maioria dos dados fundamentais em campos descritivos, tornam a interoperabilidade da informação presente nestas bases de dados bastante limitada, quando não impossibilitada.

A natureza desviante desta conclusão é tal que reconfigurou completamente a forma de inclusão dos dados que se programara para o Atlas do Megalitismo. Deste modo, procurar-se-á implementar a infraestrutura segundo um modelo de implementação que permita a independência, a preservação dos dados pela sua interoperabilidade e o rápido crescimento ao permitir que qualquer interessado (seja discente, docente, investigador, promotor...), qualquer cidadão, possa participar.

Num plano idealizado, a plataforma para auxiliar o estudo do Megalitismo deve ser independente destas classificações tipológicas e da origem geográfica do utilizador. Este aspeto que, *per se*, permitiria que cada utilizador pudesse definir as características que deseja pesquisar e/ou filtrar na plataforma, possibilitaria dinamizar estudos de carácter supralocal, pela comparabilidade direta entre registos e interoperabilidade dos dados. Mas quais são as características que a plataforma deve ter? Isto é, quais são as funcionalidades que devem ser incluídas para atingir os objetivos dos seus utilizadores, especialistas e não especialistas? Isto é o que procuraremos definir neste capítulo.

7.1 Objetivos

Desde o início, as IDE sofrem a implementação contínua de novas tecnologias, que as redefinem, para dar resposta aos objetivos dos seus utilizadores.

Kleijn et al. (2014), elencaram uma série de requisitos fundamentais para uma IDE europeia para o património:

- dada a interdisciplinaridade, é de extrema necessidade a utilização de metadados de grande qualidade para obter dados confiáveis e úteis;
- os utilizadores devem poder fazer *upload* e *download* de modo a poderem editar a informação num *Desktop SIG* e fazer *upload* desses mesmos conteúdos ou de outros e ainda publicar os dados;
- deve ser possível usar contas de utilizadores para evitar constrangimentos locais associados com alguns dados, mas também pela sensibilidade de alguma informação;
- existe uma clara tendência à utilização de visualizadores interativos de mapas, utilizados para partilhar conhecimento, análise e valorização;
- estas iniciativas requerem ligações a arquivos digitais nos quais a informação sobre entidades individuais é enriquecida com a localização exata — assim, a incorporação de dados das entidades individuais é vital;
- é necessário ter capacidade para executar *queries* nos dados para aplicar modelos e técnicas de computação;

Segundo Kleijn et al. (2016b) e Martinez-Rubi et al. (2016) os utilizadores de uma IDE aplicada ao património cultural pretendem:

- visualizar um modelo realista e detalhado da área de estudo e realizar medições precisas entre estruturas e objetos. O que implica:
 - adquirir e processar modelos realistas e altamente precisos;
 - a possibilidade de visualizar paisagens complexas com os vários objetos e estruturas integradas num visualizador 3D;
 - o fornecimento de ferramentas para medir distâncias e volumes;
- realizar análise espaço-temporal consultando os objetos e estruturas com base em atributos (como datações, a presença / ausência de decoração e a sua tipologia);
- integrar imagens históricas na plataforma — permite que os utilizadores analisem, por exemplo, a evolução histórica;

- capacidade de integração de dados 2D SIG — permite que os arqueólogos comparem as várias fontes de dados 2D SIG que são coletadas durante o projeto (mapas históricos georreferenciados, fotografias aéreas, dados de escavação vetorial, dados de detecção remota e dados geofísicos).

Para o projeto proposto para esta dissertação, adaptamos estes requisitos e desenvolvemos os aspectos tecnológicos necessários à implementação de uma IDE para o Megalitismo, de acordo com os princípios constituintes da *Open Science*:

1. a plataforma deve utilizar métodos e tecnologias *open-source* que garantam a sua própria interoperabilidade e dos dados que alberga;
2. o *software open-source* em que se baseia deve, de preferência, ter uma grande comunidade e um funcionamento modular para tentar garantir a sua continuidade futura;
3. evitar campos descritivos;
4. deve ser independente dos conceitos ou da língua nativa dos seus utilizadores;
5. deve permitir associar a cada monumento, todos os dados e formas de registo utilizadas na investigação arqueológica como, por exemplo:
 - método de escavação / prospeção efetuada;
 - análise da estratigrafia;
 - nome do investigador responsável;
 - *output* de análises das chamadas arqueociências;
 - formatos *raster* — desenho arqueológico, fotografias, entre outros;
 - outros formatos (por exemplo, tabelas);
 - bibliografia associada;
 - as datações devem incluir os dados essenciais à sua análise;
6. proporcionar visualizadores de modelos 3D que permitam a medição e análise arquitectónica dos monumentos;
7. deve permitir realizar pesquisas simples e avançadas, com base em filtros (atributos dos monumentos e artefactos) e localizações espaciais (áreas, *buffers* e outras técnicas típicas de SIG);
8. deve permitir o acesso através de outros *software*:

- através de *Application Program Interface* (API) para acesso programático através de outros *software*;
- através de serviços OGC para acesso programático e de *Desktop SIG*;

Nos pontos acima enumerados, destaca-se, por exemplo, a não inclusão de análises espaciais em IDE. Por opção, consideramos desnecessária a possibilidade de efetuar análise espacial no *browser* por os algoritmos envolvidos serem propensos a grande consumo de memória, tornando-se rapidamente redundantes e causando erros no *browser* (por exemplo, erros de *timeout*). Aliás, considera-se que a maior parte dos utilizadores que procuram efetuar análise espacial com dados do Património Cultural são aqueles que utilizam *software Desktop SIG* e para os quais bastará proporcionar o acesso aos dados via serviços normalizados (OGC, W3C)¹.

De outra forma, destacam-se alguns elementos pela capacidade implícita que se espera que proporcionem à plataforma como a inclusão de modelos 3D ou de capacidades semânticas.

7.2 3D

Já em 2005, [Pescarin et al. \(2005\)](#), considerava que a utilização de modelos 3D, em geral, e em WebSIG, em particular iriam desenvolver-se consideravelmente pelas possibilidades que se aplicam em arqueologia. Esta importância continua a ser destacada na bibliografia, existindo mesmo eventos científicos exclusivamente dedicados à digitalização do património e à utilização do registo 3D em Arqueologia, em particular. [Drap et al. \(2017\)](#), indicam que "3D survey is crucial, allowing archaeologists to connect actual spatial assets to the stratigraphic formation processes (i.e., to the archaeological time) and to translate spatial observations into historical interpretation of the site" (*ibid.*: p. 1).

Segundo [Santagati et al. \(2013\)](#), a documentação do património cultural não se pode basear apenas em representações 2D devido às características intrínsecas dos objetos em análise (por exemplo, irregularidades, a fragmentação de superfícies, a rugosidade dos materiais, partes em falta, instabilidade estrutural, deterioração) (*ibid.*). Os modelos 3D dão-nos novas oportunidades de interpretação, conservação e reinterpretação para o futuro (*ibid.*).

Nos últimos anos, a criação de modelos 3D no património cultural tem-se tornado cada vez

¹ A este respeito, remetemos para a *escala* de níveis de literacia em GIS, segundo [Manen et al. \(2015\)](#); [Kleijn et al. \(2014\)](#) e [Nazari \(2011\)](#).

mais popular. Segundo Auer et al. (2014), isto deve-se a várias razões: a) há cada vez mais tecnologia de captura disponível, especificamente desenhada para objetos de várias escalas, complexidade na forma e superfície e ainda para diferentes materiais; b) crescente capacidade de o *hardware* e *software* processar, guardar e visualizar os modelos; c) crescente procura para outras utilizações, isto é, conservação, restauro, educação e análise GIS 3D.

Kleijn et al. (2016b) procura responder ao conjunto de requisitos suprarreferidos, no projeto "Mapping the Via Appia", por meio de um *workflow* que inclui alguns meios com custos muito elevados (por exemplo: LIDAR DRIVE-MAP), posteriormente substituído por fotogrametria ou *Structure from Motion* (SfM), e um misto de *software open-source* e proprietário para a publicação e análise dos dados. Esta capacidade 3D permite registar, apresentar, analisar e reconstruir sítios e artefactos arqueológicos e a posterior (re-)interpretação de sítios e monumentos arqueológicos complexos (*ibid.*).

Em termos tecnológicos, a recolha da informação que permite a modelação 3D é feita com Laser 3D ou SfM. Existe na bibliografia um grande destaque para SfM devido à facilidade de utilização da técnica, pois, só requer uma máquina fotográfica digital e o pós-processamento em *software open-source* para obter modelos detalhados. O detalhe destes modelos chega a rivalizar com os obtidos pelo Laser 3D, com a vantagem de todo o processo poder ser gratuito e dos modelos serem detalhados o suficiente para a maioria dos objetivos arqueológicos.

Existem vários exemplos de tentativas de integração de modelos 3D em IDE (Barrile et al., 2016; Kleijn et al., 2016b; Billen et al., 2013; Kokalj et al., 2013; Águila Escobar, 2005; Respaldiza et al., 2012; Naranjo et al., 2018). Esta adaptação pode proporcionar uma nova forma de fazer investigação arqueológica, mas, por outro lado, obriga a novas abordagens e conceitos no desenvolvimento das infraestruturas de suporte (Billen et al., 2013).

Quanto à visualização *online* destes modelos, destacam-se duas opções: a utilização de algumas bibliotecas *javascript* (*WebGL*, *three.js* e *d3.js*) para a construção de visualizadores e a utilização de outros, *ad hoc*, com base nas mesmas bibliotecas (com ênfase para o *3DHOP* e *Potree*).

A utilização dos visualizadores especializados permite responder ao ponto 6 da lista de requisitos enumerada (vd. lista de requisitos), mas também a iluminação adaptativa dos modelos, cálculo de medidas e volumes, a filtragem dos objetos por classificação das suas partes, entre outras funcionalidades mais avançadas. Destaca-se ainda que, por ser *software open-source*, é possível adaptar e

incorporar novas funcionalidades, como é o caso do projeto de Galeazzi (2016) ².

7.3 Web Semântica

Historians do not want to find database records; they want to understand historical contexts.

Kummer (2010)

Na última década, com a proliferação da digitalização do Património Cultural nasceram novos desafios para o Património Cultural, o leque de aplicações tornou-se mais abrangente e aumentou o número de atores interessados em obter e partilhar conhecimento relativo ao património. No entanto, suportar a partilha digital de informação relativa ao Património Cultural implica outros desafios como: a interoperabilidade, estruturar e transformar os dados para informação, informação para conhecimento e conhecimento para a aplicação, etc (Tiano e Martins, 2018). As abordagens baseadas no saber, estruturado com conceitos de LOD e ontologias, são reconhecidas como uma base para soluções eficientes (*ibid.*).

Simultaneamente, por influência do princípio destrutivo de uma escavação, decorre uma evolução nos *outputs* das escavações que se tornaram cada vez maiores, mais complexos e são, maioritariamente, digitais

Apesar do crescente uso de tecnologias da informação do domínio da arqueologia, atualmente muitas instituições e/ou grupos de investigação desenvolvem independentemente as suas bases de dados e aplicação de gestão, isolada das outras, já existentes, produzindo uma acumulação fragmentada dos dados (Migliorini et al., 2017) com a tendência para a criação de “silos de dados”.

A frase em epígrafe, da autoria de Kummer (2010), é paradigmática da utilidade das práticas da Web Semântica para a História e a Arqueologia ao afastar estas disciplinas dos registos de leitura direta e simples, assumindo a importância da compreensão do contexto dos dados. A informação tratada por estas disciplinas é, geralmente, constituída por fragmentos que permitem retratar uma realidade do passado e, como tal, possibilitam a construção de múltiplas narrativas (Cripps, 2011). Assim, os sistemas de informação arqueológica devem estar preparados para a subjetividade, multivocidade,

² Este visualizador 3D foi criado no âmbito de um projeto do *Archaeology Data Service* e permite a visualização de modelos 3D de estratigrafia arqueológica, associados à matriz de Harris.

temporalidade e incerteza (*ibid.*). Ou seja, o contexto é tudo, logo, a clareza semântica é essencial.

O conceito de *Web Semântica* foi cunhado por Tim Berners-Lee e consiste numa “extensão” da *Web* a partir de *standards* geridos pelo World Wide Web Consortium (W3C). Estes *standards* promovem a utilização de determinados formatos de dados e de protocolos de partilha na *Web* que permitem a leitura por humanos e máquinas (Khosrow-Pour, 2005).

Esta *framework* baseia-se em tecnologias como o *Extensible Markup Language* (XML) que permite a anotação de dados com significados explícitos, utiliza um identificador único, o *Uniform Resource Identifier* (URI), para cada recurso e organiza a informação na forma de enunciados, cada um formando um “triplo” constituído por sujeito, predicado e objeto (Kummer, 2010).

Outro conceito de grande importância para a *Web Semântica* são as ontologias. Este conceito descreve um modelo (representação) formal de tipos, propriedades em determinado domínio e as relações entre esses conceitos.

Segundo Wah (2007), as recomendações da W3C para a *Web Semântica* são:

- XML — proporciona a sintaxe de superfície para estruturar documentos, mas não impõe constrangimentos semânticos no significado desses documentos;
- XML *Schema* — é a língua que restringe a estrutura dos documentos XML, mas também cria extensões para as categorias de dados;
- RDF — é um modelo de dados por objetos (“recursos”) e relações entre estes, coloca à disposição semântica simples para este modelo de dados que podem ser representados em *syntax* XML.
- RDF *Schema* — é o vocabulário para descrever propriedades e classes de recursos RDF com semânticas para a generalização de hierarquias de tais propriedades e classes;
- OWL — adiciona mais vocabulário para pormenorizar as propriedades e classes;

Janowicz et al. (2013) demonstra a utilidade das tecnologias associadas à *Web Semântica* no âmbito da Geoinformática. As definições de características são um produto da percepção humana, cognição, estado atual do conhecimento e concordância social (*ibid.*). Conceitos como a definição de floresta, quinta, espaço rural, montanha, etc. também não são independentes da percepção humana: “the definitions of feature types are a product of human perception, cognition, current state of knowledge, and social agreement” (*ibid.*: p. 231). A definição de cidade varia, por exemplo, consoante o

país e está associado ao número de habitantes e a outras características. Estudos que utilizem estes dados e executem uma *query* que não tenha em conta as características que permitem a sua classificação enquanto cidade terão, como resultado, dados de cidades com diferentes atributos, possivelmente incomparáveis.

Cripps (2011) exemplifica uma aplicação de *Web Semântica* e da sua capacidade em Arqueologia a partir de uma ânfora romana. Ao registar-se o artefacto num sistema de informação arqueológica "tradicional" muitas vezes não existem dados sobre o momento de produção, a recolha (em escavação) ou mesmo sobre o estudo, por exemplo. Noutros casos, esta informação está incluída apenas na bibliografia associada ou em campos descritivos. Os momentos referidos, podem ser considerados como eventos temporais distintos no processo de investigação arqueológica. No caso da ânfora e do(s) seu(s) evento(s) de estudo, será explícito o evento em que terá sido integrada em determinada tipologia com base nas suas métricas, ou noutras observações, e deverá conter informação relativa ao autor da classificação e o porquê.

Através da utilização do CIDOC-CRM (e das suas extensões) podemos atribuir informação a cada um destes eventos permitindo a multivocidade necessária para as reinterpretações a partir dos mesmos dados. Assim, "classifications of objects and structures are not inherent properties of those objects and structures, rather they are the products of interpretive events" (*ibid.*: p. 493). Sendo por isso um melhor reflexo do processo de investigação arqueológica, que também permite novas interpretações, que as bases de dados relacionais não permitem.

Para além das implicações diretas das abordagens com capacidade semântica, as reutilizações futuras dos dados são infundáveis por permitirem a, já referida, leitura por humanos e máquinas. Ou seja, "by making our information systems simpler yet more explicit with greater semantic clarity, we facilitate novel uses of our data" (*ibid.*: p. 490). De entre estas reutilizações e possíveis reinterpretações, a que tem maior destaque na bibliografia é a capacidade de inferência automática, por exemplo, de novas relações entre os dados.

Perante os dados apresentados, concordamos com a visão de Cripps (*ibid.*) que defende que "without a data model capable of adequately describing not only the archaeological data contained within records but the archaeological processes used to generate records, any database is limited in terms of its capabilities and suitability for reporting, assessment and analysis and ultimately its suitability as an archive" (*ibid.*: p. 489). Assim, é objetivo desta dissertação, dotar o Atlas do Megalitismo com capacidades semânticas.

Noor et al. (2018) defendem que as abordagens com recurso a ontologias nem sempre são adotadas devido a requisitos específicos ou limitações dos projetos arqueológicos. No entanto, ao nível europeu, surgiram projetos estruturantes que utilizam esta tecnologia. Por exemplo, o projeto europeu *Advanced Research Infrastructure for Archaeological Dataset Networking* (European Commission 2016), conhecido pela sigla ARIADNE, teve como principal objetivo maximizar as capacidades de interpretação depois de uma escavação ou comparar diferentes escavações e estudos coletivos no mesmo sítio arqueológico (Migliorini et al., 2017). Mas inúmeros outros projetos optaram por seguir estas ontologias para os seus propósitos: Tchienehom (2017); Migliorini et al. (2017), entre outros.

7.3.1 CIDOC-CRM

O CIDOC-CRM (*standard ISO21127*) é um *Conceptual Reference Model* (CRM), em contínuo desenvolvimento, que providencia estruturas formais para descrever conceitos implícitos e explícitos, e relações usadas na documentação do património cultural (Migliorini et al., 2017). Esta iniciativa é gerida pelo *International Committee for Documentation* do *International Council of Museums* e conta com a participação de uma extensa comunidade de voluntários que se reúne anualmente com o objetivo de integrar e ligar os dados relativos ao Património Cultural a partir das relações básicas entre objetos e eventos.

Segundo Dörr (2015), o CIDOC-CRM encoraja a partilha de informação e é baseado na ideia epistemológica de fases do processo académico/científico:

- recolher e organizar provas (observação e fontes primárias);
- ligar factos através de relações;
- interpretação das evidências — contextualizar e construir hipóteses;
- apresentar resultados — publicação;

De base, este CRM descreve características gerais de objetos (identificadores, tipologia, título, material, dimensão, notas), mas também a história do objeto através de eventos e atividades (transferência de custódia, localização (antiga e atual), origem, descoberta, atribuição de classificações, medições) assim como relações entre objetos e partes de objetos (bibliografia, composição, semelhança) e as suas representações (desenhos, pinturas, inscrições) (Tchienehom, 2017).

Esta *framework* de "alto nível" é vista como uma norma semântica, comum, modular e extensível, proporcionando a hipótese de serem desenvolvidas extensões com vários propósitos. De entre as

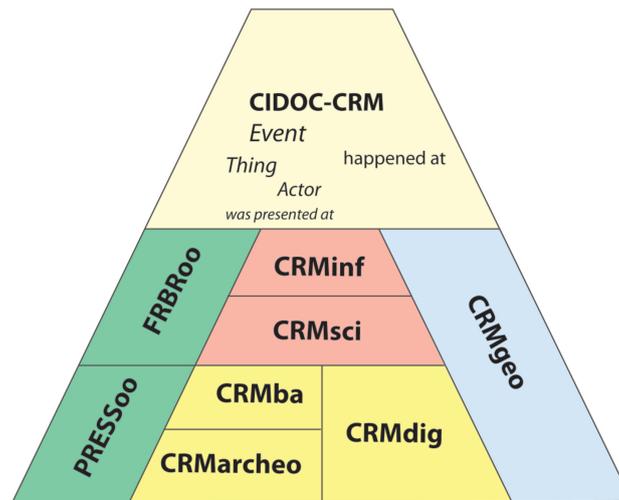


Figura 7.1: Família CIDOC-CRM, segundo Computer Science (ICS) of the Foundation for Research; (FORTH), s.d.

existentes, desenvolvidas por várias instituições e no âmbito de alguns projetos, destacam-se:

- CRMsci — *Scientific Observation Model*: para integrar metadados sobre observações científicas, medições e dados processados das ciências empíricas (*CRMsci s.d.*);
- CRMgeo — *Spatiotemporal Model*: pretende integrar a geoinformação utilizando conceitos, definições e *standards* OGC, ligando o CIDOC ao GeoSPARQL (*CRMgeo s.d.*);
- CRMinf — *Argumentation Model*: os seus objetivos são facilitar a manutenção, integração, mediação e intercâmbio de metadados sobre a argumentação e inferência (*CRMinf s.d.*);
- CRMdig — *Model for Provenance Metadata*: proporciona a ontologia para codificar os metadados relativos aos passos e métodos de digitalização do património cultural criados através de várias técnicas (*CRMdig s.d.*);
- CRMarchaeo — *Excavation Model*: esta extensão procura suportar os processos de escavação arqueológica e as várias entidades e atividades que lhe estão relacionadas (*CRMarchaeo s.d.*);
- CRMba — *Buildings Archaeology*: o objetivo desta extensão é proporcionar o esquema de metadados relativo à documentação de construções arqueológicas (*ibid.*);
- entre outras...

8

Seleção de *Software*

8.1 Critérios de Análise de Soluções

Para suportar o projeto aqui proposto, é necessária uma aplicação, ou um conjunto de aplicações, que se coadunem com os **requisitos** enunciados no capítulo anterior.

Note-se que a maior parte das aplicações *open source* aqui apresentadas incluem funcionalidades proporcionadas por outras bibliotecas e que a existência de *software* especializado não significa que não será necessário algum nível de programação para obter os resultados desejados. Por outro lado, a maioria das funcionalidades que se procuram podem ser incluídas ou construídas com recurso a estas bibliotecas, mas pretende-se que esta seja uma implementação eficiente e pragmática, utilizando maioritariamente características da aplicação (ou aplicações) concebidas originalmente pelo(s) seu(s)

programador(es). Assim, após inicialmente se ter incluído nesta análise as bibliotecas que poderiam ser usadas para construir a plataforma (como, por exemplo, *Mapbox*, *Mapnik*, *turf.js*, entre outras), optou-se por limitar o estudo apenas às aplicações *Web* que se afiguravam, na bibliografia e em pesquisas *online*, como possíveis soluções. As referidas bibliotecas também formariam alternativas, mas acarretam muita programação para obter o resultado desejado, tornando-as inadequadas no âmbito de uma dissertação de mestrado.

Tendo em conta os capítulos anteriores, o *software* que servirá de base ao atlas do Megalitismo idealmente deve, no mínimo, obedecer a uma série de requisitos:

- carácter *open source*;
- identificação clara da licença;
- construção modular;
- permitir a adaptação dos dados a normas:
 - OGC;
 - ontologias, em geral, ou do Património Cultural, em particular (por exemplo, o CIDOC-CRM);
- deve incluir um sistema de registo de utilizadores;
- sistema de revisão para permitir a participação de especialistas e não especialistas;
- incluir serviços:
 - descoberta;
 - visualização (2D e 3D);
 - *download*;
 - transformação de coordenadas;
 - *upload*;
 - publicação;

8.2 Análise Comparativa

Com base nos critérios suprarreferidos foram criadas fichas de análise do *software* que se encontram em anexo (*Análise de Software*). Os produtos analisados são:

- ESRI GeoPortal (B.1);
- Geonode (B.2);
- Boundless Suite (B.3);
- Geoclip (B.4);
- Cartaro (B.5);
- Knowvation-gs (B.6);
- Arches (B.7);
- Geonetwork (B.8);
- GeOrchestra (B.9);

De entre as aplicações analisadas, existem cinco que se destacam por serem FOSS e por serem as que, pelas suas características, melhor se adequam aos requisitos propostos. Estas são: o *Geonode*, o pacote *Boundless Suite*, o projeto *Arches*, o *Georchestra* e o *Geonetwork*.

Da lista de requisitos necessários, verifica-se que a aplicação que, em geral, melhor responde às necessidades do projeto é o *Arches*. Destaca-se, no entanto, que nenhuma destas aplicações inclui um visualizador de modelos 3D, exceto algumas adaptações do *Arches* e *Geonetwork*, mas, no caso deste último, a adaptação não se encontra em nenhum repositório em acesso aberto.

A futura manutenção e estabilidade da implementação estará diretamente associada à comunidade de programadores que suportam a aplicação. Por exemplo, o modelo de negócio do *Boundless Suite*, disponibiliza livremente as versões mais antigas do *software* e não a mais recente, enquanto o produto pago obtém a versão mais recente e suporte. Este produto caracteriza-se por incluir adaptações e melhorias ao *Geonode*, ao *GeoServer* e a outros produtos gratuitos. Neste âmbito, e atentando às características das várias comunidades, consideramos que, apenas para poder beneficiar das adaptações e melhorias incluídas na *Boundless Suite*, não se justifica a implementação de versões desatualizadas e sem suporte.

Por outro lado, reconhecendo novamente a importância da comunidade para o futuro suporte e atualização da plataforma, verifica-se que, pela sua extensa comunidade e ciclo de atualizações, o *Geonode* poderia ser considerado a melhor hipótese para a implementação do Atlas, seguido do *Geonetwork*. Neste ponto, provavelmente devido à sua especialização, existe uma menor comunidade de programadores associados ao *Arches*. Enquanto, no caso do *Georchestra*, existe uma comunidade pequena mas cuja incidência europeia proporciona uma excelente adaptação à diretiva INSPIRE.

Relativamente aos metadados, se considerarmos que as opções *Geonode*, *Boundless Suite* e *Geonetwork* são soluções semelhantes, resta comparar a opção *Arches* com a opção *Georchestra*. A grande vantagem do *Georchestra*, em detrimento do *Arches*, é a sua adaptação à diretiva INSPIRE. Comparativamente, a aplicação *Arches* é a única com capacidades semânticas especializadas para o Património Cultural, incluindo mesmo a ontologia CIDOC-CRM, entre outras, e as suas extensões mais importantes para Arqueologia.

Em termos globais, podemos considerar que a escolha será entre uma aplicação com propósitos tendencialmente generalistas (*Geonode*, *Boundless Suite*, *Georchestra* e *Geonetwork*) e um *software* orientado para o Património e mantido por uma pequena comunidade especializada.

8.3 Conclusão

Após vários testes em implementações locais (*localhost*) com as várias aplicações aqui estudadas, optou-se por escolher a aplicação *Arches*. Esta escolha deve-se a razões específicas do Autor (a preferência e conhecimentos de programação em *Python* e *Javascript*), mas também pela especialização do *software* escolhido e porque o projeto *Arches* é aquele que se adaptou melhor aos requisitos necessários a este empreendimento. A sua única lacuna é a ausência de um visualizador de modelos 3D, no entanto, como referido, já existem na comunidade exemplos da implementação de visualizadores como o *3DHOP* e o *Potree*.

Reconhecemos que poderia ser útil contar com uma comunidade maior, mas a desvantagem de opções como o *Geonode* é o facto destas comunidades serem principalmente especializadas na gestão de riscos, em geral, o que pode levar a uma futura especialização do próprio *software*.

A rápida adoção do projeto *Arches*, verificada na bibliografia recente, em conjunto com a continuidade do apoio do *Getty Conservation Institute* e do *World Monuments Fund*, indicia o crescimento e "saúde" do *software* e da sua comunidade, tornando-o a *framework* escolhida para a implementação

do Atlas do Megalitismo.

9

Protótipo do Atlas do Megalitismo

9.1 Descrição

Em termos tecnológicos, o *software Arches*, para permitir o funcionamento dos seus componentes principais (a pesquisa, a gestão de dados, o *design* de modelos de dados e a gestão de utilizadores), utiliza uma base de dados *PostgreSQL* com a extensão *PostGIS*, a *framework Django*, o motor de pesquisa *Elasticsearch* e o servidor de dados geográficos *GeoServer*. No âmbito desta dissertação, o próprio Autor efetuou a programação necessária para atingir os objetivos propostos, assim como a configuração,

adaptação e gestão dos vários componentes em ambiente *localhost*¹. Apresentar-se-ão aqui, sucintamente, elementos descritivos do Atlas do Megalitismo, enquanto os aspetos programáticos executados, embora essenciais para o sucesso da iniciativa, não serão desenvolvidos.

O protótipo do Atlas do Megalitismo, ao basear-se no *Arches*, inclui dados mapeados segundo o CIDOC-CRM, mas também adapta automaticamente a informação a diferentes iniciativas de inventário do Património Cultural como o *Dublin Core Metadata Initiative*, *Midas Heritage* e *ICOM Core Data Standard*. Estas normas são fundamentais para o funcionamento dos vários módulos que apresentamos em seguida.

9.1.1 Utilizadores

A gestão de utilizadores permite o registo de membros com diversos graus de acesso:

1. administração²;
2. adicionar e publicar informação de modo independente;
3. adicionar informação que terá de ser revista e publicada por utilizadores com perfil superior;
4. visualização e pesquisa;

9.1.2 Gestão de dados

O módulo de Gestão de dados permite a criação de novos registos, assim como outras funcionalidades como a visualização de relatórios, cópia e eliminação de registos.

Para além destas funcionalidades correntes, é este módulo que possibilita verificar as várias alterações efetuadas em determinado registo, ou seja, o histórico de edições (9.1).

¹ Ou seja, no próprio computador do Autor.

² Capacidade para: aceder e gerir todas as funcionalidades do *Arches*; gerir utilizadores; alterar a conceção semântica dos registos; permissão de edição de todos os recursos; aceitar ou não propostas de novos registos, ou de edições, feitas por utilizadores sem perfil de especialistas.

Recent Edits

Welcome, admin

Recently Added Resources

Show 10 entries

Search:

Resource Id	Resource Name	Resource Type	Edited	Edit Type	Editor	
44fa4f28-d9cb-11e8-83ff-b4b676a9e255	Anta da Caeira 6, None	Monumento Megalítico	Oct. 27, 2018, 4:32 a.m.	Tile Created	admin	View Report
44fa4f28-d9cb-11e8-83ff-b4b676a9e255	None	Monumento Megalítico	Oct. 27, 2018, 4:32 a.m.	Resource Created	None	View Report
f56b79f6-ca56-11e8-92dc-b4b676a9e255 (Resource Deleted)	None	Potree Model	Oct. 26, 2018, 5:57 a.m.	Resource Deleted	None	View Report
04aa655a-c8f2-11e8-bd31-b4b676a9e255 (Resource Deleted)	None	Potree Model	Oct. 26, 2018, 5:57 a.m.	Resource Deleted	None	View Report
14033bc4-d452-11e8-804e-b4b676a9e255 (Resource Deleted)	None	Heritage Resource Model	Oct. 20, 2018, 5:24 a.m.	Resource Deleted	None	View Report
14033bc4-d452-11e8-804e-b4b676a9e255 (Resource Deleted)	Teste	Heritage Resource Model	Oct. 20, 2018, 5:22 a.m.	Tile Created	admin	View Report
14033bc4-d452-11e8-804e-b4b676a9e255 (Resource Deleted)	None	Heritage Resource Model	Oct. 20, 2018, 5:22 a.m.	Resource Created	None	View Report
f56b79f6-ca56-11e8-92dc-b4b676a9e255 (Resource Deleted)	Teste potree	Potree Model	Oct. 7, 2018, 12:32 p.m.	Tile Created	admin	View Report
f56b79f6-ca56-11e8-92dc-b4b676a9e255 (Resource Deleted)	<Title>	Potree Model	Oct. 7, 2018, 12:32 p.m.	Tile Created	admin	View Report
f56b79f6-ca56-11e8-92dc-b4b676a9e255 (Resource Deleted)	None	Potree Model	Oct. 7, 2018, 12:32 p.m.	Resource Created	None	View Report

Showing 1 to 10 of 53 entries

Figura 9.1: Atlas do Megalitismo — Histórico de edições

9.1.3 Design de modelos de dados

É no módulo designado de “*Design*”, que os utilizadores com nível de acesso adequado podem criar e gerir modelos de dados. A construção destes últimos implica a introdução manual das classes da ontologia e da sua associação através de relações cuja validade é automaticamente verificada pelo *software*.

No Atlas do Megalitismo, o principal modelo de dados (“monumento megalítico”) é constituído por um conjunto de classes e relações entre estas, mas, um recurso que utilize este modelo de dados, também pode ter outros modelos associados, tal como “trabalhos arqueológicos” e/ou o modelo “bibliografia”.

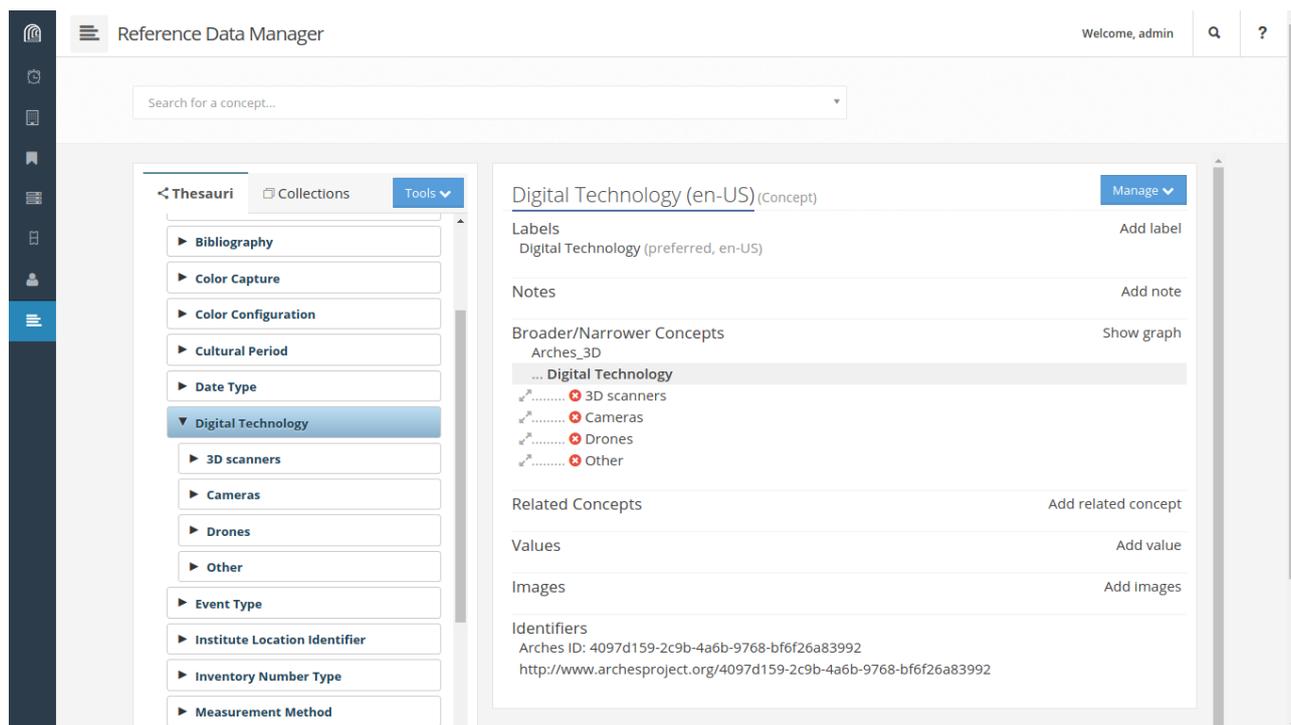


Figura 9.2: Atlas do Megalitismo — *Reference Data Manager*

Diretamente associado à capacidade semântica descrita, existe um sub-módulo nomeado *Reference Data Manager*(9.2) que permite que se criem e mantenham vocabulários controlados com as suas variantes linguísticas atribuídas. Vocabulários estes que são interoperáveis e estão disponíveis no momento de criação de um registo e nos filtros da pesquisa.

Modelos de dados do Atlas do Megalitismo



Figura 9.3: Modelos de Dados do Atlas do Megalitismo

Por limitações de espaço, apresentam-se apenas alguns dos vários modelos de dados em anexo e limitamos a descrição de classes e relações a alguns exemplos de *nós* principais que fazem parte do modelo para os monumentos megalíticos (C).

O modelo de dados "Monumento Megalítico" está configurado de modo a poder ligar-se a outros como "ator", "atividade", "evento de digitalização" e aos específicos de modelos 3D: *Potree* e *3DHop*³.

Na imagem relativa a este modelo de dados (9.3) verifica-se a organização nodular com destaque para os nós principais associados a um monumento megalítico. Cada um destes nós, é constituído por diversas classes e pelas relações entre estas, do qual é exemplo o nó da Protecção Legal (9.6).

Apresentaremos detalhadamente as classes e relações dos nós mais simples e de outros que se destacam. Para análise mais detalhada recomendamos a consulta dos modelos completos, em anexo.

Palavras-chave Associado ao nó de raiz "Monumento Megalítico" (*E18_Physical_Thing*) foi adicionado o nó "Palavras-Chave" (*E55_Type*) e uma relação (*P2_has_type*). Este é o exemplo mais simples do mapeamento efetuado para a ontologia CIDOC-CRM.

A sua leitura poderia ser algo como: o monumento megalítico "Anta Grande da Comenda da Igreja" tem o tipo (*P2_has_type*) de palavra-chave (*E55_Type*) associada "Megalitismo eborense".

Proteção Legal O esquema (9.6) representa vários nós gerais, mas especifica as relações normalizadas entre determinado monumento megalítico e a sua proteção. Como se pode verificar, as relações entre as várias classes (os campos "Proteção Legal", "Evento de Proteção", etc.), pela sua normalização, são legíveis por humanos e máquinas.

Se mapearmos, por exemplo, os dados da proteção legal da Anta Grande da Comenda da Igreja para incluir no Atlas do Megalitismo, ler-se-ia:

- **texto descritivo "tradicional"**: O monumento megalítico "Anta Grande da Comenda da Igreja" encontra-se sob proteção legal que foi criada por um evento de proteção que lhe atribuiu a classificação de Monumento Nacional e tem um intervalo de tempo desde 20-01-1936 até aos nossos dias.

³ Esta separação dos modelos 3D deve-se à necessidade específica dos visualizadores de incluírem diferentes formatos de ficheiro de modelo 3D e para evitar o carregamento de mais que um visualizador e modelo 3D por recurso.

- mapeamento da mesma informação resultaria em algo como:** O monumento megalítico (E18_Physical_Thing) encontra-se sob (P104_is_subject_to) proteção legal (E30_Right) que foi criada por (P94i_was_created_by) um evento de proteção (E65_Creation) que lhe atribuiu (P2_has_type) a classificação de Monumento Nacional (E55_Type) e tem um intervalo de tempo (P4_has_time-span) [E52_Time-Span] que se identifica (P78_is_identified_by) desde 20-01-1936(E50_Date) até aos nossos dias(E50_Date).

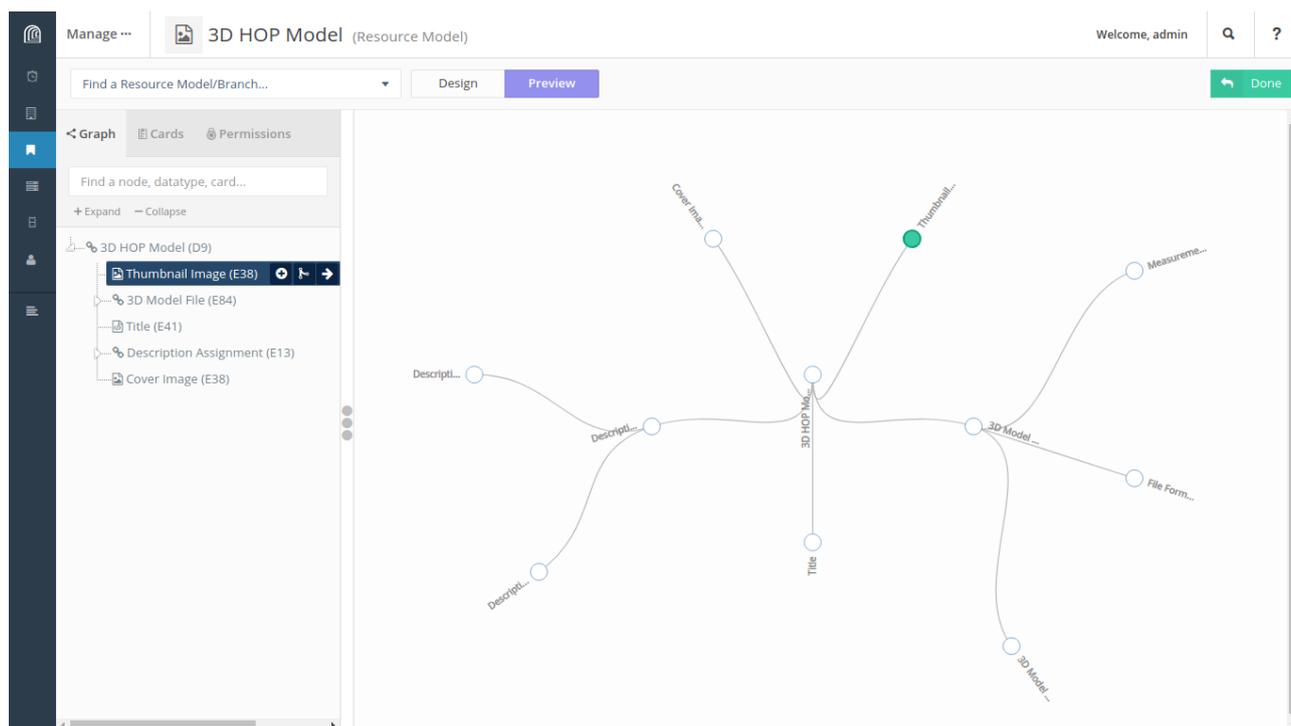


Figura 9.4: Atlas do Megalitismo — Representação gráfica do modelo de dados *3DHop*

Componente O registo de um monumento megalítico no Atlas pode incluir um, ou mais, componentes arquitetónicos que, no que lhe concerne, também podem ser compostos de um, ou mais elementos. Esta aparente complexificação significa que é possível individualizar câmara, corredor, esteios, etc., e que a cada um destes elementos se podem atribuir um conjunto de características como as medidas, presença/ausência de decoração (e, se existe, qual o tipo de decoração), o material de que são constituídos, a sua configuração, número etc.

Deste modo, a configuração desenhada permite o registo do componente “câmara” ou “corredor” com as suas respetivas descrições, mas também, se necessário, o registo menor a menor ou esteio a esteio.

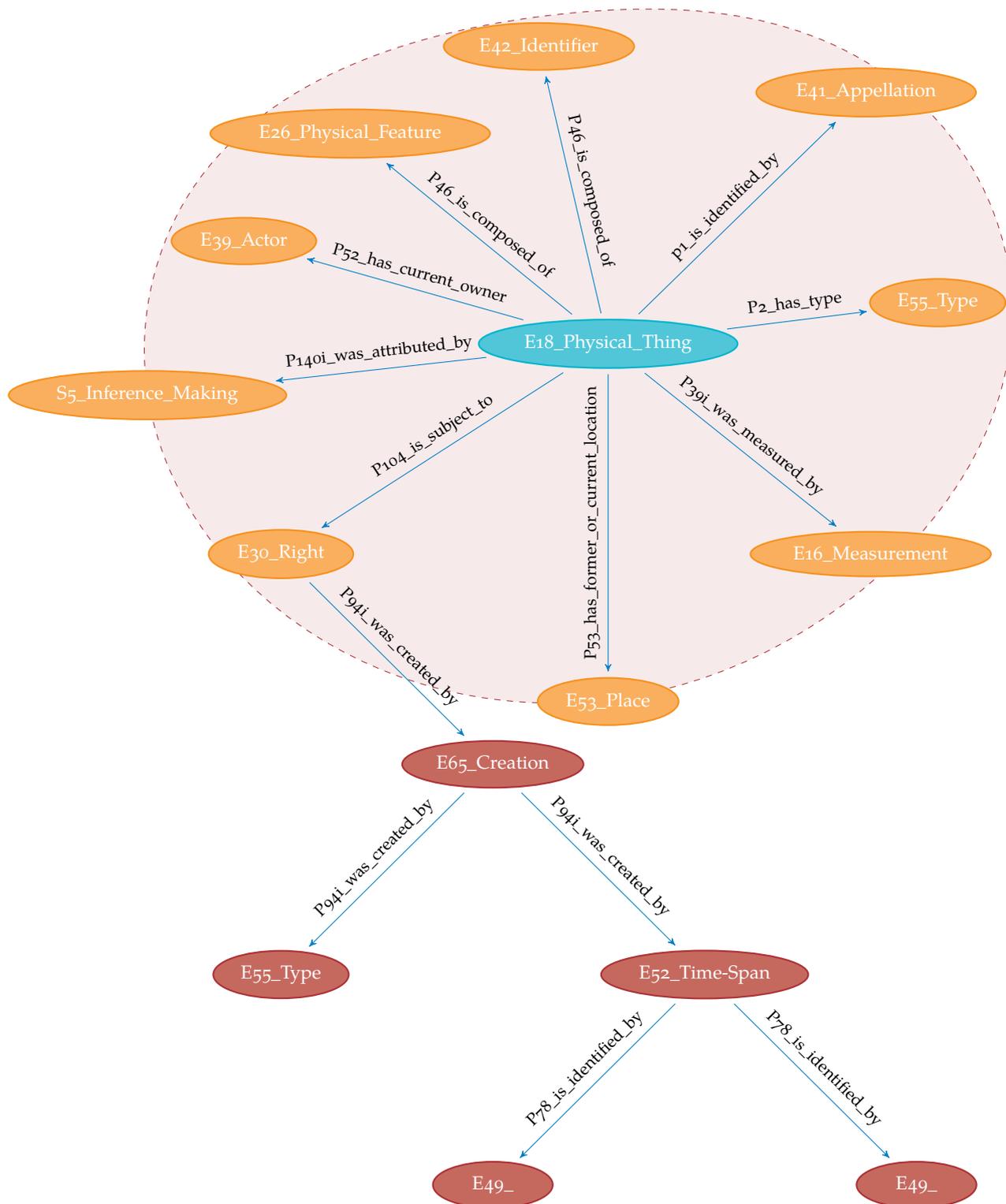


Figura 9.6: Modelo de Dados *Monumento Megalítico* — Detalhe do nó relativo à *Proteção Legal*

9.1.4 Pesquisa

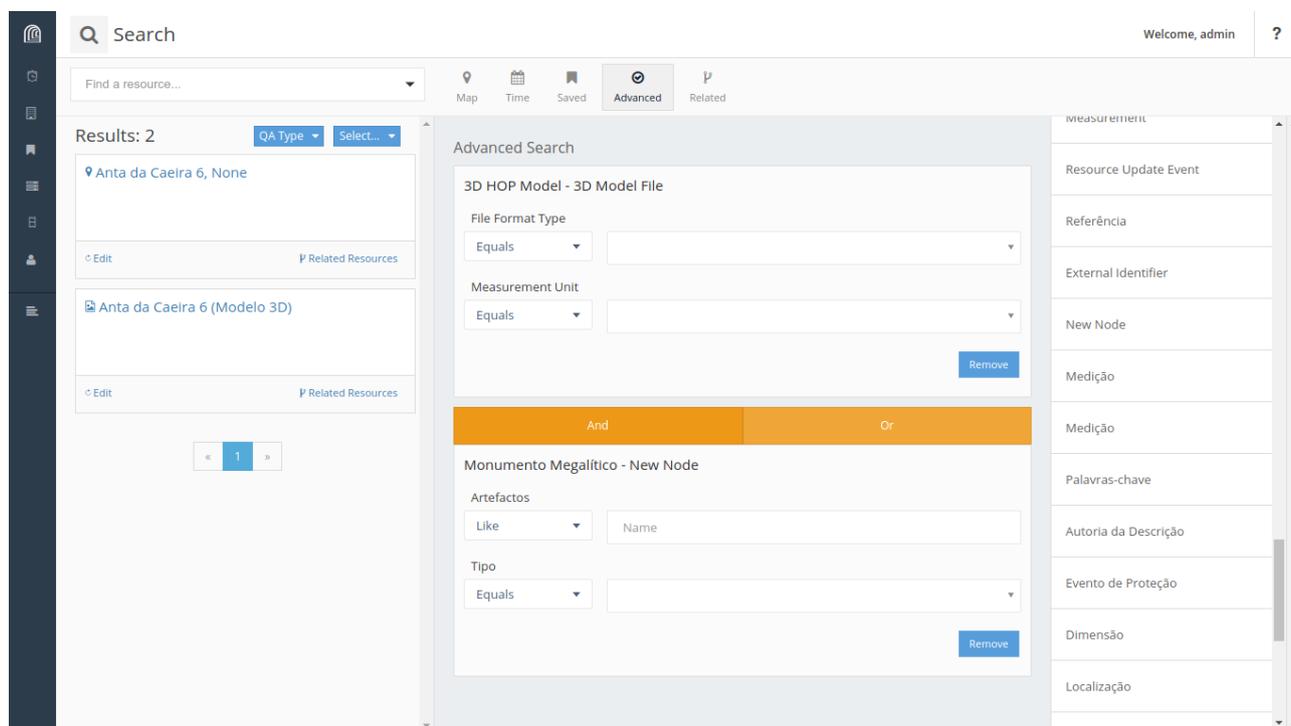


Figura 9.7: Atlas do Megalitismo — Pesquisa

O módulo de pesquisa tem em conta os modelos de dados criados e permite descobrir de forma gráfica e interativa as relações semânticas entre os recursos. Por exemplo, a relação entre determinado arqueólogo e vários monumentos por si escavados e/ou registados, ou a relação entre alguma metodologia e um monumento, ou a relação entre um investigador e determinada tipologia de monumentos. Esta capacidade, aqui apresentada de forma exageradamente simplista, permite, entre outras coisas, celeridade na identificação de relações.

Por outro lado, a pesquisa permite introduzir interativamente (desenhar) a localização ou área que se queira pesquisar, num processo idêntico ao utilizado em WebSIG, e filtrar por qualquer data ou períodos temporais num, ou em vários modelos de dados. Torna-se assim possível, por exemplo, filtrar todos os monumentos megalíticos inseridos num polígono que representa o Alentejo Central e que foram classificados entre 1940 e 1975.

Todas as funcionalidades acima referidas estão também disponíveis na pesquisa avançada. Assim, a riqueza semântica dos dados incluídos permite aos utilizadores a construção de *queries* avançadas.

das e/ou compostas, a partir de simples caixas de pesquisa e/ou filtros, para, por exemplo, combinar termos de pesquisa ou atributos, ou filtrar por localização espacial, ou temporal. Como se pode verificar na imagem [Atlas do Megalitismo — Pesquisa](#), a pesquisa avançada engloba os vocabulários controlados, as características acima descritas e permite ainda a utilização de operadores lógicos (*and* e *or*).

Por último, é de destacar a possibilidade de guardar as pesquisas efetuadas o que, no caso do Atlas do Megalitismo, foi aproveitado para guardar pesquisas que representam as tipologias mais comunmente referidas na bibliografia do megalitismo peninsular, tal como referido noutra parte (5).

9.2 Modelos 3D

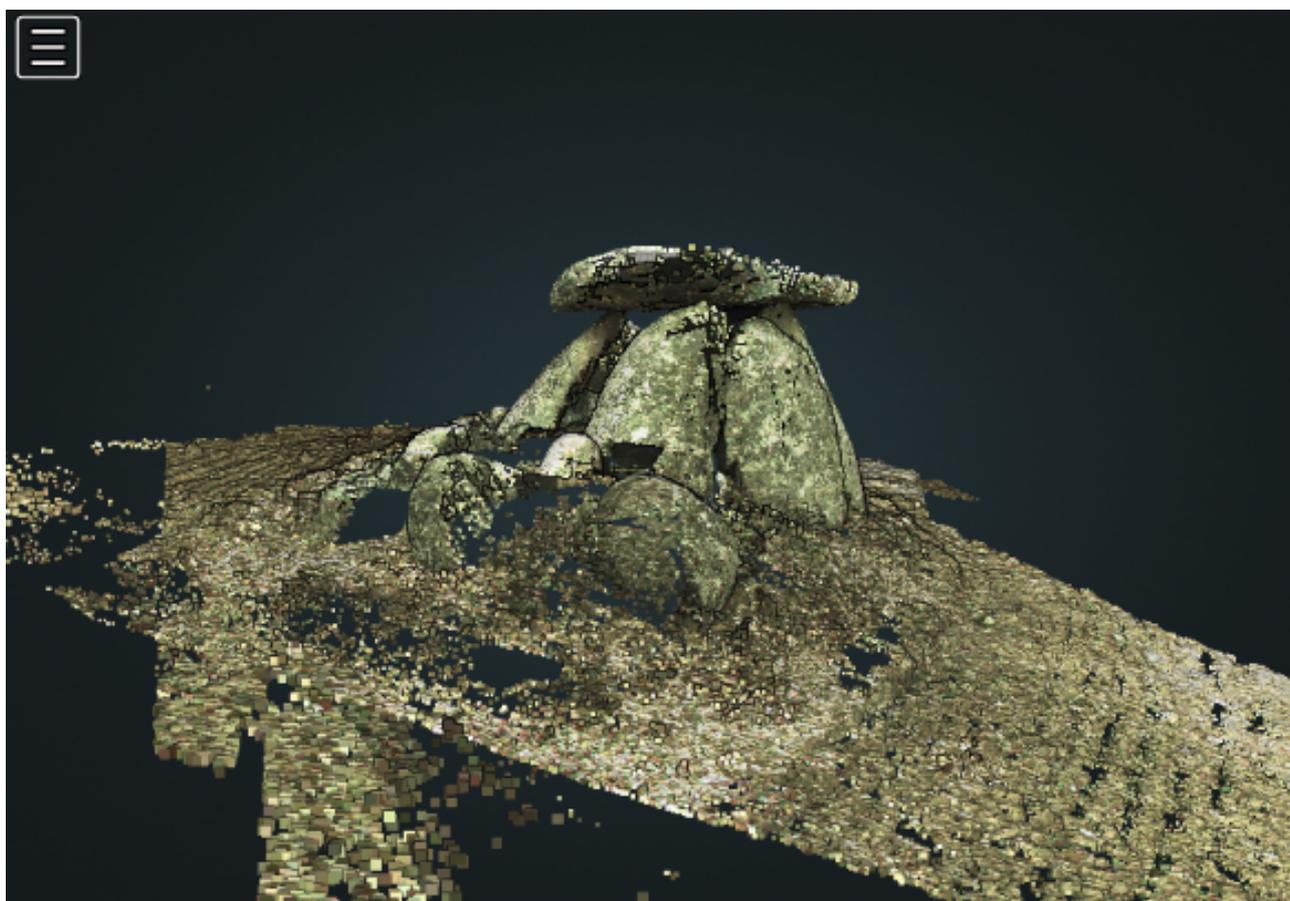


Figura 9.8: Pormenor do visualizador *Potree* com modelo 3D da Anta da Vila de Arraiolos

Apesar de o *software* escolhido não contar originalmente com esta capacidade, o protótipo criado em *localhost* para o Atlas do Megalitismo, inclui os visualizadores de modelos 3D: *Potree* e *3DHOP*.

A utilização destes visualizadores permite que se inicie a adaptação do protótipo à utilização de modelos 3D que poderão ser de grande utilidade para a interpretação e preservação dos monumentos, não esquecendo a possível associação dos mesmos ao turismo cultural como demonstrado por [Naranjo et al. \(2018\)](#).

Todos os modelos 3D são incluídos num modelo de dados próprio com capacidade semântica adquirida a partir do CIDOC-CRM e da sua extensão CRMdig. Cada recurso de modelo 3D (*Potree* e *3DHOP*) obriga à associação a um registo de monumento megalítico ou componente de monumento megalítico.

9.3 Aplicação Móvel

Existe no repositório *GitHub* do projeto *Arches* uma aplicação móvel funcional. Esta ferramenta, um desenvolvimento recente do projeto *Arches*, é construída em *VueJS*, é passível de ser instalada em *Android* e *IOS*, e permite interagir com a plataforma *Arches* através da sua API. A vantagem desta iniciativa é possibilitar a implementação de projetos como o *Heritage Monitoring Scouts* que permite que qualquer cidadão se possa registar e ajudar a monitorizar o património da Florida (([FPAN](#)), s.d.).

No âmbito dos objetivos delineados para o Atlas do Megalitismo, o *software* foi configurado para permitir a ligação autenticada através de API e assim explorar outras capacidades mal documentadas do *Arches* como a gestão de prospeções. No entanto, pelo facto de o protótipo se encontrar instalado apenas em *localhost*, as perspetivas inovadoras da aplicação móvel não foram testadas em saídas de campo.

9.4 Análise

Como se verificou antes (vd. [Caracterizar os caracterizadores: Breve caracterização dos dados dos monumentos megalíticos](#)), a qualidade da informação existente não permite, pelo uso excessivo de campos descritivos, a adaptação automática dos dados arqueológicos a todos os mapeamentos necessários ao Atlas do Megalitismo e, assim, provoca a conseqüente impossibilidade de incluir, desde já, todos os registos, de forma completa, da área geográfica correspondente ao sudoeste peninsular.

Para ultrapassar esta limitação, optou-se por uma estratégia faseada com inclusão inicial de um

conjunto de elementos base, tratados de forma automática, que foram mapeados para a ontologia de modo que estejam presentes em cada um dos registos de monumentos existentes. Por ora, estes registos-base correspondem apenas aos distritos do Alentejo e Algarve, necessitando de validação dos dados automáticos e, posteriormente, da introdução manual dos dados necessários para completar os registos destes distritos. No âmbito desta tese, limitámos a validação e introdução manual aos dados dos monumentos megalíticos correspondentes ao Concelho de Arraiolos.

A necessidade do referido mapeamento verificou-se ser um dos pontos fracos do *Arches*. Para um estudo eficiente do Megalitismo, é necessário incluir alguma informação multiplicada em diversas bases de dados, para além da indubitável necessidade de introduzir novos dados. O facto de existirem milhares de registos atribuídos ao Megalitismo implica a capacidade de os utilizadores poderem incluir as suas próprias bases de dados, independentemente da sua amplitude, de forma automática ou semiautomática.

Originalmente, esta é uma capacidade que não existe no *Arches*. Como nos referimos a tecnologias diferentes e a dados heterogéneos, consideramos que a solução é um procedimento semiautomático com recurso a uma ferramenta de integração de dados testada no âmbito desta tese: o *Karma* ([Knowledge Graphs, s.d.](#)). Com recurso a esta ferramenta, é possível fazer o *upload* de dados tabelados e mapeá-los interativamente para uma ontologia. Esta abordagem tem a vantagem de ter em conta os mapeamentos já efetuados, isto é, após um primeiro mapeamento, caso um investigador pretenda incluir mais dados com a mesma configuração o *software* sugere automaticamente o mapeamento. Para além destes aspetos, o *Karma* permite a transformação dos dados com recurso a *Python*.

A opção estratégica delineada permite assim incluir registos-base retirados automaticamente a partir das bases de dados estatais, mas que servem apenas como base para o desenvolvimento de um registo mais detalhado.

Uma das maiores dificuldades que alguns estudos do megalitismo poderão enfrentar são as diferentes classificações atribuídas a uma mesma tipologia de monumento (o que pode provocar a necessidade de adaptação das bases de dados ao ritmo da investigação), assim como a integração das interpretações, a inferência, de forma interoperável. Para ultrapassar esta dificuldade, no Atlas do Megalitismo é minimizada a importância destas tipologias classificativas através da sua substituição pelos elementos constituintes de um monumento.

Nos testes efetuados com os registos correspondentes ao Concelho de Arraiolos, verificou-se que o grau de detalhe semântico do Atlas do Megalitismo permite a seleção de atributos intrínsecos

aos próprios monumentos. Consideremos a situação hipotética em que um investigador estabelece uma nova categoria de monumentos, a *Tipologia A*. Esta é definida pelas seguintes características: corredor com exatamente 4 esteios, coberto na totalidade por uma única laje, orientado a norte, com câmara circular, composta por sete esteios de granito e xisto, alternadamente, com pinturas em ocre e nos quais foram exumados artefactos pré-históricos (pontas de seta e micrólitos) e outros artefactos genericamente atribuídos ao período romano. A improbabilidade desta categoria ser considerada no momento de implementação do Atlas é provavelmente tão alta quanto a improbabilidade de se incorporar numa das bases de dados “tradicionais”, no entanto, o nível de detalhe semântico do Atlas permite que se possa efetuar esta seleção e, dependendo das permissões do utilizador, poderá ainda ser adicionada esta nova tipologia ao vocabulário, através do *Reference Data Manager* para utilização nos modelos de dados ou gravar a pesquisa. Logo, o Atlas do Megalitismo permite a independência das limitações impostas por conceitos, tipologias e/ou línguas, mas não descarta a sua utilização.

A estruturação da informação descrita permite compreender relações entre a investigação efetuada e os monumentos, mas também, representa graficamente as relações existentes entre os monumentos e os artefactos exumados. Para além de possibilitar futuras inferências automáticas a partir da informação registada desta forma.

Esta implementação permitiu também retirar a maior parte da informação dos campos de textos descritivos e representar os dados arqueológicos através das relações-tipo que fazem parte de uma norma especializada ou das suas extensões. Em última instância, isto permite efetuar filtros para pesquisar monumentos, não pela categoria em que foram registados, mas por atributos intrínsecos, outrora imbuídos em longas descrições. Isto significa, por exemplo, que podemos visualizar todos os monumentos megalíticos escavados por Leonor Rocha e Jorge Oliveira, ou por cada um deles, mas também apenas pelos sítios que foram registados em prospeção por um e escavado pelo outro, caso existam.

A maior desvantagem da abordagem descrita é a já referida necessidade de introdução de dados para além do conjunto base introduzido automaticamente e consequente obrigação de validação dos dados, à medida que os registos se completam.

Parte IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS

10

Discussão

O contexto é tudo.

O contexto em Arqueologia é tão importante que pode determinar o significado e o valor (arqueológico) de monumentos e artefactos. No entanto, as bases de dados utilizadas na disciplina, assim como os próprios projetos e trabalhos académicos, normalmente, não incluem todas as capacidades tecnológicas existentes para salvaguardar esse mesmo contexto.

Nesta dissertação, procurou-se descrever o âmbito sócio-político em que nos inserimos, um "mundo novo" formado pela atualidade criada por um espectro tecnológico que motiva e, reciprocamente, fomenta a própria tecnologia. Esta é também a atualidade da ciência cidadã e da presunção da aposta na capacitação da sustentabilidade económica do próprio Património Cultural.

A aplicação de novas tecnologias em Arqueologia é prática comum e, neste âmbito, a aplicação de uma Infraestrutura de Dados Espaciais a dados criados e geridos pela disciplina não é novidade, como foi apontado noutro capítulo. No entanto, e apesar de reconhecermos a imensidão da *internet*

— qual *iceberg* de que só conhecemos e pesquisamos o que se encontra à tona —, não encontramos nenhuma aplicação que empregue ao Megalitismo os requisitos de *Open Science* e dos potenciais utilizadores de semelhante ferramenta.

De acordo com as características enumeradas e descritas (vd. 7.1), a plataforma eleita foi o *Arches*. Este *software* inclui capacidades semânticas especializadas para o Património Cultural, não deixando, no entanto, de disponibilizar dados normalizados segundo *standards* OGC. Apesar de ser o mais adequado, este *software* não incluía visualizadores de modelos 3D — um dos requisitos-chave definidos inicialmente. Esta capacidade foi alcançada após integração de código adaptado pelo Autor. O que nos remete para uma possível desvantagem da solução utilizada: iniciativas semelhantes de implementação e desenvolvimento implicam, tal como esta implicou, conhecimentos de programação (sobretudo *Python*, *Html* e *Javascript*) e familiaridade com *Django*, além do necessário estudo das normas CIDOC-CRM para a construção dos modelos de dados para o projeto e de um vocabulário controlado, construído a partir dos conceitos existentes.

A implementação do Atlas do Megalitismo permite que a informação para o estudo destes monumentos, e também da sua historiografia, tenha clareza semântica e seja normalizada. O que pressupõe que, ao mapearmos os dados para integração no *software*, proporcionamos a capacidade de leitura, por humanos e máquinas, de recursos e das relações semânticas entre eles existentes.

A abordagem descrita permitiu, por isso, que os recursos sejam interoperáveis, relegando a interpretação arqueológica e a consequente integração do monumento em classificações tipológicas para um papel, não secundário, não moldante nem definidor, mas apropriado. Apropriado porque ao adaptarmos, onde for possível, a interpretação arqueológica a atributos específicos, permite-se um dos aspetos essenciais em ciência: a criação de dados verdadeiramente passíveis de reinterpretação, reutilização e confirmação, sem que outros tenham de retirar a camada interpretativa que lhe fora atribuída originalmente.

Não consideramos que a *layer* de interpretação arqueológica seja prejudicada por ter um destaque “inferior”, mas que esta abordagem, inclusive, permite salvaguardar essa informação de modo semanticamente correto e acrescenta a possibilidade de associar informações normalmente ausentes, como autor, versões, data, etc. Logo, é possível ligar a evolução do pensamento arqueológico aos monumentos e aos seus próprios atributos: à *práxis*.

Do mesmo modo que a interpretação, a adequação dos atributos classificativos ao modelo de dados permite a independência dos conceitos da sua forma “tradicional”. Isto é, a adequação dos

monumentos às tipologias não se justificam através de texto livre num único campo descritivo, mas num conjunto de atributos e relações normalizados, passíveis de associação a inúmeros eventos interpretativos independentes.

A desvantagem da perspetiva apresentada é a necessidade de introdução de dados incluídos anteriormente em campos descritivos (por exemplo, os componentes e artefactos), que apenas ocorre pela inexistência prévia de uma plataforma semelhante que inclua dados realmente interoperáveis. No entanto, consideramos que esta desvantagem pode ser resolvida com recurso ao *crowdsourcing* e com as soluções tecnológicas específicas do *Arches* e presentes no Atlas do Megalitismo: gestão de utilizadores, aplicação móvel e revisores. Esta é uma perspetiva em voga, envolve evolução dos dados de forma sustentada pela própria comunidade e com circulação de informação de forma gratuita e interoperável.

11

Próximos Passos

Do mesmo modo, consideramos que a *framework* poderá tornar-se a base de novos estudos que se proponham, como, por exemplo, a construção progressiva e colaborativa de modelos 3D, a análise de formas, podendo também constituir um auxílio precioso na preservação dos sítios.

A implementação de um projeto desta natureza pode não terminar com a presente dissertação. Foi, aliás, considerado essencial um período de testes para consolidar o Atlas do Megalitismo. A impossibilidade de reutilizar a maior parte dos dados existentes de forma automática, forçou, no entanto, a introdução manual dos dados dos componentes relativos apenas ao Concelho de Arraiolos. Deste modo, consideramos que continua a ser necessário validar a aplicabilidade do modelo de dados criado, através do aumento da sua abrangência no território peninsular.

No tocante à introdução de dados, o Atlas do Megalitismo está, de certo modo, limitado, pois apenas permite a criação de registos individuais e a importação de ficheiros *CSV* e *json*, previamente mapeados. Para evitar que os utilizadores que queiram importar bases de dados tenham a necessidade de os transformar e/ou mapear, considera-se que a integração do *software Web Karma* seria a

solução ideal para permitir a realização dessas tarefas de forma interativa e intuitiva, pelos utilizadores, diretamente no próprio Atlas.

Para garantir a sua manutenção e sobrevivência, a disponibilização do Atlas ao público exigiria a resolução de algumas questões, como, por exemplo, a existência de uma estrutura de investigação que se assumisse, no mínimo, responsável pela sua administração e formação dos revisores de dados. Por outro lado, esta disponibilização permitiria que a vertente comunitária em conjunto com a aplicação móvel desenhasse um *workflow* em que os utilizadores, os "cidadãos-sensores", atualizassem periodicamente os registos, fotografasse os monumentos e fizessem *upload*, através da aplicação, diretamente para o servidor. Hipoteticamente, se fosse possível obter a capacidade de processamento necessária, seria inclusivamente viável criar modelos 3D de forma automática. Se tal procedimento criasse um grande detalhe nos modelos 3D, o que os tornaria mais pesados, seria possível, sem alterações, associar o modelo de dados dos visualizadores 3D aos componentes individuais do monumento megalítico e não ao monumento no seu conjunto.

Para facilitar a utilização pelo público, em geral, seria útil a tradução para várias línguas, assim como o desenvolvimento das referências de ajuda, próprias do *Arches*, e a sua adaptação aos propósitos do Atlas aqui proposto.

Estrategicamente, considera-se que a situação ideal envolveria todos os *stakeholders*: público, associações e grupos de utilizadores organizados (como é o caso do "Portugal Megalítico" e "Pinturas Rupestres de Extremadura"), empresas, instituições estatais e de investigação. Incluindo a própria DGPC, seria possível introduzir informação que, por vezes, só se encontra disponível nos relatórios, como, por exemplo, as metodologias usadas nos trabalhos arqueológicos.

No âmbito de uma estrutura educativa como o Laboratório de Arqueologia Pinho Monteiro, poderia considerar-se a hipótese colaborativa dos alunos de Arqueologia das Universidades. Nesse caso, poderia aplicar-se uma solução, já experimentada noutros projetos de *crowdsourcing*, de recompensa dos utilizadores, por exemplo, através da atribuição de DOI associáveis ao CV do aluno.

12

Conclusão

A implementação e configuração aqui retratadas, tiveram como principal conquista a possibilidade da preservação do contexto dos monumentos megalíticos nas suas várias facetas: contexto intrínseco (arqueológico), intervenções arqueológicas e intervenientes. Isto é, a utilização de premissas da *Web Semântica*, permitiu a implementação de uma estrutura de informação arqueológica em que todos os dados estão relacionados de forma conhecida, são pesquisáveis e reutilizáveis, sem excepção. Simultaneamente, pela combinação da capacidade semântica e da modelação 3D, esta implementação cria as bases para novas investigações. O carácter científico destas conquistas não descurara, no entanto, as necessárias abordagens atuais de acesso aberto e ciência cidadã.

Como referimos antes, esta dissertação defende como premissa para a sua pertinência que o contexto é tudo e, assim, como a prática arqueológica procura incessantemente complementar o registo com cada vez mais técnicas digitais, os sistemas de informação arqueológica devem acompanhar esta tendência, incluindo esses dados digitais e salvaguardando o seu contexto. A importância do contexto revalida a necessidade demonstrada de clareza, que só os princípios da *Web Semântica* podem

conceder à informação arqueológica. Se o contexto é tudo para Arqueologia e, tecnologicamente, a melhor forma de descrever um contexto é através de atributos semanticamente ricos, então, para esta disciplina, e de acordo com as boas práticas de gestão e partilha de dados ora em vigor, o uso de aplicação informática que valorize a semântica, torna-se imprescindível.

Em suma, considera-se que, independentemente do tema central desta dissertação, a abordagem aqui aplicada deverá poder ser adaptada a outros períodos arqueológicos e, possivelmente, a todos os âmbitos do Património Cultural. Por outro lado, tal como representado no *Esquema comparativo do Workflow comum vs Workflow do Atlas do Megalitismo*, concluímos que o Atlas do Megalitismo responde aos preceitos atuais, contribui para a democratização do conhecimento e preservação do património, não descurando a sua sustentabilidade, através da disponibilização livre da informação.



Figura 12.1: Esquema comparativo do *Workflow* comum vs *Workflow* do Atlas do Megalitismo

Parte V

ANEXOS



Fichas descritivas dos exemplos de IDE nas Humanidades / Património

Tendo em conta a abundância de IDE relacionadas com o património, torna-se quase impossível a redação de sumários individuais descritivos de cada um dos projetos. Assim, optou-se pela inclusão dos exemplos mais referidos na bibliografia especializada ou que se destacam por alguma particularidade, ou mesmo pela sua implementação geográfica. Não é objetivo desta análise apresentar todas as IDE em património, nem tal seria possível no espaço disponível.

A.1 Portugal

A.1.1 Infraestrutura de Dados Espaciais do SIPA

(*Infraestrutura de Dados Espaciais do SIPA s.d.*)

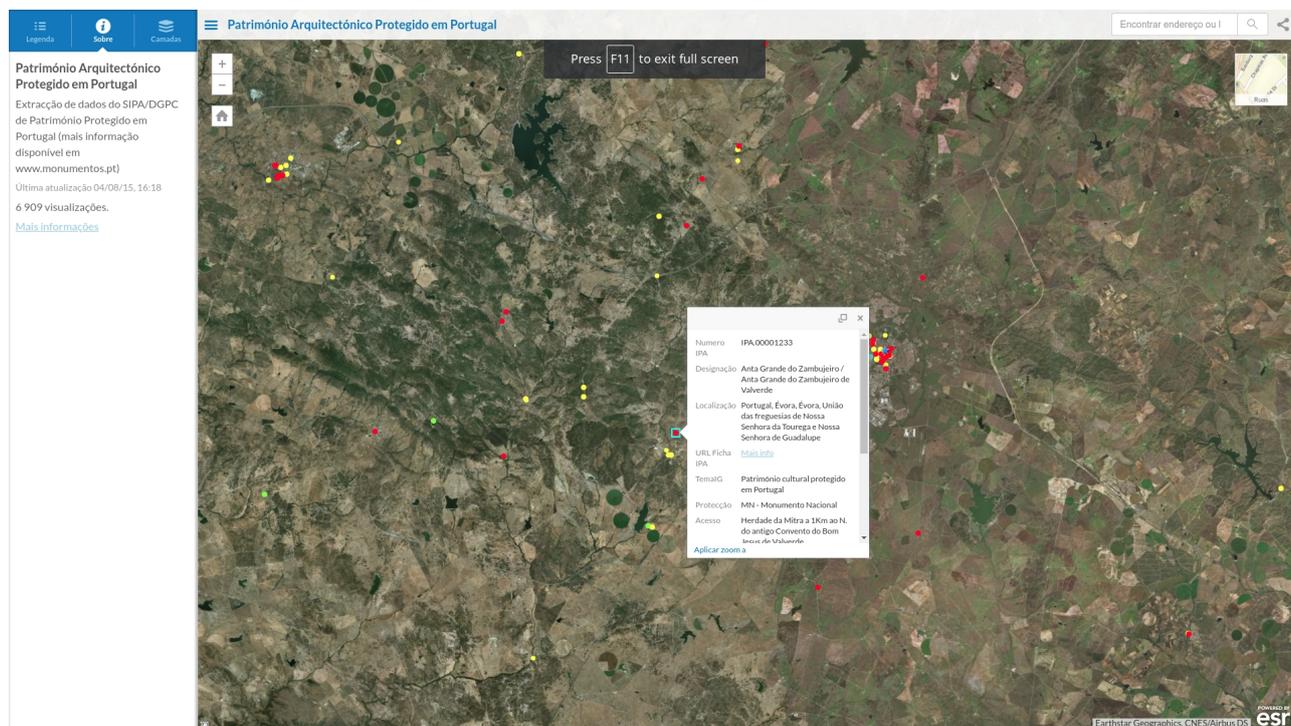


Figura A.1: Infraestrutura de Dados Espaciais do SIPA — exemplo do visualizador *ArcGIS Online* com a Anta Grande do Zambujeiro selecionada

Descrição A Infraestrutura de Dados Espaciais do SIPA consiste numa página (*ibid.*) com vários *links*:

- visualizador externo onde são apresentadas várias camadas correspondentes ao património arquitectónico protegido em território português;
- “catálogo de ficheiros para download” (*ibid.*);
- “catálogo de serviços online: *Web Map Service*” (*ibid.*);
- “aplicação móvel: *i-Geo Património*” (*ibid.*).

Esta infraestrutura “representa espacialmente e integra conteúdos referentes a arquitectura, a sítios, a

conjuntos urbanos e a paisagens portuguesas legalmente protegidos enquanto património cultural ou natural de valor local, regional, nacional e ou mundial”(Informação para o Património Arquitetónico, s.d.[b]) que são disponibilizados segundo uma licença *open source Creative Commons*: CC BY-NC-SA-4.0.

Objetivos Tem por objetivo: publicar, partilhar e pesquisar “dados espaciais georreferenciados sobre o património português localizado em território nacional e no além-mar”(Informação para o Património Arquitetónico, s.d.[a]).

Tecnologia ArcGIS Online (*Software* proprietário)

Crítica

- O visualizador é a plataforma *ArcGIS Online*, propriedade da ESRI;
- O visualizador ArcGIS não permite o *download* e informação constante é a mesma que surge noutros locais;
- Só um pequeno conjunto temático se encontra disponível para *download* e utiliza formatos de ficheiro em acesso aberto, mas sobretudo formatos proprietários (por exemplo, PDF);
- os conjuntos de dados temáticos para *download* são: pelourinhos, faróis, linhas de torres e bairros IHRU; as igrejas paroquiais de Lisboa, África, Frentes Urbanas e Lisboa: Casas Religiosas e algumas rotas;
- É disponibilizada uma aplicação móvel (i-Geo Património) para visualização do património que, atualmente, não funciona porque tenta aceder a dados de um serviço WMS inactivo, inutilizando a aplicação;
- Foi anunciado um novo serviço WMS, mas o *link* para lhe aceder encaminha para uma página em branco;
- Os metadados são apresentados em PDF e associados aos dados que é possível descarregar;
- Dados adaptados à Diretiva INSPIRE;
- última atualização em 04/08/2015;

A.1.2 Atlas do Património Classificado e em vias de Classificação

URL <http://geo.patrimoniocultural.pt/>

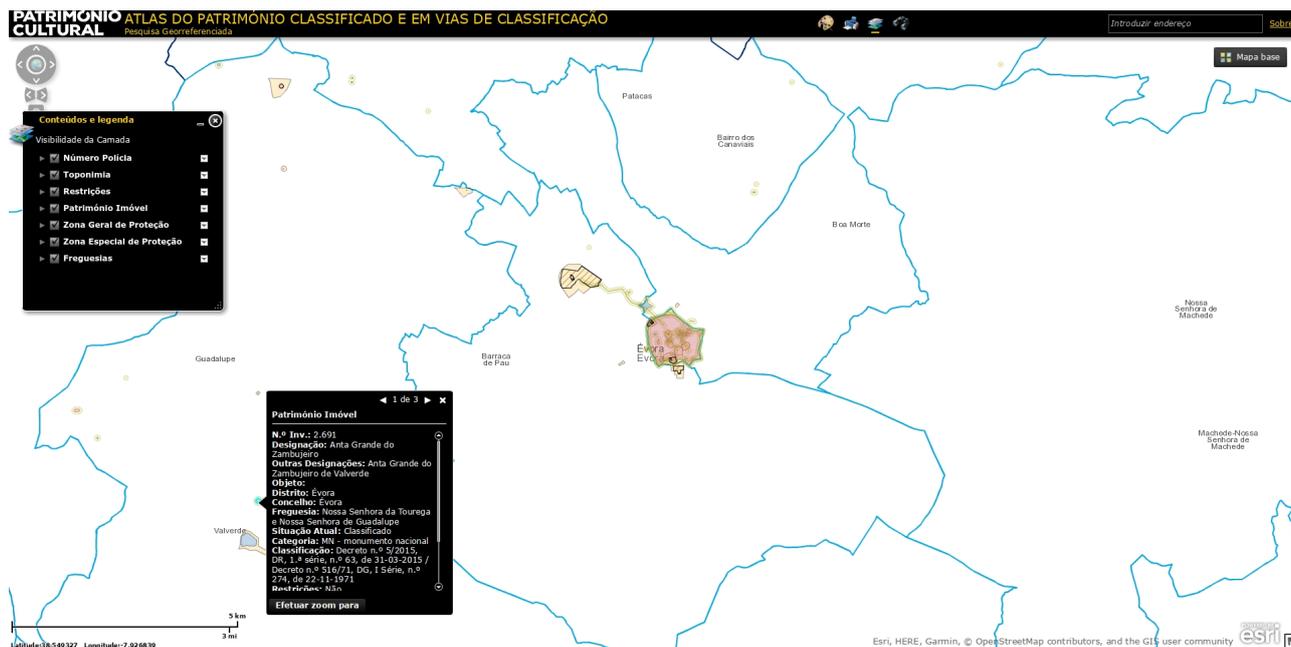


Figura A.2: Atlas do Património Classificado e em vias de Classificação — seleção da Anta Grande do Zambujeiro

Descrição Baseia-se no “Atlas do Património Classificado e em Vias de Classificação” da própria DGPC e está adaptado à Diretiva INSPIRE. Representa para além da localização do património, a sua zona de proteção e ainda as divisões administrativas.

Objectivos “Através da pesquisa georreferenciada, é possível aceder à informação registada no Sistema de Informação Ulysses sobre monumentos, conjuntos e sítios, classificados e em vias de classificação, e respetivas zonas de proteção (gerais e especiais), a partir da sua localização. É ainda possível fazer pesquisa por “Toponímia” (para o concelho de Lisboa)”(Património Cultural, s.d.[b]).

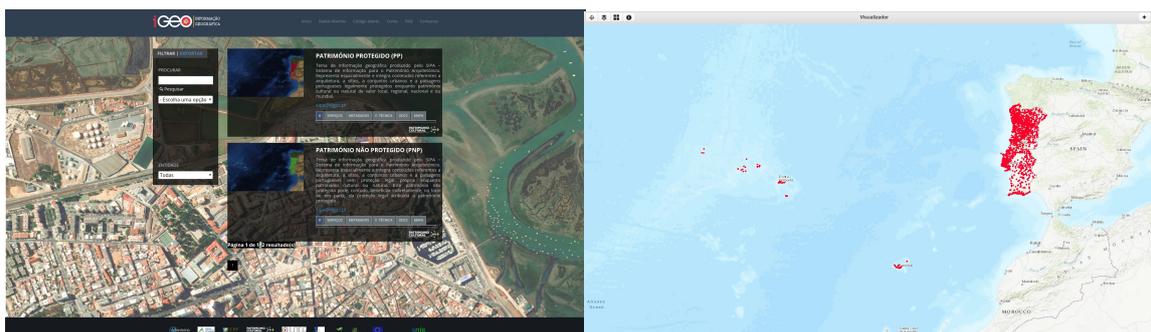
Tecnologia *ArcGIS API for FLEX.*

Crítica

- Inclui dados do Atlas do Património Classificado e em vias de Classificação, que tem como base o Sistema de Informação Ulysses (ex-IGESPAR);
- Não permite o *download*, mas apenas a visualização e impressão;
- Foi anunciado um serviço OWS que parece não funcionar (<http://patrimoniocultural.gov.pt/geoserver/ows>) (*ibid.*) e existe notícia (de 2017) de um novo serviço WMS. Apesar de o serviço OWS parecer não estar a funcionar e de não termos encontrado informação no *site* da DGPC sobre o referido serviço WMS, foi possível, verificar que terá existido um lapso e identificámos o *software* usado como sendo o GeoServer. Isto permitiu chegar ao *link* padrão de interação do serviço OWS que terá sido incorretamente publicado na plataforma ([Património Cultural, s.d.\[a\]](#)).
- Depende de *software* produzido pela ESRI, que utiliza *Flash*, mas dispõe de uma instalação do *software* FOSS *GeoServer*. Nesta situação, bastaria integrar um visualizador de *WebMapping* para substituir o programa original da ESRI.

A.1.3 iGEO

URL <http://www.igeo.pt/DadosAbertos/Listagem.aspx>



(a) Temas relativos ao Património

(b) Visualizador com dados do Património Protegido

Figura A.3: iGEO - Exemplo relativo ao Património

Descrição A plataforma iGEO conta com a participação de algumas das principais instituições nacionais na área da gestão territorial: a Direção-Geral do Território, a Agência Portuguesa do Ambiente, o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas e o Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana. Apesar de não se encontrar listada nas FAQ, terá obtido a colaboração da DGPC/ SIPA pois o seu logo encontra-se ao nível das referidas instituições no *footer* da página e associado aos serviços temáticos do património.

Os dados relativos ao património resumem-se a dois temas: Património Protegido e Património Não Protegido. Após análise, é bastante claro que nem todo o património está representado, mas não é indicado ao utilizador quais são as tipologias disponíveis nem os critérios que estiveram subjacentes à seleção/ eliminação de registos.

Objetivos

- disponibilização de dados de instituições públicas em formatos normalizados;
- “alavancar e suportar a criação e desenvolvimento de novos modelos de negócio”;
- contribuir para tomadas de decisões ponderadas e sustentadas nestes dados;
- destinatários:
 - a administração pública;
 - instituições de ensino e de investigação
 - as Organizações Não Governamentais;
 - empresas privadas;

Tecnologia

Crítica

- Também utiliza o *ArcGIS*
- tem serviços WMS e WFS e ainda acesso aos metadados, mas os serviços parecem estar limitados.
- a(s) licença(s):
 - Apesar de se identificar como uma iniciativa de “Dados Abertos”, no primeiro acesso, o utilizador é obrigado a aceitar as Condições de utilização, sob pena de não o poder utilizar:
 - * não esclarecem imediatamente qual é a licença de dados abertos, mas indicam que “implica a aceitação das normas legais aplicáveis à propriedade intelectual e direitos de autor”;
 - * a informação reutilizada a partir deste *site* deve ser acompanhada da indicação “informação proveniente de (nome da entidade), através da plataforma iGEO”;
 - nas FAQ, sob a questão “o acesso à informação tem custos?”:
 1. “A utilização da informação é gratuita para a Administração Pública e Academia, prevendo-se a cobrança de taxas justas para as empresas, com aplicação de descontos caso se tratem de entidades sem fins lucrativos.”(Território, s.d.);
 - A licença utilizada para os temas do património é a CC-NC-SA, ou seja, exclui a utilização comercial;
- Como visualizador utiliza o *MapView* (Szostak, s.d.) que não é atualizado desde 2015, não permite o *download* nem visualizar a informação referente a cada um dos pontos representados no mapa-base;

A.2 Gerais

A.2.1 IDE Arqueolóxica da Idade de Ferro en Galicia

URL <http://idepatri.cesga.es/>

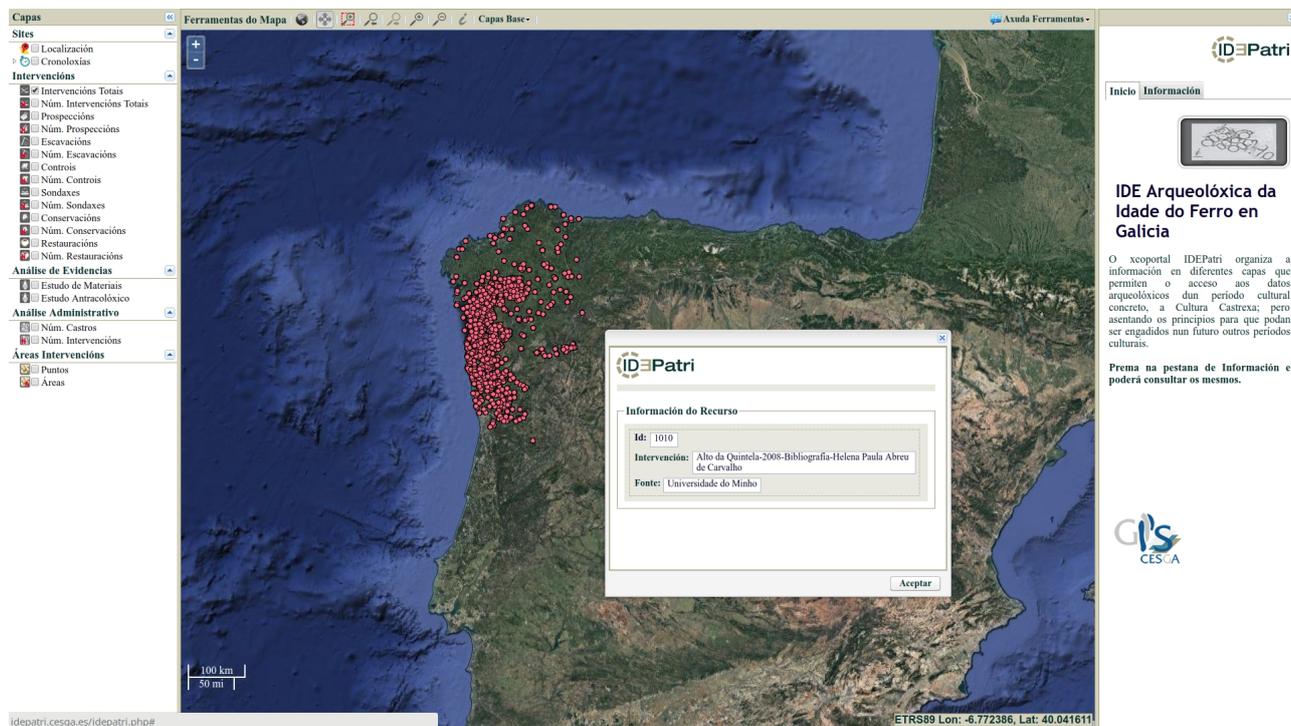


Figura A.4: IDE Arqueolóxica da Idade de Ferro en Galicia — com todas as opções visíveis e exemplo de um sítio arqueológico português selecionado.

Descrição Esta IDE espanhola tem como objetivo “o acceso a datos de temática arqueolóxica, fundamentalmente da Cultura Castrexa, pero asentando principios para que poidan engadirse outros períodos culturais e territorios” (*IDE Arqueolóxica da Idade de Ferro en Galicia* s.d.). Os seus autores presentan a plataforma como um “sistema vivo”, em constante evolução, e que permitirá aos profissionais conhecer o estado das investigações, mas também oferecer os conteúdos ao público, em geral (*ibid.*). Inclui sobretudo sítios arqueológicos localizados no território espanhol, mas também de Portugal.

Objectivos Os objetivos são:

- sistematização da informação patrimonial;
- sistematização da informação dispersa, incluindo dados publicados e inéditos, para criar um *corpus* da Idade do Ferro do Noroeste e assim melhorar a capacidade de investigação e divulgação;
- ampliação das bases de dados documentais;
- estabelecimentos dos princípios básicos de uma IDE para as temáticas acima mencionadas de modo que permita a posterior inclusão de outros períodos.

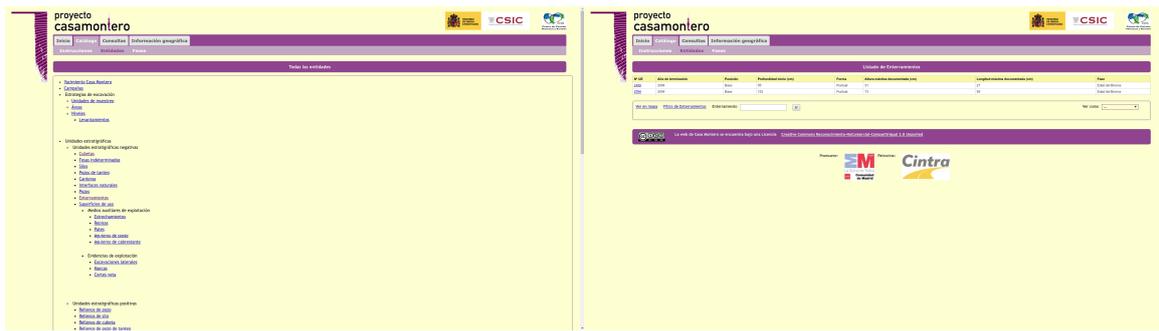
Tecnologia A nível tecnológico, os autores indicam apenas que se baseia em *software* livre para permitir uma maior facilidade de acesso. Os dados foram adaptados à iniciativa INSPIRE e às especificações OGC. A análise ao código fonte parece indicar ter sido construído *ad hoc* e utiliza as bibliotecas *ExtJS*, *GeoExt* e *OpenLayers*.

Crítica

- Surge apenas em Galego;
- apesar de se anunciar, os serviços WMS e WFS estão ainda em construção;
- a única forma de colaboração parece ser através de formulário de contacto;
- foi criado pelas entidades associadas ao projeto, não parece existir uma comunidade de suporte;
- não é especificada uma licença de utilização;

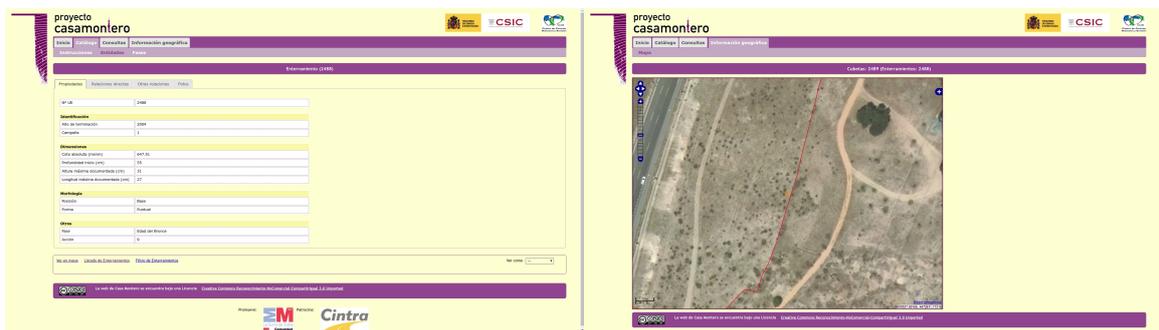
A.2.2 SILEX - Sistema de Información Locacional em XML

URL <http://www.casamontero.org/wui/inicio/introduccion.html>



(a) Todas as entidades

(b) Listagem de enterramentos



(c) Propriedades do enterramento com o ID 2488

(d) Localização no mapa

Figura A.5: Representação dos passos necessários para obter o mapa com o registo com o ID 2488

Descrição *SILEX* é apresentada como um esquema cooperativo com o objetivo de promover a troca e partilha de informação arqueológica entre equipas de investigação interessadas numa mesma temática. O *Projecto Casamontero* diferencia-se pela sua vocação para a *Web* semântica e conta com uma licença CC-BY-NC-SA que permite a utilização não comercial dos dados. Segundo [Fraguas et al. \(2010\)](#), tem uma arquitetura *multilayer* composta por 3 níveis:

1. "data storage or persistent layer";
2. "services layer or logic layer";
3. "interface or presentation layer";

Objetivos

Tecnologia Segundo [Fraguas et al. \(ibid.\)](#):

- *Apache Tomcat*

- *GeoServer*
- *OpenLayers*
- *GeoNetwork*
- *PostgreSQL* com a extensão *PostGIS*
- *Apache Cocoon*
- *Orbeon XForms*
- *Saxon*
- *eXist*

Crítica

- não existe informação sobre os metadados e descrição das entidades, encontrando-se mesmo uma referência incompleta aos mesmos: “La información está estructurada en”;
- a utilização é difícil, pois obriga o utilizador a circular por várias páginas para conseguir ver a informação relevante;
- o modelo de dados não é apresentado apesar de ser considerado que “it includes two well established archaeological “ontologies”, as the Harris’ system for describing and relating stratigraphic units and the logical-analytical system for classifying lithic industry”(*ibid.*);
- apesar de, no código fonte, se ter confirmado a existência de serviços WMS e WFS apresentados no artigo *Fraguas et al. (ibid.)*, os *links* não são disponibilizados no *site*;
- parece focar-se exclusivamente na comunidade arqueológica.

A.2.3 PRAGIS - Puuc Region Archaeological Geographic Information System

URL <http://egisdev.artsci.uc.edu/class/pragis/>

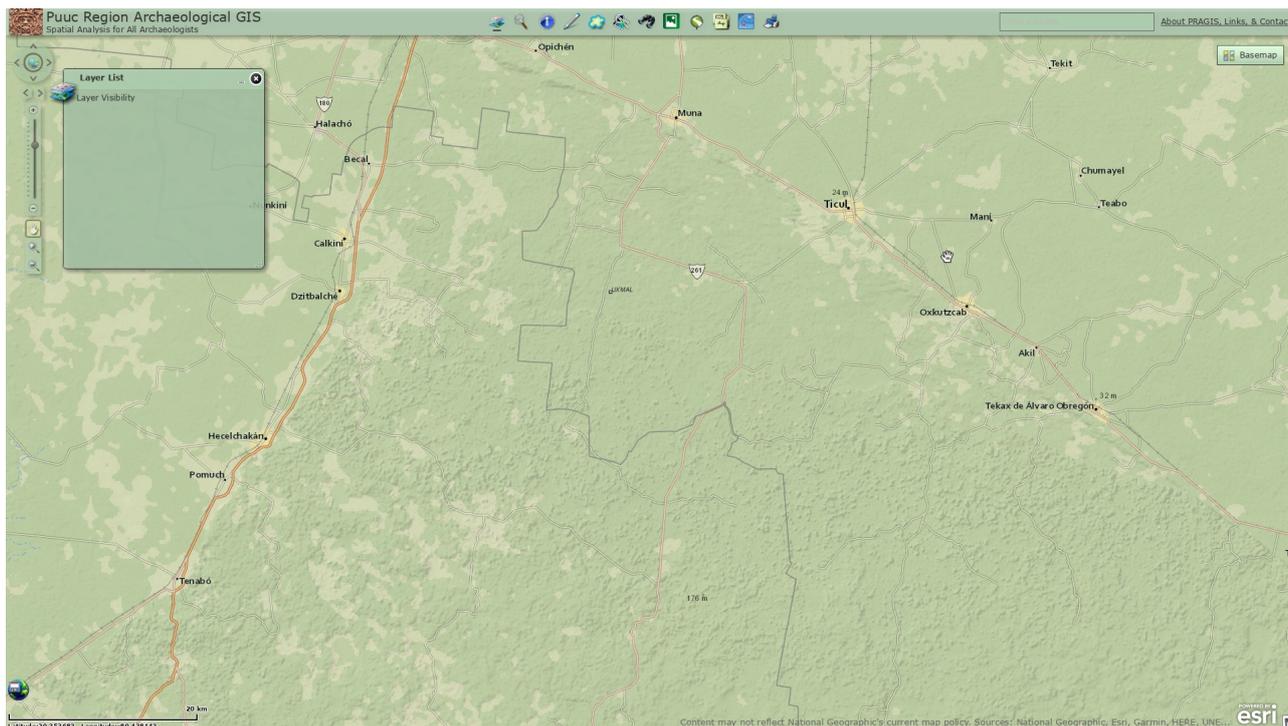


Figura A.6: PRAGIS — visualizador sem dados devido a erro de carregamento

Descrição Esta plataforma resulta do trabalho de uma tese de doutoramento e os seus dados são provenientes de outro projeto (MayaGIS). A plataforma permite o *download* de informação em formato *Microsoft Access* e *ArcMap / Geodatabase*. Os metadados, de dados e atributos, são amplamente descritos, mas não parecem seguir qualquer norma.

O autor indica ter escolhido o *ArcGIS Server* por esta ferramenta proprietária estar muito disseminada pelo mundo e, assim, evitar que os utilizadores sejam obrigados a instalar outros programas.

Num *blog* associado, cuja última publicação é de 29/08/2013 o autor assume, no entanto, constrangimentos com a licença ESRI — desconhecemos se, entretanto, terá sido resolvido uma vez que a plataforma se encontra parcialmente inoperacional.

Objetivos Esta plataforma tem o objetivo de disponibilizar informação sobre a região de Yucatan, México, a todos os interessados.

Tecnologia

- *Flash*;

- *ArcGIS Server*;

Crítica

- não é *open source* pois depende de *ArcGIS Server* e *Flash*;

- tem problemas de manutenção:
 - pelo menos desde Maio de 2018 que está com erro — não carrega nenhuma *layer*;

 - última atualização foi em 2014;

A.2.4 IDE do Departamento de Conservación Preventiva del Instituto del Patrimonio Cultural de España

URL <https://ipce.gvsigonline.com/gvsigonline/>

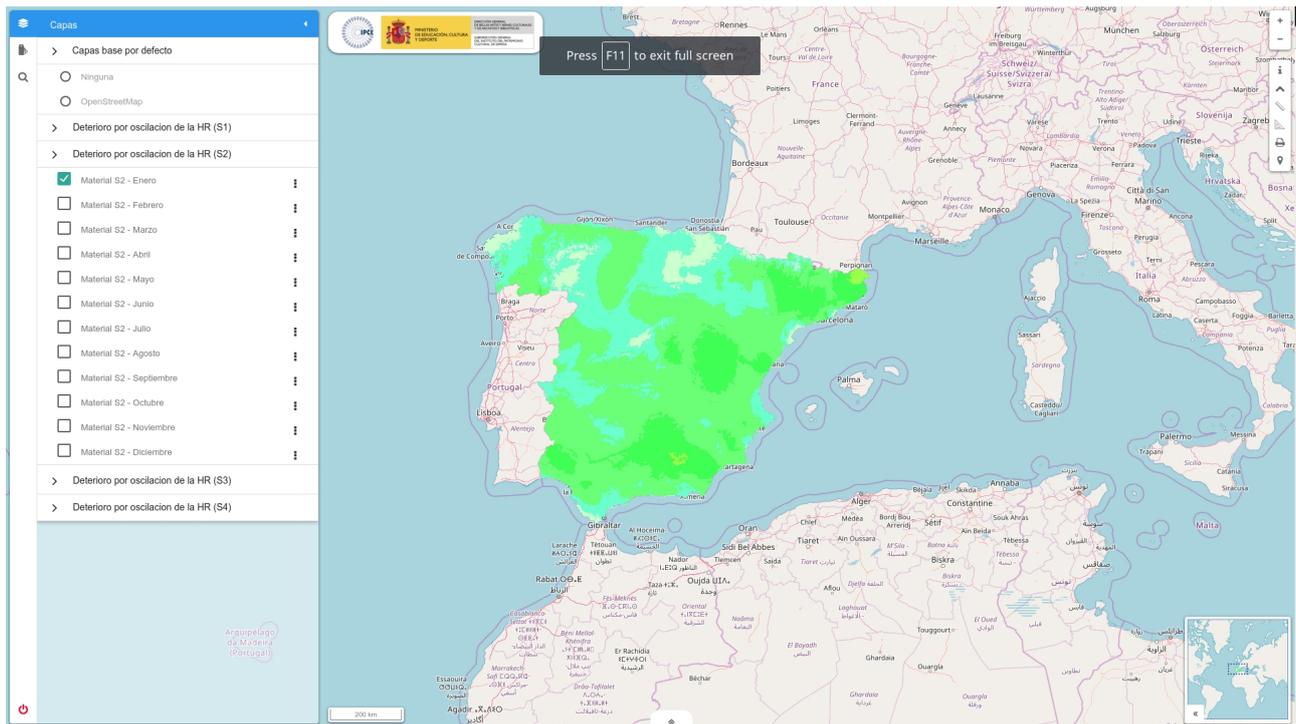


Figura A.7: PRAGIS — visualizador sem dados devido a erro de carregamento

Descrição Esta infraestrutura pertence ao *Departamento de Conservación Preventiva del Instituto del Patrimonio Cultural de España* e inclui informação geral para a conservação preventiva do património cultural, num visualizador e ligações para os serviços WMS / WFS.

Objetivos Tem como objetivo melhorar a cooperação e partilhar o conhecimento para a conservação e restauro dos bens que formam o Património Cultural.

Tecnologia Utiliza *gvSIG Online*.

Crítica

- inclui serviços normalizados (OGC) numa plataforma *open source*;
- apesar da existência de um manual de utilização em PDF, não existe informação relativamente aos metadados;

A.2.5 IDEARQ - Infraestrutura de Datos Espaciales de Investigación Arqueológica

URL <http://www.idearqueologia.org/>

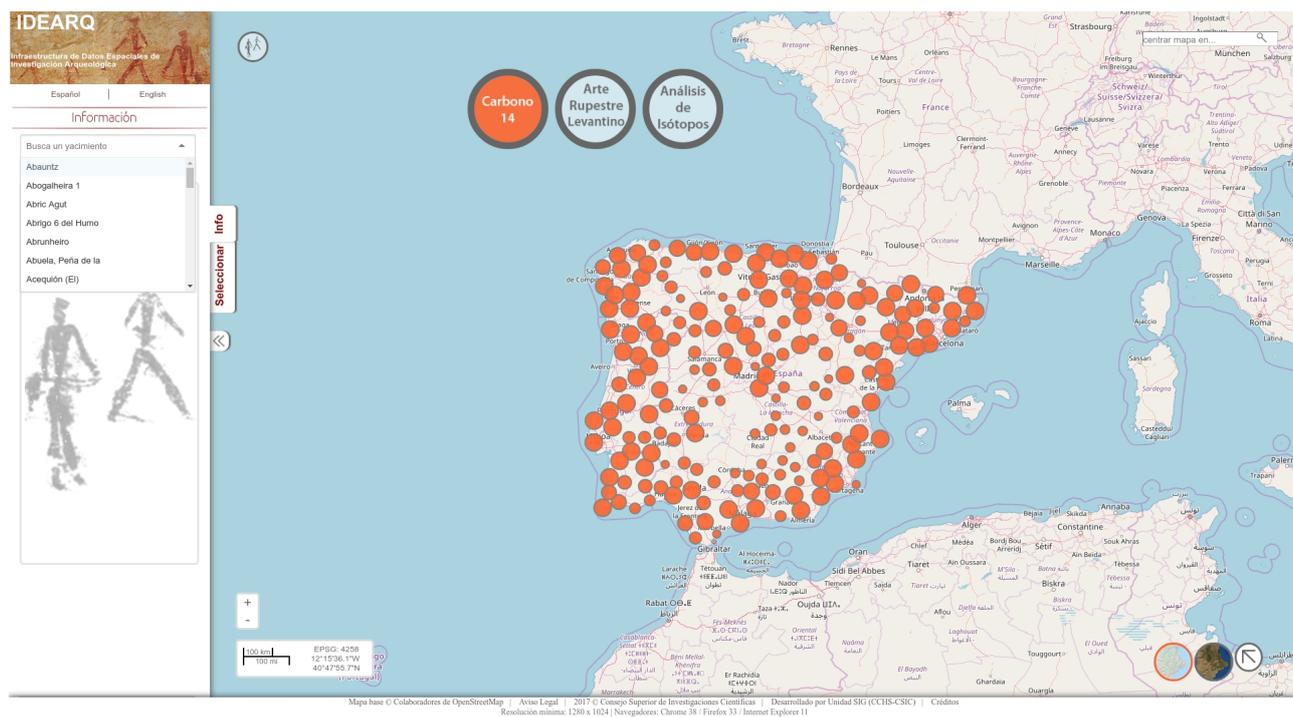


Figura A.8: Infraestrutura de Datos Espaciales de Investigación Arqueológica — distribuição das datações ^{14}C na Península Ibérica

Descrição Este é um projeto ambicioso que procura disponibilizar gratuitamente (licença CC-BY) dados arqueológicos georreferenciados. Neste momento estão disponíveis três conjuntos de dados: datações ^{14}C (Península Ibérica), Arte Rupestre Levantina, análises de isótopos (Península Ibérica) e anunciam que irão incorporar dados da Arqueometalurgia (Península Ibérica).

Os milhares de registos disponíveis, estão adaptados à diretiva INSPIRE e OGC, mas limitados a uma visualização em escala superior a 1:200.000 para proteger a sua localização real. É possível visualizar os dados através de um visualizador incorporado ou do serviço WMS (também limitado).

Objetivos Esta plataforma pretende disponibilizar *online* de “datos científicos arqueológicos georreferenciados” (*Infraestructura de Datos Espaciales de Investigación Arqueológica s.d.*).

Tecnologia

- GeoServer;
- PostgreSQL com a extensão PostGIS;
- OpenLayers;

Crítica A utilidade deste projeto é indiscutível. Respeitamos a tentativa de proteção dos monumentos através da limitação do *zoom*, mas questionamos até que ponto a sua utilidade não é limitada por esta imposição? Por outro lado, com esta limitação, qual é a vantagem da associação dos dados a um visualizador geográfico? Assim, qual a vantagem sobre outras iniciativas (por exemplo, o *CronoLOGEA* (Aranda Jiménez et al., 2015)) que apresentam conteúdos semelhantes, em formato aberto, mas tabelado?

A inadequação desta forma de proteção à informação sobre a localização comprova-se através da verificação da presença da informação protegida no código fonte do visualizador.

A.2.6 Catalhöyük

URL <http://www.catalhoyuk.com/> <http://catalhoyuk.stanford.edu/>

Descrição Esta plataforma dedica-se à divulgação de informação relativa ao *Çatalhöyük Research Project*. Para além de informação genérica sobre o sítio pré-histórico, apresenta dados detalhados sobre o processo de investigação arqueológica no *Research Portal*: desde os diários das escavações, a informação sobre áreas, edifícios, espaço e unidades. Mas também é um veículo de divulgação dos *outputs* da equipa de investigação, tal como reconstruções 3D renderizados, disponibilizadas em acesso aberto.

Existe uma plataforma piloto (team, s.d.[a]), ainda em implementação, que pretende disponibilizar os dados dos últimos 21 anos de escavação em acesso aberto para que possa ser reinterpretado, “now and beyond the period of active excavation ending” (*ibid.*). Nesta plataforma teste, os dados



Figura A.9: Çatalhöyük Research Project

são disponibilizados em LOD e através de uma API. No decurso desta dissertação, a ferramenta de mapeamento esteve sempre em reparação.

Objectivos Divulgar e disponibilizar informação sobre o sítio e sobre a investigação arqueológica aí realizada.

Tecnologia Não foi identificada a escolha de nenhuma aplicação ou *framework*, em particular. Será uma construção *ad hoc*?

Crítica

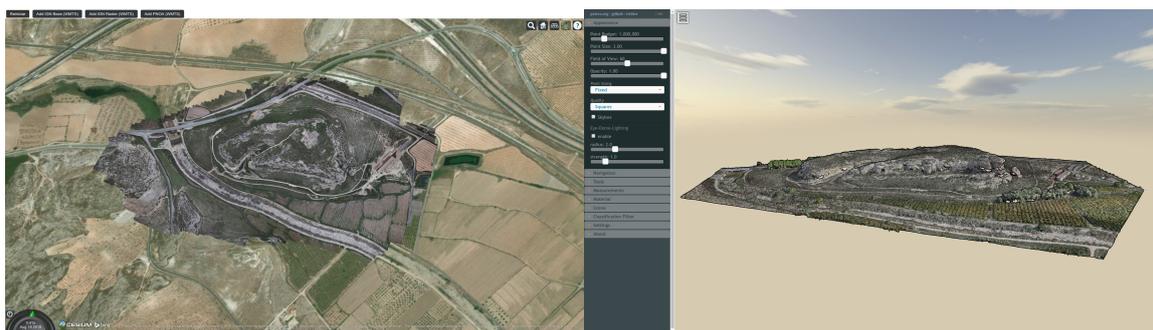
- Disponibiliza em acesso aberto:
 - informação histórica do local;
 - dados do projeto arqueológico;
- Inclui um projeto-piloto de aplicação em acesso aberto, segundo parâmetros da *open science*, que utiliza LOD.

A.2.7 ARCHAEO 3DWEBGIS

henandez2017implementacion



(a) Apresentação geral de um dos sítios representados, Tolmo de Minateda



(b) Visualização do Tolmo de Minateda em CesiumJS (c) Visualização de nuvem de pontos em Potree

Figura A.10: ARCHAEO 3DWEBGIS

URL <http://www.archaeo3dwebgis.com>

Descrição Centrado no caso de estudo “Parque Arqueológico de El Tolmo de Minateda”, identifica-se como uma IDE que foi adaptada a um modelo de dados arqueológicos: Sistema de Informação Arqueológica (SIA). Procura disponibilizar informação arqueológica integrada num catálogo de metadados e serviços assentes em *standards* e com recurso a um visualizador de modelos 3D. Apesar de se anunciar na bibliografia (Henández et al., 2017) a existência de ferramentas de *download*, estas parecem estar reservadas aos membros das equipas de investigação.

Objectivos

- dar continuidade ao projeto original “Infraestructura de Datos Espaciales de Patrimonio Arqueológico de Castilla-La Mancha”;
- salvaguardar a preservação dos dados digitais resultantes do projeto original;
- permitir o acesso a informação geográfica de interesse arqueológico;

Tecnologia

- *PostgreSQL* com a extensão *PostGIS*;
- *Geonetwork*;
- *GeoServer*;
- *CesiumJS*
- *Potree*;

Crítica

- Algumas funcionalidades e alguns dados encontram-se reservados às equipas de investigação;
 - apesar de se identificar como tendo sido adaptado a um modelo de dados, o modelo não é descrito;
-

A.2.8 ArchaeoGEW (Archaeological GIS Explored by Web)

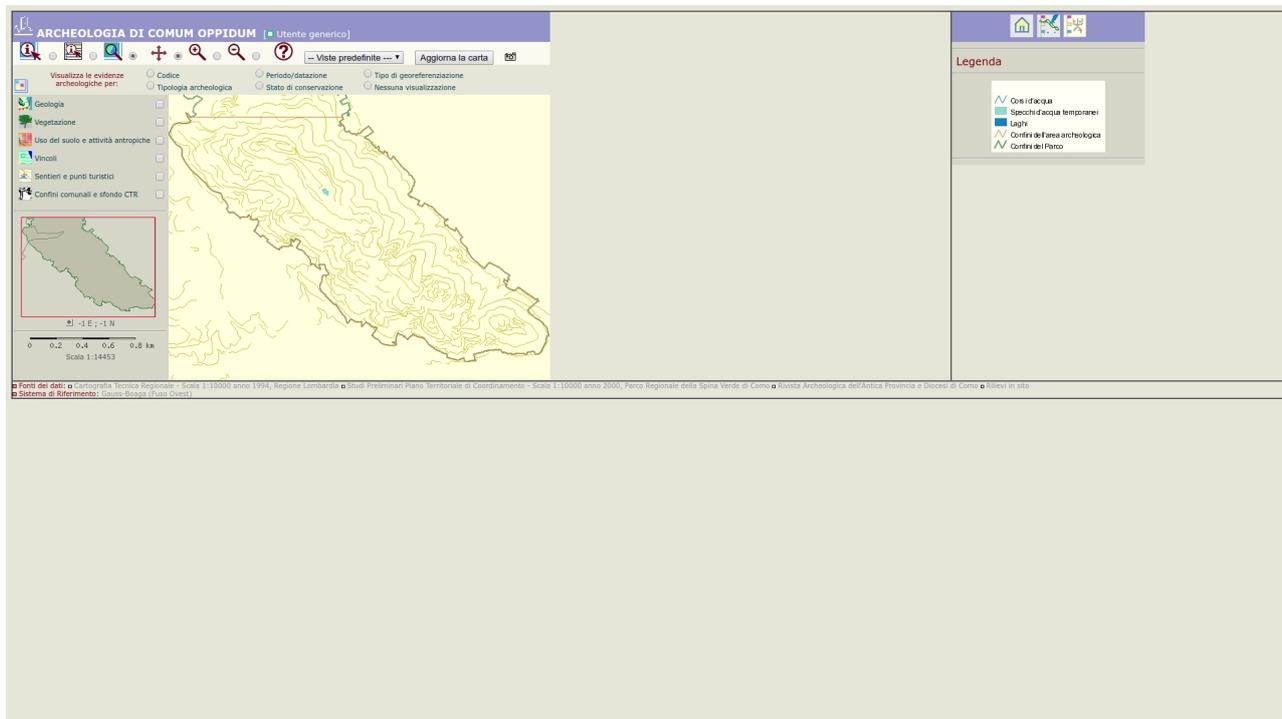


Figura A.11: ArchaeoGEW — Comum Oppidum

URL <http://webgis2.como.polimi.it/ArchaeoGEW/inizio/home.html>

Descrição Este *WebGIS* foi implementado a partir de 2002 e conta com FOSS para dois conjuntos de dados: Comum Oppidum e Parco Regionale della Spina Verde di Como. Tem dois níveis de acesso, para utilizadores registados e livre. Permite visualizar a localização de sítios e monumentos arqueológicos com recurso a alguns mapas-base: geologia, vegetação, pontos turísticos, entre outros.

Objetivos Apoio à divulgação e ao estudo de sítios e monumentos arqueológicos.

Tecnologia

- *PostgreSQL* com a extensão *PostGIS*;
- *MapServer*;

Crítica

- Desatualizado:
 - por exemplo, alguns dos elementos representados são da década de 90;
 - apesar de ainda funcional, o *site* não está preparado para as resoluções dos ecrãs atuais;
- Algumas funcionalidades e alguns dados encontram-se reservados aos utilizadores registados;
- Inclui vários mapas-base com temáticas úteis para o Património Cultural, como a geologia e vegetação.

A.2.9 Higeomes

HIGEOMES Number	Name	Alternative spelling	Zone	Localization	Toponym_oB	Toponym_mAss	Investigation	Dating	Bibliography
736	THIS 4		E	certain			Survey	LBA (2)	Ur 2010
3	Abu Maria, Tall	Bumarje, Abū Māriyā, Abū Maryām	F	certain	APOUM (1)	APOU	Excavation, Survey	MBA (3)	Anastasio 2007, Lloyd 1938, Oates 1968, 1968a, Reade 1966
4	Abu Dhahr, Tall	Abū Zāhir, Abū Zahr, Abū Dhair	G	certain			Excavation	MBA (3), LBA (2)	Ibrahim 1946, Nashraf (ed.) 1987, Postgate/Watson (eds) 1978, Simpson 2007
894	Abu Geri		E	uncertain			Survey	MBA (2)	Ristvet 2005

Figura A.12: Higeomes

URL <http://higeomes.i3mainz.hs-mainz.de/>

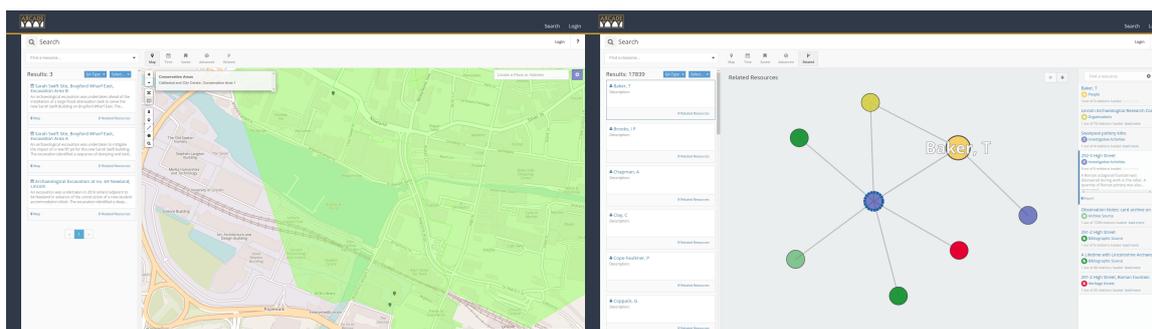
Descrição Este *WebGIS* disponibiliza os resultados do projeto de investigação Higeomes, que incluiu prospeções e escavações arqueológicas na Mesopotâmia. Apesar de incluir dados de prospeção e escavação, o conjunto de dados é bastante específico: toponímia, topónimos alternativos, grau de exatidão da localização, binómio escavação/ prospeção, datação e bibliografia. A aplicação permite pesquisar, filtrar e visualizar os dados associados aos sítios registados.

Objetivos Disponibilizar o *output* do projeto Higeomes.

Tecnologia Não foi identificada a escolha de nenhuma aplicação ou *framework*, em particular. Será uma construção *ad hoc*?

Crítica Apesar de serem dados de algum modo restritos a um conjunto de informações, a sua utilidade para os estudos regionais é inquestionável. No entanto, seria de grande utilidade a disponibilização de recursos de *download* e / ou serviços OGC para futuras investigações.

A.2.10 ARCADE



(a) Temas relativos ao Património

(b) Recursos relacionados com o Arqueólogo T. Baker: a instituição onde trabalha; as escavações registadas. Note-se que cada um destes pontos (nós) têm outra informação relacionada.

Figura A.13: Arcade — exemplo das capacidades.

URL <https://arcade.lincoln.gov.uk/>

Descrição Baseado na plataforma *Arches*, permite explorar os dados relativos ao património da cidade de Lincoln com recurso a capacidades semânticas. Inclui desde registos relativos aos arqueólogos a dados das escavações (método, por exemplo), a datações e pós-escavação (listagem de análises efetuadas). Todos os dados foram mapeados para CIDOC-CRM e é possível explorar através das suas relações e/ ou de uma pesquisa avançada com recurso às referidas capacidades semânticas.

Objetivos Tem como objetivo a divulgação e disponibilização de dados relativos ao património da cidade de Lincoln.

Tecnologia *Arches*:

- *GeoServer*
- *Django*

Crítica

- Pesquisas avançadas beneficiam da capacidade semântica do *Arches*;
- A opção de *download* dos recursos está inacessível aos utilizadores não registados;
- Registo de novos utilizadores está limitado aos administradores;

A.2.11 Heritage Monitoring Scouts

URL <https://hms.fpan.us/>

Descrição Baseado na *framework Arches*, na sua última versão, esta implementação procura promover a facilitar a proteção do Património Cultural com auxílio dos cidadãos da Florida. Esta adaptação da *citizen science* e da capacidade intrínseca aos *cidadãos-sensores* permite que qualquer um se registre como monitor do património. Após o registo, ser-lhe-á atribuído um sítio, ou um conjunto de sítios, para monitorizar.

Objectivos Facilitar a proteção e preservação do Património Cultural.

Tecnologia Arches 4.3

Crítica Apesar de existirem originalmente no *software* escolhido, as capacidades de *download* e de representação gráfica das relações, não estão disponíveis.

A.2.12 crc806

URL <https://crc806db.uni-koeln.de/>

Descrição Este portal do *Collaborative Research Centre 806* inclui várias categorias de informação estruturados através da implementação de um conjunto de aplicações: *CKAN*, *Geonode* e *Typo3 Extbase & Fluid*. Esta tríade de aplicações complementam-se, mas duplicam a existência de outras que são resquícios de instalações anteriores. Este é o caso de co-existência do *MapServer* e do *GeoServer*, aplicações com os mesmo objetivos.

Objectivos "Open Science approach for collecting and creating GIS data, visualizing it in maps of paleoenvironments, and publishing them in a web-based Spatial Data Infrastructure (SDI), for access by the archaeology and paleoenvironment communities"(Willmes et al., 2017).

Tecnologia

- *Geonode*
- *MapServer*
- *MapProxy*
- *Typo3 Extbase & Fluid CMS*

B

Análise de Software

B.1 *ESRI GeoPortal-Server*

<i>Open source</i>	Licença	Modular
✓	Apache 2.0	✗

Tabela B.1: ESRI GeoPortal-Server — Características gerais.

Descrição Este é um produto do maior produtor mundial de *software* SIG: a ESRI. A última versão lançada data de Setembro de 2017 (v1.2.9). Apesar de ser construído de acordo com os *standards* OGC, o seu funcionamento associa-se diretamente ao *software* de *desktop* da mesma empresa (ESRI, s.d.[b]; ESRI, s.d.[a]).

Está preparado para adaptar a informação a várias normas, de entre as quais se destacam: *Content Standard for Digital Geospatial Metadata (United States Federal Geographic Data Committee)*, INSPIRE (Diretiva europeia), ISO 19115 e 19119 (serviços e dados para os Estados Unidos da América), GEMINI e Dublin Core, entre outros.

OGC	Descoberta	2D	3D	Download	Transformação	Upload	Publicação
✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓

Tabela B.2: *ESRI GeoPortal-Server* — Funcionalidades IDE.

API	Ontologia	Utilizadores	Revisão
✓	✓	✓	✗

Tabela B.3: *ESRI GeoPortal-Server* — Funcionalidades extra.

Críticas Apesar de responder aos objetivos aqui propostos, não pode ser considerado para o projeto por não permitir um desenvolvimento fácil e independente em consequência da falta de uma construção modular e, principalmente, pela sua dependência da ESRI. Existem componentes deste *software* que não são inteiramente *open source*. Por exemplo, apesar de ser o formato de ficheiros mais usado em SIG, o *Shapefile* (*.shp), original da ESRI, não é considerado um *standard* e está a ser progressivamente substituído pela norma OGC equivalente: o formato *GeoPackage*.

Assim, a maior dificuldade desta opção prende-se ao facto de comprometer e tornar dependente o projeto em torno da ESRI e do futuro que a empresa quiser dar a este *software*.

B.2 Geonode

Open source	Licença	Modular
✓	GPL-3.0	✓

Tabela B.4: *Geonode* — Características gerais.

Descrição O *Geonode* identifica-se como um *Open Source Geospatial Content Management System* baseado em *Django* e *GeoServer*. Tem a maior comunidade de programadores do conjunto de aplicações aqui analisadas e tem o suporte de grandes organizações como o *World Food Program* que, como é nor-

mal, focam o seu desenvolvimento em funcionalidades que respondam às suas necessidades como, por exemplo, a gestão de risco de desastres naturais (Molinari et al., 2017).

Reflexo da boa saúde da sua comunidade, existe um ciclo constante de atualizações, tendo sido a última versão disponibilizada em Agosto de 2018 (v2.10rc4). A sua popularidade é tal que as últimas versões do QGis já incluem a integração de ferramenta de interação com a API do *Geonode*.

OGC	Descoberta	2D	3D	Download	Transformação	Upload	Publicação
✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓

Tabela B.5: *Geonode* — Funcionalidades IDE.

API	Ontologia	Utilizadores	Revisão
✓	✗	✓	✗

Tabela B.6: *Geonode* — Funcionalidades extra.

Críticas Como se poderá verificar pelas tabelas, esta é uma forte possibilidade para a implementação do Atlas do Megalitismo. Funcionalidades não existentes, como a incorporação de visualizadores de modelos 3D, poderão aproveitar a sua construção modular para, com alguma programação, passarem a existir. Questiona-se apenas se, tendo o apoio de organizações não relacionadas com o património, se no futuro continuará a poder aplicar-se facilmente a outras áreas. Por outro lado, questionamos se a futura inclusão de ontologias, serão adequadas ao património, generalistas ou especializadas em gestão de risco?

B.3 *Boundless Suite*

Open source	Licença	Modular
?	?	?

Tabela B.7: *Boundless Suite* — Características gerais.

Descrição Esta alternativa, consubstancia-se numa família de programas de código aberto adaptados e incluídos na *Boundless Suite*. Destes, destaca-se o *Geonode* (que inclui o *Geoserver* e outras aplicações) e *MapLoom*. Por exemplo, na sua adaptação do *Geonode*, o *Boundless Exchange* (v1.4.13.1),

inclui algumas melhorias como o aumento de opções de mapas-base.

Em geral, incorpora no *Geonode* algumas funcionalidades extra tendo em conta o utilizador alvo (o mercado empresarial) e rentabiliza o produto principalmente a partir do suporte técnico dado aos utilizadores. A empresa responsável também contribui para a comunidade do *Geonode*, sendo a entidade responsável por um *plugin* de QGis (< v3), especificamente desenhado para intermediar a ligação entre estas aplicações.

OGC	Descoberta	2D	3D	Download	Transformação	Upload	Publicação
✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓

Tabela B.8: *Boundless Suite* — Funcionalidades IDE.

API	Ontologia	Utilizadores	Revisão
✓	✗	✓	✗

Tabela B.9: *Boundless Suite* — Funcionalidades extra.

Críticas Apesar de ser construído a partir de *software open source*, ao grande trabalho de adaptações das várias aplicações que constituem a *Boundless Suite*, associa-se a necessidade de suporte pela empresa. O seu modelo de negócio permite disponibilizar as versões anteriores à atual, mas, a ausência de uma comunidade de suporte, coloca sérias dúvidas sobre a viabilidade desta opção, de modo gratuito, para implementação do projeto aqui proposto.

B.4 *Geoclip*

<i>Open source</i>	Licença	Modular
✗	—	—

Tabela B.10: *Geoclip* — Características gerais.

Descrição O *Geoclip* é um *software* proprietário com particular incidência em França e países francófonos. Identifica-se como uma referência no mercado para aplicações *Web* de cartografia estatística. O seu produtor, destaca a existência de uma aplicação móvel que permite o *upload* móvel de dados a partir da ligação ao *Geoclip*.

OGC	Descoberta	2D	3D	Download	Transformação	Upload	Publicação
parcial	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓

Tabela B.11: *Geoclip* — Funcionalidades IDE.

API	Ontologia	Utilizadores	Revisão
✗	✗	✗	✗

Tabela B.12: *Geoclip* — Funcionalidades extra.

Críticas Por ser um *software* proprietário, não será considerado como opção.

B.5 *Cartaro*

<i>Open source</i>	Licença	Modular
✓	✗	✓

Tabela B.13: *Cartaro* — Características gerais.

Descrição Esta aplicação consiste numa adaptação do *Content Management System (CMS) Drupal* para lhe dar capacidades geográficas através da ligação das suas próprias funcionalidades ao *Geo-Server*. Inclui ainda *PostGIS* e um visualizador *OpenLayers*. Apesar de ter gozado de alguma popularidade, o seu desenvolvimento parece ter parado em 2015. Atualmente, está considerado pela comunidade do *Drupal* como obsoleto e foi retirado do ficheiro de instalação da máquina virtual do OSGEO na versão 10.5 (2017).

OGC	Descoberta	2D	3D	Download	Transformação	Upload	Publicação
✓(em 2015)	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓

Tabela B.14: *Cartaro* — Funcionalidades IDE.

API	Ontologia	Utilizadores	Revisão
✓	✗	✓	✗

Tabela B.15: *Cartaro* — Funcionalidades extra.

Críticas Poderia ser usado para os nossos objetivos aqui propostos, pois, pela junção das várias aplicações referidas, obtém a maior parte das funcionalidades necessárias. Porém, o facto de o seu desenvolvimento ter parado em 2015, demonstra a necessidade de uma boa comunidade no suporte ao *software open source* e torna-o inviável para os propósitos deste trabalho.

B.6 Knowvation-gs

<i>Open source</i>	Licença	Modular
✗	✗	✗

Tabela B.16: *Knowvation-gs* — Características gerais.

Descrição Esta aplicação proprietária é uma solução integrada, vocacionado para disponibilizar conteúdos multimédia e proporciona uma pesquisa avançada.

OGC	Descoberta	2D	3D	Download	Transformação	Upload	Publicação
✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓

Tabela B.17: *Knowvation-gs* — Funcionalidades IDE.

API	Ontologia	Utilizadores	Revisão
✗	✗	✓	✗

Tabela B.18: *Knowvation-gs* — Funcionalidades extra.

Críticas O facto de ser *software* proprietário e não corresponder às expectativas, não permite a sua utilização neste projeto.

B.7 Arches

<i>Open source</i>	Licença	Modular
✓	AGPL-3.0	✓

Tabela B.19: *Arches* — Características gerais.

Descrição Criado na sequência do projeto MEGA (*Middle Eastern Geodatabase for Antiquities*), em conjunto entre o *Getty Conservation Institute* e o *World Monuments Fund*, esta aplicação identifica-se como um gestor e inventário de dados, especializado para o campo do Património. Apesar de não ter uma comunidade grande, o apoio institucional permite ter atualizações regulares, tendo a última sido realizada em Setembro de 2018 (v4.3). Baseia-se em *Django* e *GeoServer*.

Está adaptado e inclui várias ontologias especializadas, como o CIDOC-CRM e várias das suas extensões.

OGC	Descoberta	2D	3D	Download	Transformação	Upload	Publicação
✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓

Tabela B.20: *Arches* — Funcionalidades IDE.

API	Ontologia	Utilizadores	Revisão
✓	✓	✓	✓

Tabela B.21: *Arches* — Funcionalidades extra.

Críticas Por ser criado e mantido por uma comunidade e duas instituições ligadas ao Património, este é o único dos *softwares* analisados que está vocacionado para esta área. Como tal, está adaptado ao CIDOC-CRM e inclui funcionalidades como, por exemplo, a revisão de dados de outros utilizadores ou mesmo a criação de processos de prospeção. Outro exemplo da atenção dada às necessidades específicas da área, é a criação de uma aplicação móvel, também com código aberto, para permitir a interação com a plataforma através da sua API.

A grande desvantagem desta plataforma é o facto de algumas funcionalidades não se encontrarem ainda bem documentadas, sendo necessário analisar o código para compreender o seu funcionamento.

B.8 *Geonetwork*

Open source	Licença	Modular
✓	GPL-2.0	✓

Tabela B.22: *Geonetwork* — Características gerais.

Descrição Este é um projeto com o apoio da comunidade *OSGeo* que se foca na catalogação de dados geográficos, sem perder interoperabilidade. Está adaptado a várias normas e permite a concentração de informação espacial de várias fontes e com recurso a vários protocolos.

OGC	Descoberta	2D	3D	Download	Transformação	Upload	Publicação
✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓

Tabela B.23: *Geonetwork* — Funcionalidades IDE.

API	Ontologia	Utilizadores	Revisão
✓	✓	✓	✗

Tabela B.24: *Geonetwork* — Funcionalidades extra.

Críticas Inclui funcionalidades para representar num globo 3D (com recurso a *CesiumJS*) os dados incorporados, mas não está preparado para modelos de objetos 3D. Existem exemplos na bibliografia da utilização desta plataforma com visualizadores de modelos 3D (Referências3dwebgis), mas o código-fonte não se encontra disponível. Tendo em conta as suas características, é uma excelente opção para o projeto.

B.9 *geOrchestra*

Open source	Licença	Modular
✓	GPL-3.0	✓

Tabela B.25: *geOrchestra* — Características gerais.

Descrição Este *software* foi criado para dar resposta aos requisitos da diretiva INSPIRE e é identificado como gratuito, modular e interoperável. Combina aplicações como o *GeoNetwork* e *GeoServer*.

OGC	Descoberta	2D	3D	Download	Transformação	Upload	Publicação
✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓

Tabela B.26: *geOrchestra* — Funcionalidades IDE.

API	Ontologia	Utilizadores	Revisão
✓	✓	✓	✗

Tabela B.27: *geOrchestra* — Funcionalidades extra.

Críticas É uma aplicação adequada aos propósitos aqui propostos, faltando-lhe apenas a inclusão de visualizadores de modelos 3D.

C

Modelos de Dados do
Atlas do Megalitismo

Potree / 3DHop

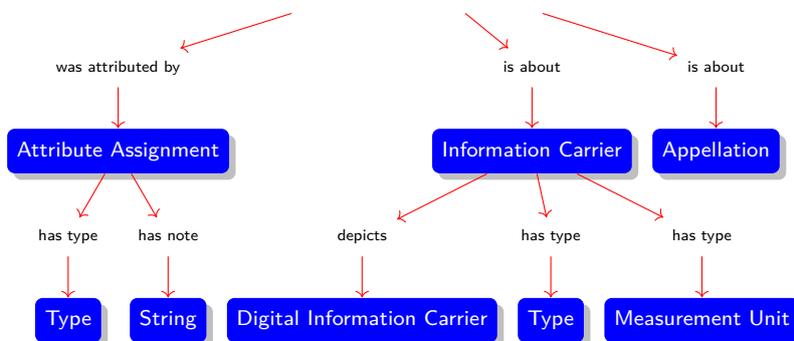


Figura C.1: Detalhe dos Modelos de dados *Potree* e *3DHop*

Ator

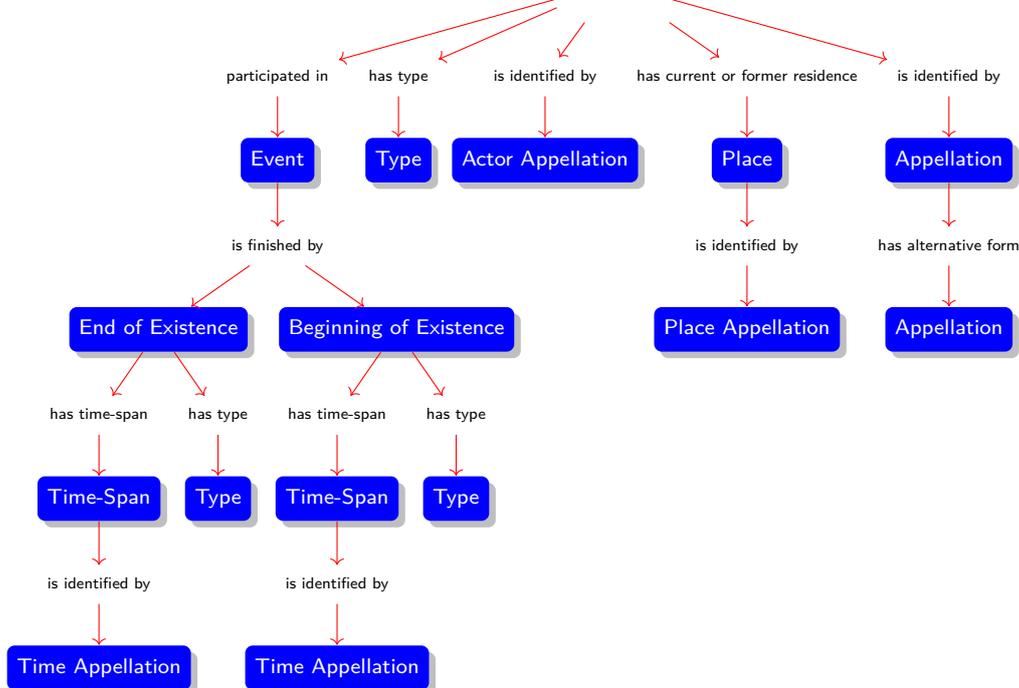


Figura C.2: Detalhe do Modelo de dados *Ator*

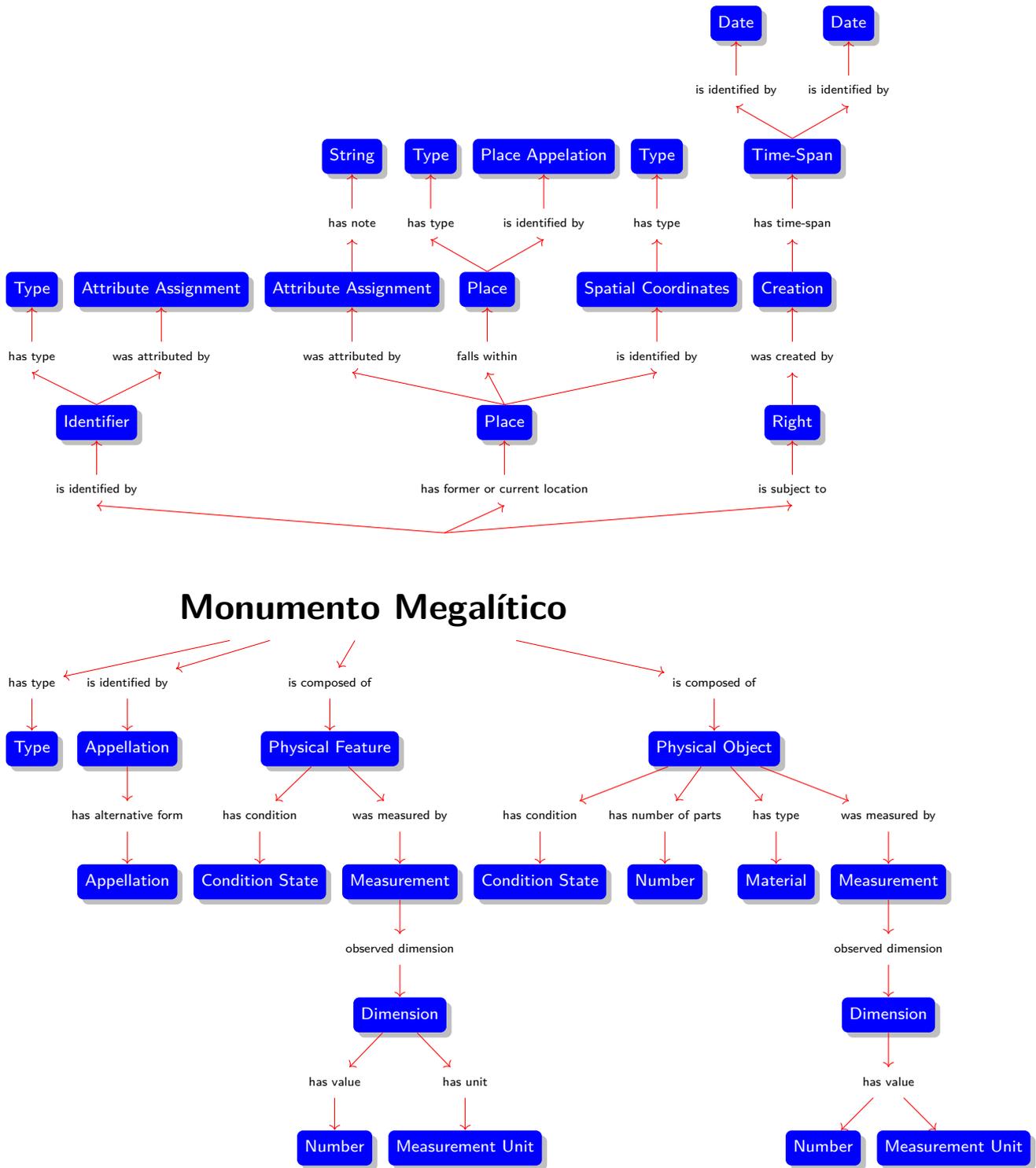


Figura C.3: Detalhe do Modelo de dados *Monumento Megalítico*

Parte VI

Referências

Bibliografia

- Addison, A. C. (2001). «Virtual heritage: technology in the service of culture». Em: *Proceedings of the 2001 conference on Virtual reality, archeology, and cultural heritage*. ACM, pp. 343–354.
- Águila Escobar, G. (2005). «Estudio lingüístico y glosario de los términos especializados de la arqueología». Tese de doutoramento. Universidad de Granada.
- Alarcão, J. d. e Barroca, M., eds. (2012). *Dicionário de Arqueologia Portuguesa*. Figueirinhas.
- Alelis, G., Bobrowicz, A. e Ang, C. S. (jun. de 2015). «Comparison of engagement and emotional responses of older and younger adults interacting with 3D cultural heritage artefacts on personal devices». Em: *Behaviour & Information Technology* 34.11, pp. 1064–1078.
- Alvim, P. (2009). «Recintos megalíticos do ocidente do Alentejo central: arquitectura e paisagem na transição mesolítico/neolítico». Tese de mestrado. Universidade de Évora.
- Anastácio, R. F., Oosterbeek, L. e Rosina, P. (2016). «Gestão integrada do território e do património: a importancia dos Sistemas de Informação Geográfica». Em: *Sémata: Ciências Sociais e Humanidades* 27, pp. 187–197.
- Andrade, M. (2009). «Megalitismo e comunidades megalíticas na área da Ribeira Grande, Alto Alentejo: definição e caracterização do fenómeno de megalitização da paisagem na área austral do Norte alentejano». Tese de mestrado. Universidade de Lisboa.
- Araújo, A. C. (1998). «O concheiro de Toledo (Lourinhã) no quadro das adaptações humanas do Pós-Glaciário no litoral da Estremadura». Em: *Revista Portuguesa de Arqueologia* 1.2, pp. 19–38.
- Aspöck, E. e Masur, A. (2015). «Digitizing Early Farming Cultures customizing the Arches Heritage Inventory & Management System». Em: *Digital Heritage, 2015*. Vol. 2. IEEE, pp. 463–464.
- Auer, M., Höfle, B., Lanig, S., Schilling, A. e Zipf, A. (2011). «3D-Sutras: A web based atlas of laser scanned Buddhist stone inscriptions in China». Em: *International Conference on Geographic Information Science, Utrecht, The Netherlands*.
- Auer, M., Billen, N., Loos, L., Zipf, A. e Agugiaro, G. (2014). «Web-based visualization and query of semantically segmented multiresolution 3D models in the field of cultural heritage.» Em: *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences* 2.5.
- Baena, J., Alvarez-Sanchis, J., Bermudez, J., Blasco, C. e Moreno, E. S. (1999). «Digital Cartographical Databases and their Application to Archaeology». Em: *BAR INTERNATIONAL SERIES* 757, pp. 137–144.

- Barrile, V., Nunnari, A. e Ponterio, R. C. (jun. de 2016). «Laser Scanner for the Architectural and Cultural Heritage and Applications for the Dissemination of the 3D Model». Em: *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 223, pp. 555–560.
- Barroca, M. (2012). «Anta». Em: *Dicionário de Arqueologia Portuguesa*. Figueirinhas, p. 46.
- Barton, D., Hamilton, M. e Ivanič, R., eds. (2000). *Situated literacies: Reading and writing in context*. Psychology Press.
- Beaudoin, J. E. (jan. de 2015). «Content-based image retrieval methods and professional image users». Em: *Journal of the Association for Information Science and Technology* 67.2, pp. 350–365.
- Begeman, K., Belikov, A. N., Boxhoorn, D. R., Dijkstra, F., Holties, H., Meyer-Zhao, Z., Renting, G. A., Valentijn, E. A. e Vriend, W.-J. (mar. de 2011). «LOFAR Information System». Em: *Future Generation Computer Systems* 27.3, pp. 319–328.
- Bernabé-Poveda, M. Á. e López-Vázquez, C. M. (2012). *Fundamentos de las infraestructuras de datos espaciales (IDE)*. UPM-Press.
- Bernard, L., Kanellopoulos, I., Annoni, A. e Smits, P. (jan. de 2005). «The European geoportal—one step towards the establishment of a European Spatial Data Infrastructure». Em: *Computers, Environment and Urban Systems* 29.1, pp. 15–31.
- Bessa, M. e Julião, R. (dez. de 2016). «A informação geográfica e os Sistemas de Informação Geográfica como resposta aos desafios da gestão municipal: vantagens e desafios de uma implementação para o Inventário do Património Imóvel Municipal». Em: *GOT, Revista de Geografia e Ordenamento do Território* 10, pp. 51–70.
- Billen, N., Loos, L., Auer, M., Zipf, A., Richards-Rissetto, H., Reindel, M. e Schwerin, J. von (2013). «Development of a 4D-webgis for archeological research». Em: *Proceedings of the 16th AGILE International Conference on Geographic Information Science*. Vol. 4.
- Bingenheimer, M., Hung, J.-J. e Wiles, S. (jul. de 2009). «Markup Meets GIS - Visualizing the “Biographies of Eminent Buddhist Monks’»». Em: *2009 13th International Conference Information Visualization*. IEEE.
- Boaventura, R. (2009). «As antas e o Megalitismo da região de Lisboa». Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa.
- Boaventura, R. e Mataloto, R. (2013). «Entre mortos e vivos: nótulas acerca da cronologia absoluta do Megalitismo do Sul de Portugal». Em: *Revista Portuguesa de Arqueologia* 16, pp. 81–101.
- Bodenhamer, D. J., Harris, T. M. e Corrigan, J. (out. de 2013). «Deep Mapping and the Spatial Humanities». Em: *International Journal of Humanities and Arts Computing* 7.1-2, pp. 170–175.

- Bordogna, G., Bucci, F., Carrara, P., Pagani, M., Pepe, M. e Rampini, A. (2009). «Extending INSPIRE Metadata to imperfect temporal descriptions». Em: *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 4.
- Bosch-Gimpera, P. (1927). «Historia de oriente». Em:
- Bradley, R. (1998). *The significance of monuments: on the shaping of human experience in Neolithic and Bronze Age Europe*. Routledge.
- Brennan-Horley, C. (out. de 2015). «Maps and Mobilities: On the Possibilities and Limits of Spatial Technologies for Humanities Research». Em: *International Journal of Humanities and Arts Computing* 9.2, pp. 242–261.
- Brovelli, M. A. e Magni, D. (2003). «An archaeological Web GIS application based on Mapserver and PostGIS». Em: *International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 34.5/W12, pp. 89–94.
- Brown, M. e Lowe, D. G. (dez. de 2006). «Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features». Em: *International Journal of Computer Vision* 74.1, pp. 59–73.
- Brumana, R., Oreni, D., Cuca, B., Rampini, A. e Pepe, M. (2012). «Open access to historical atlas: sources of information and services for landscape analysis in an SDI framework». Em: *International Conference on Computational Science and Its Applications*. Springer, pp. 397–413.
- (jul. de 2013). «Open Access to Historical Information for Landscape Analysis in an SDI Framework». Em: *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems* 4.3, pp. 18–40.
- Calado, M. (2001). «Da Serra d’Ossa ao Guadiana: um estudo de pré-história regional». Tese de mestrado. Universidade de Lisboa.
- (2004). «Menires do Alentejo Central: génese e evolução da paisagem megalítica regional». Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa.
- Calado, M. e Rocha, L. (1996). «Neolitização do Alentejo Interior: os casos de Pavia e Évora». Em: *Rubricatum: revista del Museu de Gavà* 1, pp. 673–682.
- Câmara, A. (2017). «A fotointerpretação como recurso de prospeção arqueológica. Chaves para a identificação e interpretação de monumentos megalíticos no Alentejo: aplicação nos concelhos de Mora e Arraiolos». Tese de mestrado. Universidade de Évora.
- Câmara, A. e Batista, T. (2017). «Photo interpretation and geographic information systems for dolmen identification in Portugal: The case study of Mora and Arraiolos». Em: *12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2017*. IEEE, pp. 1–6.

- Caquard, S., Pyne, S., Igloliorte, H., Mierins, K., Hayes, A. e Taylor, D. R. F. (jun. de 2009). «A “Living” Atlas for Geospatial Storytelling: The Cybercartographic Atlas of Indigenous Perspectives and Knowledge of the Great Lakes Region». Em: *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization* 44.2, pp. 83–100.
- Cardoso, J. L. (2007). *Pré-história de Portugal*. Editorial Verbo.
- (2012a). «Falsa Cúpula, sepultura de». Em: *Dicionário de Arqueologia Portuguesa*. Ed. por J. d. Alarcão e M. Barroca. Figueirinhas, pp. 155–156.
- (2012b). «Galeria Coberta». Em: *Dicionário de Arqueologia Portuguesa*. Ed. por J. d. Alarcão e M. Barroca. Figueirinhas, p. 170.
- (2012c). «Megalitismo funerário do território português». Em: *Dicionário de Arqueologia Portuguesa*. Figueirinhas, pp. 210–214.
- (2012d). «Menires». Em: *Dicionário de Arqueologia Portuguesa*. Ed. por J. d. Alarcão e M. Barroca. Figueirinhas, pp. 215–216.
- Carlisle, P. K., Avramides, I., Dalgity, A. e Myers, D. (2014). «The Arches Heritage Inventory and Management System: a standards-based approach to the management of cultural heritage information». Em: *CIDOC (International Committee for Documentation of the International Council of Museums) conference: access and understanding—networking in the digital era, Dresden, Germany*, pp. 6–11.
- Cerrillo Cuenca, E. e González Cordero, A. (2014). *Rendering Death: Ideological and Archaeological Narratives from Recent Prehistory (Iberia)*. Ed. por A. Cruz, E. Cerrillo Cuenca, P. Bueno Ramírez, J. C. Caninas e C. Batata.
- Cerrillo Cuenca, E., González Cordero, A., López Sáez, J. e López Merino, L. (2010). «La primera mitad del Holoceno en el territorio de Extremadura: datos arqueológicos y paleoambientales». Em: *Os últimos caçadores-recolectores e as primeiras comunidades produtoras do sul da Península Ibérica e do norte de Marrocos*. Ed. por J. F. Gibaja e A. F. Carvalho. Universidade do Algarve.
- Cerrillo Cuenca, E. e Prada Gallardo, A. (1996). «Megalitismo y poblamiento neolítico en el suroeste de Badajoz: una lectura complementaria». Em: *Norba. Revista de historia* 16, pp. 47–74.
- Cerutti, E., Noardo, F. e Spanò, A. (2015). «Architectural heritage semantic data managing and sharing in GIS». Em: *1st International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management (GISTAM), 2015*. IEEE, pp. 1–8.
- Chang, E., Gaffney, V. e Chapman, H., eds. (2013). *Visual Heritage in the Digital Age*. Springer London.
- Chapman, H. (2006). *Landscape archaeology and GIS*. Tempus Pub Limited.

- Chias, P. e Abad, T. (abr. de 2015). «Spatial Data Infrastructures and Spanish Cultural Heritage: The INSPIRE Framework Applied to the Monastery of El Escorial». Em: *Journal of Map & Geography Libraries* 11.2, pp. 245–265.
- Childe, V. G. (1957). *The dawn of European civilization*. Routledge.
- Coetzee, S. e Wolff-Piggott, B. (2015). «A review of sdi literature: Searching for signs of inverse infrastructures». Em: *Cartography-Maps Connecting the World*. Springer, pp. 113–127.
- Coleman, D., Georgiadou, Y. e Labonte, J. (2009). «Volunteered geographic information: The nature and motivation of producers.» Em: *IJSDIR* 4.1, pp. 332–358.
- Coleman, D., Sabone, B. e Nkhwanana, N. (2010). «Volunteering geographic information to authoritative databases: Linking contributor motivations to program characteristics». Em: *Geomatica* 64.1, pp. 27–40.
- Conolly, J. e Lake, M. (2006). *Geographical information systems in archaeology*. Cambridge University Press.
- Corns, A. J. e Shaw, R. (2010). «Cultural heritage Spatial Data Infrastructures (SDI)-unlocking the potential of our cultural landscape data». Em: *30th EARSeL Symposium*, pp. 1–8.
- Correia, V. (1921). *El Neolítico de Pavia (Alentejo-Portugal)*. Edições Colibri.
- Costa, S., Beck, A., Bevan, A. H. e Ogden, J. (2013). «Defining and advocating open data in archaeology». Em: Amsterdam University Press.
- Cripps, P. J. (2011). «Places, people, events and stuff; building blocks for archaeological information systems». Em: *CAA 2012*.
- Crumley, C. L., Kolen, J. C. A., Kleijn, M. de e Manen, N. van (nov. de 2017). «Studying long-term changes in cultural landscapes: outlines of a research framework and protocol». Em: *Landscape Research* 42.8, pp. 880–890.
- Cruz, A. R. (1997). *Vale do Nabão: do neolítico à Idade do bronze*. Centro Europeu de Investigação da Pré-História do Alto Ribatejo.
- Darvill, T. (2010). «Megaliths, Monuments, and Materiality». Em: *Journal of Neolithic Archaeology*.
- Datta, D. (2017). *LaTeX in 24 Hours*. Springer International Publishing.
- De Kleijn, M., Van Aart, C., Van Manen, N., Burgers, G.-J. e Scholten, H. (2013). «Testaccio, a Digital Cultural Biography App.» Em: *UMAP Workshops*. Citeseer.
- De La Cruz, J. M., Galvín, J. C. e Lopera, C. M. (2000). «Recientes aportaciones al conocimiento del megalitismo em Andalucía». Em: *Muita gente poucas antas? Origens, espaços e contextos do Megalitismo. Actas do II Colóquio Internacional sobre Megalitismo*. Ed. por V. S. Gonçalves, A. C. Sousa e A. M. Faria, pp. 243–252.

- De Vries, M. e Tijssen, T. (2004). «From Hybrid Mapping to Integrated Query and Processing: Two SDI Cases from the Netherlands». Em: *Proceedings of the 24th Urban Data Management Symposium*. Citeseer, pp. 27–29.
- Del Bosque González, I., Fernández Freire, C., Martín-Forero Morente, L. e Pérez Asensio, E. (2012). *Los sistemas de información geográfica y la investigación en ciencias humanas y sociales*. Confederación Española de Centros de Estudios Locales.
- Diego, F.-J., Esteban, B. e Merello, P. (mar. de 2015). «Design of a Hybrid (Wired/Wireless) Acquisition Data System for Monitoring of Cultural Heritage Physical Parameters in Smart Cities». Em: *Sensors* 15.4, pp. 7246–7266.
- Diniz, M. (2000). «Neolitização e megalitismo: arquiteturas do tempo no espaço». Em: *Muitas Antas, pouca gente? Actas do I Colóquio Internacional sobre Megalitismo*. Instituto Português de Arqueologia, pp. 105–116.
- Díaz, L., Granell, C., Gould, M. e Huerta, J. (mar. de 2011). «Managing user-generated information in geospatial cyberinfrastructures». Em: *Future Generation Computer Systems* 27.3, pp. 304–314.
- Doerr, M., Theodoridou, M., Aspöck, E. e Masur, A. (2015). «Mapping archaeological databases to CIDOC CRM». Em: *CAA 2015 KEEP THE REVOLUTION GOING. Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, pp. 443–452.
- Drap, P., Papini, O., Pruno, E., Nucciotti, M. e Vannini, G. (set. de 2017). «Ontology-Based Photogrammetry Survey for Medieval Archaeology: Toward a 3D Geographic Information System (GIS)». Em: *Geosciences* 7.4, p. 93.
- Duxbury, N., Garret-Petts, W. F. e MacLennan, D. (2015). «Cultural mapping as cultural inquiry: Introduction to an emerging field of practice». Em: *Cultural mapping as cultural inquiry*. Routledge, pp. 19–60.
- Edwards, J. A. e Llund'és i Coit, J. C. (jan. de 1996). «Mines and quarries». Em: *Annals of Tourism Research* 23.2, pp. 341–363.
- Eklund, P., Wray, T. e Ducrou, J. (ago. de 2011). «Linking Objects and their Stories: An API For Exploring Cultural Heritage Using Formal Concept Analysis». Em: *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence* 3.3, pp. 239–252.
- Fairclough, G., Dragičević-Šešić, M., Rogač-Mijatović, L., Auclair, E. e Soini, K. (2014). «The Faro Convention, a New Paradigm for Socially-and Culturally-Sustainable Heritage Action?» Em: *Culture* 8, pp. 9–19.
- Fernandes, D., Alonso, J., Julião, R. P., Lourenço, J. e Ramos, R. A. R. (2014). «O uso de SIG no património cultural: O caso do Alto Douro Vinhateiro». Em: *Engenharia civil* 48, pp. 7–21.

- A data model for Cultural Heritage within INSPIRE* (2014). Cadernos de Arqueoloxía e Patrimonio. CSIC-Instituto de Ciencias del Patrimonio (Incipit).
- Fernández Freire, C., Salas Tovar, E., Gutiérrez González, R. e Vicent García, J. M. (2015). «A SDI's in Archaeology in the Iberian Peninsula: Achieving interoperability of Cultural Heritage data in INSPIRE». Em: *AGILE 2015 (Association of Geographical Information Laboratories for Europe)*.
- Fernández, M. M., Jimeno, A., Martínez, A. J. e Martínez, V. M. F. (1997). *Diccionario de prehistoria*. Vol. 888. Anaya-Spain.
- Ferreira-Lopes, P. e Pinto-Puerto, F. (jun. de 2018). «GIS and graph models for social, temporal and spatial digital analysis in heritage: The case-study of ancient Kingdom of Seville Late Gothic production». Em: *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* 9.
- Ferrer Palma, J. E. (1995). «Aproximación al estado actual de la investigación sobre el megalitismo en Andalucía». Em: *1.º Congresso de Arqueologia Peninsular:(Porto, 12-18 de Outubro de 1993): actas*. Sociedade Portuguesa de Antropologia e Etnologia, pp. 71–80.
- Figueiredo, P. (2004). *Dicionário de termos arqueológicos*. Prefácio.
- Fraguas, A., Menchero, A., Uriarte, A., Vicent, J., Consuegra, S., Diaz del Río, P., Castañeda, N., Criado, C., Capdevilla, E. e Capote, M. (2010). «Spatial Data Infrastructures and archaeological excavation data: SILEX, the SDI of the Neolithic flint mine of Casa Montero (Madrid, Spain)». Em: *Fusion of Cultures, Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA*, pp. 63–66.
- Garau, C. (abr. de 2014). «From Territory to Smartphone: Smart Fruition of Cultural Heritage for Dynamic Tourism Development». Em: *Planning Practice & Research* 29.3, pp. 238–255.
- García Sanjuán, L. (2005). «Las piedras de la memoria. La permanencia del megalitismo en el suroeste de la Península Ibérica durante el II y I milenios ANE». Em: *Trabajos de Prehistoria* 62.1, pp. 85–109.
- García Sanjuán, L., Garrido González, P. e Lozano Gómez, F. (2007). «Las piedras de la memoria (II): El uso en época romana de espacios y monumentos sagrados prehistóricos del Sur de la Península Ibérica». Em: *Complutum* 18, pp. 109–130.
- Giuliani, G., Guigoz, Y., Lacroix, P., Ray, N. e Lehmann, A. (fev. de 2016). «Facilitating the production of ISO-compliant metadata of geospatial datasets». Em: *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 44, pp. 239–243.
- Gonçalves, G. A. V. (2010). «Datações de radiocarbono para a pré-história recente e proto-história em Portugal: calibração e análise de alguns aspectos». Tese de mestrado. Universidade de Évora.
- Gonçalves, V. S. (1978). «Para um programa de estudo do Neolítico em Portugal». Em: *Zephyrus*, pp. 147–162.

- (1993). «As práticas funerárias nas sociedades do 4^o e 3^o milénios». Em: *História de Portugal*. Ed. por J. Medina, pp. 461–604.
- (2002). «Lugares de povoamento das antigas sociedades camponesas entre o Guadiana e a Ribeira do Álamo (Reguengos de Monsaraz)». Em: *Revista Portuguesa de Arqueologia* 5.2.2002, pp. 153–189.
- Muitas antas, pouca gente? Actas do I Colóquio Internacional sobre Megalitismo* (2000). Instituto Português de Arqueologia.
- Gonzalez-Perez, C. (2018). *Information Modelling for Archaeology and Anthropology*. Springer International Publishing.
- Goodchild, M. F. (2007). «Citizens as sensors: the world of volunteered geography». Em: *GeoJournal* 69.4, pp. 211–221.
- Gregory, I. N., Kunz, A. e Bodenhamer, D. J. (mar. de 2011). «A place in Europe: enhancing European collaboration in historical GIS». Em: *International Journal of Humanities and Arts Computing* 5.1, pp. 23–39.
- Gregory, I., Donaldson, C., Murrieta-Flores, P. e Rayson, P. (mar. de 2015). «Geoparsing, GIS, and Textual Analysis: Current Developments in Spatial Humanities Research». Em: *International Journal of Humanities and Arts Computing* 9.1, pp. 1–14.
- Haklay, M. (2011). «Citizen science as participatory science». Em: *Po Ve Sham*.
- Haklay, M. (2013). «Citizen science and volunteered geographic information: Overview and typology of participation». Em: *Crowdsourcing geographic knowledge*. Springer, pp. 105–122.
- Harris, T. M. (dez. de 2012). «Interfacing archaeology and the world of citizen sensors: exploring the impact of neogeography and volunteered geographic information on an authenticated archaeology». Em: *World Archaeology* 44.4, pp. 580–591.
- Harris, T. M., Corrigan, J. e Bodenhamer, D. J. (2010). «Challenges for the spatial humanities: Toward a research agenda». Em: Indiana University Press Bloomington, pp. 167–176.
- Hayashi, A., Terakawa, A. e Hochin, T. (ago. de 2014). «Semantic Generalization and Semantic Specialization in Archaeology». Em: *2014 IIAI 3rd International Conference on Advanced Applied Informatics*. IEEE.
- Henández, D., Felipe, B., Quintanilla, A., Belmar, S., Abad Casal, L., Amorós Ruiz, V., Gutiérrez Lloret, S., Guerrero, D., Charco, J. R., González, D. et al. (2017). «Implementación de una infraestructura de datos espaciales de patrimonio arqueológico: Tolmo de Minateda». Em: *MAPING - International Journal of Geomatics and Earth Sciences*.

- Hendriks, P. H. J., Dessers, E. e Hootegem, G. van (ago. de 2012). «Reconsidering the definition of a spatial data infrastructure». Em: *International Journal of Geographical Information Science* 26.8, pp. 1479–1494.
- Hennig, S. e Belgui, M. (2011). «User-centric SDI: Addressing users requirements in third-generation SDI. The Example of Nature-SDIplus». Em: *Geoforum Perspektiv* 10.20.
- Hennig, S., Vogler, R. e Gryl, I. (2013). «Spatial Education for Different User Groups as a Prerequisite for Creating a Spatially Enabled Society and Leveraging SDI.» Em: *IJSDIR* 8, pp. 98–127.
- Hernández, L. A., Morales, A. F. e Castán, M. Q. (2018). «Inventario gráfico digital del patrimonio arquitectónico». Em: *De trazos, huellas e improntas: arquitectura, ideación, representación y difusión: XVII Congreso Internacional de Expresión Gráfica*. Ed. por C. Marcos Alba, P. Juan Gutiérrez, J. Domingo Gresa e J. Oliva Meyer, pp. 1–8.
- Hey, T., Tansley, S. e Tolle, K. M. (2009). *The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery*. Vol. 1. Microsoft Research.
- Hodder, I. (2004). *Theory and practice in archaeology*. Routledge.
- Huggett, J. (dez. de 2012). «Lost in information? Ways of knowing and modes of representation in e-archaeology». Em: *World Archaeology* 44.4, pp. 538–552.
- Ioannides, M., Fink, E., Moropoulou, A., Hagedorn-Saupe, M., Fresa, A., Liestøl, G., Rajcic, V. e Grusenmeyer, P., eds. (2016a). *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*. Vol. I. Springer International Publishing.
- eds. (2016b). *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*. Vol. II. Springer International Publishing.
- Ioannides, M., Martins, J., Žarnić, R. e Lim, V. (2018). *Advances in Digital Cultural Heritage: International Workshop, Funchal, Madeira, Portugal, June 28, 2017, Revised Selected Papers*. Vol. 10754. Springer.
- Jan, J.-F. (2016). «Digital heritage inventory using open source geospatial software». Em: *22nd International Conference on Virtual System & Multimedia (VSMM), 2016*. IEEE, pp. 1–8.
- Janowicz, K., Scheider, S. e Adams, B. (2013). «A geo-semantics flyby». Em: *Reasoning web. Semantic technologies for intelligent data access*. Springer, pp. 230–250.
- Jessop, M. (fev. de 2005). «The Application of a Geographical Information System to the Creation of a Cultural Heritage Digital Resource». Em: *Literary and Linguistic Computing* 20.1, pp. 71–90.
- Jorge, S. O. (1999). *Domesticar a terra: as primeiras comunidades agrárias em território português: Susana Oliveira Jorge*.

- Kalantari, M., Rajabifard, A., Olfat, H. e Williamson, I. (nov. de 2014). «Geospatial Metadata 2.0 – An approach for Volunteered Geographic Information». Em: *Computers, Environment and Urban Systems* 48, pp. 35–48.
- Kansa, E. C., Kansa, S. W. e Watrall, E. (2011). *Archaeology 2.0: new approaches to communication and collaboration*. Cotsen Institute of Archaeology Press.
- Karmacharya, A., Cruz, C., Boochs, F. e Marzani, F. (2011). «Integration of spatial processing and knowledge processing through the semantic web stack». Em: *International Conference on GeoSpatial Semantics*. Springer, pp. 200–216.
- Khosrow-Pour, M. (2005). *Encyclopedia of information science and technology*. IGI Global.
- Kipfer, B. A. (2000). *Encyclopedic dictionary of archaeology*. Springer Science & Business Media.
- Kleijn, M. de, Dias, E. e Burgers, G.-J. (mai. de 2016a). «The digital cultural biography, a tool for interdisciplinary knowledge exchange on the history and heritage of the urban landscape». Em: *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development* 6.1, pp. 72–94.
- Kleijn, M. de, Hond, R. de e Martinez-Rubi, O. (2016b). «A 3D spatial data infrastructure for Mapping the Via Appia». Em: *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* 3.2, pp. 23–32.
- Kleijn, M. de, Manen, N. van, Kolen, J. e Scholten, H. (2014). «Towards a User-centric SDI Framework for Historical and Heritage European Landscape Research.» Em: *IJSDIR* 9, pp. 1–35.
- Kohr, T., Bruhn, K.-C., Karmacharya, A., Cruz, C. e Boochs, F. (mar. de 2013). «An SDI for archaeological data with a RESTful interface to semantically modeled information». Em: *Geoinformatiks*.
- Kokalj, Ž., Pehani, P., Goodchild, H., Gaffney, V. e Oštir, K. (2013). «Crossing Borders: A Multi-Layer GIS Mapping Framework for the Cultural Management of the Mundo Maya Region». Em: *Visual Heritage in the Digital Age*. Springer, pp. 169–182.
- Koszewski, K., Kowalski, P., Olszewski, R. e Włochyński, L. (2018). «Map Portal as a Tool to Share Information on Cultural Heritage Illustrated by the National Heritage Board Geoportal». Em: *Advances in Digital Cultural Heritage: International Workshop, Funchal, Madeira, Portugal, June 28, 2017, Revised Selected Papers*. Vol. 10754. Springer, p. 48.
- Kummer, R. (2010). «Archaeology and the Semantic Web—Prospects and Challenges». Em: *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA). Proceedings of the 37th International Conference*. Ed. por B. Frischer, J. Webb Crawford e D. Koller. Archaeopress, pp. 178–190.
- Lake, M. (dez. de 2012). «Open archaeology». Em: *World Archaeology* 44.4, pp. 471–478.
- Laporte, L. e Bueno Ramírez, P. (2015). «A southern viewpoint». Em: *The Megalithic Architectures of Europe*. Ed. por C. Scarre e L. Laporte. Oxbow Books. Cap. 22, pp. 227–234.
- Leisner, V. (1943). *Die Megalithgräber der Iberischen Halbinsel*. Vol. 1. W. de Gruyter & Company.

- Lim, V., Frangakis, N., Tanco, L. M. e Picinali, L. (2018). «PLUGGY: A Pluggable Social Platform for Cultural Heritage Awareness and Participation». Em: *Advances in Digital Cultural Heritage*. Springer, pp. 117–129.
- López-Pellicer, F. J., Zarazaga-Soria, F. J., Mogollón-Díaz, A., Nogueras-Iso, J. e Muro-Medrano, P. R. (2007). «The gazetteer content model issue: Could Spatial Data Infrastructures provide it?» Em: *The European Information Society*. Springer, pp. 187–200.
- Maguire, D. e Longley, P. (jan. de 2005). «The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures». Em: *Computers, Environment and Urban Systems* 29.1, pp. 3–14.
- Mak, B. (fev. de 2014). «Archaeology of a digitization». Em: *Journal of the Association for Information Science and Technology* 65.8, pp. 1515–1526.
- Manen, N. van, Kleijn, M. de, Löwenborg, D., Hackwitz, K. von, Crumley, C., Kolen, J., Scholten, H. e Verhagen, P. (2015). *D2. 2 Spatial Data Infrastructure (SDI) for linking geographical, archaeological, historical, and ecological data and information for the case studies*. HERCULES Sustainable futures for Europe's HERitage in CULTural landscapES: Tools for understanding, managing, and protecting landscape functions and values. Uppsala University.
- Marchetti, N., Angelini, I., Artioli, G., Benati, G., Bitelli, G., Curci, A., Marfia, G. e Roccetti, M. (nov. de 2017). «NEARCHOS. Networked Archaeological Open Science: Advances in Archaeology Through Field Analytics and Scientific Community Sharing». Em: *Journal of Archaeological Research* 26 (4), pp. 447–469.
- Marques, L. F. (2017). «Augmented valuation of cultural heritage through digital representatiton based upon geographic information technologies: the case study of Lisbon Aqueduct System within an augmented reality environment». Tese de doutoramento. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Martinez-Rubi, O., Kleijn, M. de, Verhoeven, S., Drost, N., Attema, J., Meersbergen, M. van, Nieuwpoort, R. van, Hond, R. de, Dias, E. e Svetachov, P. (jul. de 2016). «Using modular 3D digital earth applications based on point clouds for the study of complex sites». Em: *International Journal of Digital Earth* 9.12, pp. 1135–1152.
- Masiero, A., Fissore, F. e Vettore, A. (abr. de 2017). «A Low Cost UWB Based Solution for Direct Georeferencing UAV Photogrammetry». Em: *Remote Sensing* 9.5, p. 414.
- Masset, C. (1993). «Les dolmens: Sociétés néolithiques, pratiques funéraires». Em: *Editions Errance, Paris* 72 (275), pp. 230–232.
- Mataloto, R. e Boaventura, R. (2009). «Entre vivos e mortos nos IV e III milénios ane do Sul de Portugal: um balanço relativo do povoamento com base em datações pelo radiocarbono». Em: *Revista Portuguesa de Arqueologia* 12, pp. 31–77.

- Maximiano, A. e Cerrillo Cuenca, E. (2015). *Arqueología y Tecnologías de Información Espacial: una perspectiva ibero-americana*. Archaeopress Publishing Limited.
- McCool, J.-P. P. (jan. de 2014). «PRAGIS: a test case for a web-based archaeological GIS». Em: *Journal of Archaeological Science* 41, pp. 133–139.
- McGookin, D., Tahiroğlu, K., Vaittinen, T., Kytö, M., Monastero, B. e Vasquez, J. C. (2017). «Exploring Seasonality in Mobile Cultural Heritage». Em: *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '17*. ACM Press.
- McKeague, P., Corns, A. e Shaw, R. (2012). «Developing a Spatial Data Infrastructure for Archaeological and Built Heritage.» Em: *IJSDIR* 7, pp. 38–65.
- Medina, A. L. (2017). «La cronología y temporalidad del fenómeno megalítico del sureste de la península ibérica». Tese de doutoramento. Universidad de Granada.
- Mehrer, M. W. e Wescott, K. L. (2005). *GIS and archaeological site location modeling*. crc Press.
- Migliorini, S., Grossi, P. e Belussi, A. (dez. de 2017). «An Interoperable Spatio-Temporal Model for Archaeological Data Based on ISO Standard 19100». Em: *Journal on Computing and Cultural Heritage* 11.1, pp. 1–28.
- Miles, H. C., Wilson, A. T., Labrosse, F., Tiddeman, B., Griffiths, S., Edwards, B., Moller, K., Karl, R. e Roberts, J. C. (out. de 2014). «Crowd-Sourced Digitisation of Cultural Heritage Assets». Em: *2014 International Conference on Cyberworlds*. IEEE.
- Mileu, N., Vieira, D., Morgado, P., Vargas, A., Miranda, M., Pinéu, H., Costa, P., Sousa, C. e Trigo, H. (2017). «Implementation of an intermunicipal SDI. The Intermunicipal Community–Terras de Trás-os-Montes Case Study». Em: *Mapping* 186, pp. 48–54.
- Missikoff, O. (2005). «Assessing the Role of Cultural Resources as a Key Product for Socio-Economic Development». Em: *ECIS 2005 Proceedings*, p. 136.
- Moitas, E., Oliveira, J. e Oliveira, C. (2011). «Megalitismo no Concelho de Arronches». Em: *Actas do III Jornadas de Arqueologia do Nordeste Alentejano*.
- Molinari, D., Menoni, S. e Ballio, F. (2017). *Flood Damage Survey and Assessment: New Insights from Research and Practice*. John Wiley & Sons.
- Ki-moon, B. (abr. de 2016). *Protecting Cultural Heritage Threads through United Nations Peacekeeping Strategy, Secretary-General Tells Yale University Colloquium*. Ban Ki-moon's remarks, as prepared for delivery, to the Global Colloquium of University Presidents on the Preservation of Cultural Heritage: Challenges and Strategies, at Yale University, in New Haven, United States [12-4-2016].
- Moorti, U. S. (2007). «Megaliths». Em: *Encyclopedia of Archaeology*. Ed. por D. M. Pearsall. Academic Press.

- Morán, E. (2004). *Alcalar 7: estudo e reabilitação de um monumento megalítico*.
- Morán, E., Parreira, R. e Santa-Rita, J. (2007). *Alcalar: monumentos megalíticos*. Instituto de Gestão do Património Arquitectónico e Arqueológico.
- Murgante, B., Misra, S., Carlini, M., Torre, C. M., Nguyen, H.-Q., Taniar, D., Apduhan, B. e Gervasi, O., eds. (2013). *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2013*. Springer Berlin Heidelberg.
- Myers, D., Dalgity, A. e Avramides, I. (ago. de 2016). «The Arches heritage inventory and management system: a platform for the heritage field». Em: *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development* 6.2. Ed. por D. Myers e M. S. Quintero, pp. 213–224.
- Najar, C. e Giger, C. (2006). «Spatial data and metadata integration for SDI interoperability». Em: *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*.
- Naranjo, J. M., Parrilla, Á. e Juan de Sanjosé, J. de (2018). «Geometric characterization and interactive 3D visualization of historical and cultural heritage in the province of Cáceres (Spain)». Em: *Virtual Archaeology Review* 9.18, pp. 1–11.
- Navigli, R. e Velardi, P. (2008). «From Glossaries to Ontologies: Extracting Semantic Structure from Textual Definitions». Em: *Ontology Learning and Population: Bridging the Gap between Text and Knowledge*. Ed. por P. Buitelaar e P. Cimiano.
- Nazari, M. (2011). «A contextual model of information literacy». Em: *Journal of information science* 37.4, pp. 345–359.
- Noor, S., Jamil, S., Gohar, N. e Shah, L. (fev. de 2018). «Knowledge retrieval of historic concepts using semantic web». Em: *Cluster Computing*, pp. 1–12.
- Noucher, M., Gourmelon, F., Gautreau, P., Georis-Creuseveau, J., Maulpoix, A., Pierson, J., Pinède, N., Pissot, O. e Rouan, M. (mar. de 2017a). «Spatial Data Sharing: A Pilot Study of French SDIs». Em: *ISPRS International Journal of Geo-Information* 6.4, p. 99.
- (2017b). «Spatial Data Sharing: A Pilot Study of French SDIs». Em: *ISPRS International Journal of Geo-Information* 6.4, p. 99.
- Nunes, S. A. (2003). «Monumentos sob tumulus e meio físico no território entre o Corgo e o Tua (Trás-os-Montes): aproximação à questão». Tese de doutoramento. Universidade do Porto.
- Oliveira, J. (1990). «Aspectos do megalitismo no nordeste alentejano». Em: *Actas do I. o Encontro Regional de História*.
- (1995). «Monumentos megalíticos da bacia hidrográfica do Rio Sever (Marvão, Castelo de Vide, Nisa, Valência de Alcântara, Herrera de Alcântara e Cedillo)». Tese de doutoramento. Universidade de Évora.

- (2000). «Economia e sociedade dos construtores de megálitos da bacia do Sever». Em: *Neolitização e Megalitismo da Península Ibérica*, pp. 429–445.
- (2003). «Questões por resolver no Megalitismo da Foz do Sever: o caso do dólmen da Charca Grande de la Regañada». Em:
- (2016). «Datas absolutas para os menhires do Alentejo-Portugal». Em: *XIII Conferencia Internacional Antropología 2016 - V Coloquio de Arqueología*. Editorial Filosofi@.cu.
- Olukole, T. O. e Balogun, E. (2011). «Geographical information systems database of cultural heritage resources of Osogbo and their tourism potential». Em: *International Forum Le Vie Dei Mercanti*, pp. 9–11.
- Oomen, J. e Aroyo, L. (2011). «Crowdsourcing in the cultural heritage domain: opportunities and challenges». Em: *Proceedings of the 5th International Conference on Communities and Technologies*. ACM, pp. 138–149.
- Oxx, K., Brimicombe, A. e Rush, J. (out. de 2013). «Envisioning Deep Maps: Exploring the Spatial Navigation Metaphor in Deep Mapping». Em: *International Journal of Humanities and Arts Computing* 7.1-2, pp. 201–227.
- Paskaleva, K. A. e Azorin, J. A. (2010). «Developing integrated e-tourism services for cultural heritage destinations». Em: *International Journal of Services Technology and Management* 13.3-4, pp. 247–262.
- Pereira, G. (1887). «Antiguidades de Montemor-o-Novo». Em: *Revista Archeologica e Histórica* 9, pp. 129–133.
- Pérez Asensio, E., Del Bosque González, I., Maestre Martínez, R., Crespo Solana, A. e Sánchez-Crespo Camacho, J. M. (2012). «Modelling and Implementation of a spatio-temporal historic GIS». Em: *Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology*. ISSN: 2285-4096.
- Pescarin, S., Forte, M., Calori, L., Camporesi, C., Guidazzoli, A. e Imboden, S. (2005). «Open Heritage: an Open Source approach to 3d real-time and web-based landscape reconstruction». Em: *VSMM2005. Proceedings of the 11th International Conference on Virtual Systems and Multimedia: Virtual Reality at Work*, pp. 313–320.
- Petrescu, F. (2007). «The use of GIS Technology in Cultural Heritage». Em: *XXI International CIPA Symposium*.
- Price, T. D. e Feinman, G. M. (1997). *Images of the Past*. Mayfield Publishing Company.
- Prinz, T., Walter, S., Wieghardt, A., Karberg, T. e Schreiber, T. (2014). «GeoArchaeology Web 2.0: Geospatial Information Services Facilitate New Concepts of Web-Based Data Visualization Strategies in Archaeology—Two Case Studies from Surveys in Sudan (Wadi) and Turkey (Doliche)». Em: *Archaeological Discovery* 02.04, pp. 91–106.

- Protopapadakis, E., Voulodimos, A. e Ioannides, M. (2018). «4D Modelling in Cultural Heritage». Em: *Advances in Digital Cultural Heritage: International Workshop, Funchal, Madeira, Portugal, June 28, 2017, Revised Selected Papers*. Vol. 10754. Springer, p. 174.
- Rajabifard, A., Feeney, M.-E. F. e Williamson, I. P. (2002). «Future directions for SDI development». Em: *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 4.1, pp. 11–22.
- Ramírez, P. B. (1988). *Los dólmenes de Valencia de Alcántara*. Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Subdirección General de Arqueología y Etnografía.
- Remondino, F. (mai. de 2011). «Heritage Recording and 3D Modeling with Photogrammetry and 3D Scanning». Em: *Remote Sensing* 3.6, pp. 1104–1138.
- Ren, Y. e Peng, J. (ago. de 2012). «An Agent-based Component for Web Geographic Information Systems». Em: *2012 International Conference on Industrial Control and Electronics Engineering*. IEEE.
- Renfrew, C. (1967). «Colonialism and megalithism». Em: *Antiquity* 41.164, pp. 276–288.
- (2011). *Before civilisation: The Radiocarbon Revolution and Prehistoric Europe*. Penguin Books.
- Renfrew, C. e Bahn, P. G. (2004). *Archaeology: Theories, methods, and practice*. 4ª ed. Thames & Hudson.
- Respaldiza, A., Wachowicz, M. e Vazquez Hoehne, A. (2012). «Exploring Cultural Heritage Resources in a 3d Collaborative Environment». Em: *Proceedings of the 7th International Conference on 3D Geoinformation, Québec, Canada*, pp. 25–28.
- Richards, J. D. (1998). «Recent trends in computer applications in archaeology». Em: *Journal of Archaeological Research* 6.4, pp. 331–382.
- Richards, J. D., Niven, K. e Jeffrey, S. (2013). «Preserving our digital heritage: Information systems for data management and preservation». Em: *Visual heritage in the digital age*. Springer, pp. 311–326.
- Ridge, M. (2014). *Crowdsourcing our cultural heritage*. Ashgate Publishing, Ltd.
- Ridge, M., Lafreniere, D. e Nesbit, S. (out. de 2013). «Creating Deep Maps and Spatial Narratives through Design». Em: *International Journal of Humanities and Arts Computing* 7.1-2, pp. 176–189.
- Rocha, L. e Branco, G. (2018). «A salvaguarda e gestão do Património Cultural num mundo em mudança». Em: *Scientia Antiquitatis* 2.1, pp. 37–52.
- Rocha, L. e Duarte, C. (2009). «Megalitismo funerário no Alentejo central: os dados antropológicos das escavações de Manuel Heleno». Em: *Investigaciones histórico-médicas sobre salud y enfermedad en el Pasado. Actas del IX Congreso Nacional de Paleopatología*. Vol. 763781.
- Rocha, L. (1997). «Os menires de Pavia, Mora (Portugal)». Em: *II Congreso de Arqueología Peninsular: Zamora, del 24 al 27 de septiembre de 1996*. Fundación Rei Afonso Henriques, pp. 221–228.
- (1999a). «Aspectos do Megalitismo da área de Pavia, Mora (Portugal).» Em:

- (1999b). «O megalitismo funerário da área de Pavia, Mora (Portugal): estado actual da investigação». Em: *SAGVNTVM Extra 2*, pp. 421–428.
- (1999c). *Povoamento megalítico de Pavia. Contributo para o conhecimento da Pré-História regional*. Câmara Municipal de Mora.
- (2001). «Povoamento pré-histórico da área de Pavia». Em: *Revista Portuguesa de Arqueologia 4.1*, pp. 17–44.
- (2003a). «O monumento megalítico da I Idade do Ferro do Monte da Têra (Pavia, Mora). Sectores 1 e 2». Em: *Revista Portuguesa de Arqueologia 6.1*, pp. 121–129.
- (2003b). «O monumento megalítico do Monte da Tera (Pavia, Mora), Sector 2: resultados das últimas escavações». Em: *Muita gente poucas antas? Origens, espaços e contextos do Megalitismo. Actas do II Colóquio Internacional sobre Megalitismo*, pp. 339–349.
- (2005). «As origens do megalitismo funerário no Alentejo Central: a contribuição de Manuel Heleno». Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa.
- (2007). «O monumento megalítico do Lucas 6 (Hortinhas, Alandroal): um contributo para o estudo das arquitecturas megalíticas». Em: *Revista Portuguesa de Arqueologia 10.1*, pp. 73–94.
- (2010). «As origens do megalitismo funerário alentejano. Revisitando Manuel Heleno». Em: *Promontoria 7-8*, pp. 45–98.
- (2014). «Os problemas subjacentes ao registo arqueológico nos EIAs». Em: *2.ª Workshop Critérios de avaliação de impacte ambiental*. CHAIA, pp. 5–24.
- (2015a). «Espaços de necrópoles das primeras sociedades camponesas no concelho de Arraiolos: um ponto da situação». Em: *Actas Del VII Encuentro De Arqueología Del Suroeste Peninsular*. Ayuntamiento de Aroche (Huelva-España), pp. 251–268.
- (2015b). «Megalithic hollows: rock-cut tombs between the Tagus and the Guadiana». Em: *The Megalithic Architectures of Europe*, p. 167.
- (2015c). «The Funerary Megalithic of Herdade das Murteiras (Évora, Portugal): the (re) use of the spaces». Em: *Death as Archaeology of Transition: Thoughts and Materials*. Ed. por L. Rocha, P. Bueno-Ramirez e G. Branco. British Archaeological Reports, pp. 221–230.
- (2016). «Percorrendo antigos [e recentes] trilhos do Megalitismo Alentejano». Em: *Terra e Água. Escolher Sementes, invocar a Deusa. Estudos em Homenagem a Victor S. Gonçalves*. Ed. por A. Sousa, A. Carvalho e C. Viegas. UNIARQ.
- (2017). «Evidências de vida no mundo dos mortos: o megalitismo do concelho de Arraiolos». Em: *Jornadas do Património: a Arqueologia no Concelho de Arraiolos. Évora: Câmara Municipal de Arraiolos*, pp. 9–28.

- Rocha, L. e Alvim, P. (2015). «Novas e velhas análises da arquitectura megalítica funerária: o caso da Mamoa do Monte dos Condes (Pavia, Mora)». Em: *Estudos & Memórias* 8, pp. 557–563.
- Rocha, L. e Santos, I. (2015). «O Neolítico do concelho de Arraiolos: um ponto da situação». Em: *5º Congresso do Neolítico Peninsular: Actas: Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 7-9 abril 2011*, pp. 369–377.
- Rocha, L., Santos, I. e Branco, G. (2013). *Património (s) de Arraiolos*.
- Roo, B. D., Maeyer, P. D. e Bourgeois, J. (mai. de 2015). «Information flows as bases for archeology-specific geodata infrastructures: An exploratory study in flanders». Em: *Journal of the Association for Information Science and Technology* 67.8, pp. 1928–1942.
- Ross, S., Ballsun-Stanton, B., Sobotkova, A. e Crook, P. (2015). «Building the Bazaar: Enhancing Archaeological Field Recording through an Open-Source Approach». Em: *Open Source Archaeology: Ethics and Practice. Warsaw: De Gruyter Open*, pp. 111–129.
- Salim, M. J. (2017). «3D Spatial Information Intended for SDI: A Literature Review, Problem and Evaluation». Em: *Journal of Geographic Information System* 09.05, pp. 535–545.
- Sampaio, T. e Brandalize, M. (2018). *Cartografia geral, digital e temática*. Ebook. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - UFBR.
- Santagati, C., Galizia, M. e D'Agostino, G. (2013). «Digital Reconstruction of Archaeological Sites and Monuments: Some Experiences in South-Eastern Sicily». Em: *Visual Heritage in the Digital Age*. Springer, pp. 205–232.
- Santos, I. e Rocha, L. (2015). «Contributo para o conhecimento da Anta Grande do Zambujeiro (Évora, Portugal): as pontas de seta». Em: *II Congresso de Arqueologia de Transição: O Mundo Funerário*.
- (2017). «As primeiras sociedades camponesas no atual concelho de Arraiolos (Portugal): estratégias de povoamento». Em: *Scientia Antiquitatis* 1, pp. 123–138.
- Santos, J. (2009). «Anta grande do Zambujeiro: contributo para o processo de recuperação do monumento». Tese de mestrado. Universidade de Évora.
- Scarre, C., Arias, P., Burenhult, G., Fano, M., Oosterbeek, L., Schulting, R., Sheridan, A. e Whittle, A. (2003). «Megalithic chronologies». Em: 1201, pp. 65–114.
- Scarre, C. e Laporte, L. (2015). *The Megalithic Architectures of Europe*. Oxbow Books.
- Schiltz, M. (2018). «Science Without Publication Paywalls: cOAlition S for the Realisation of Full and Immediate Open Access». Em: *Frontiers in Neuroscience* 12. ISSN: 1662-453X.
- Schreibman, S., Siemens, R. e Unsworth, J. (2015). *A new companion to digital humanities*. John Wiley & Sons.

- Seitsonen, O. (jan. de 2017). «Crowdsourcing cultural heritage: public participation and conflict legacy in Finland». Em: *Journal of Community Archaeology & Heritage* 4.2, pp. 115–130.
- Shaw, I. e Jameson, R. (2008). *A dictionary of archaeology*. John Wiley & Sons.
- Sieber, R. E., Wellen, C. C. e Jin, Y. (mar. de 2011). «Spatial cyberinfrastructures, ontologies, and the humanities». Em: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108.14, pp. 5504–5509.
- Sitek, D. e Bertelmann, R. (2014). «Open Access: a state of the art». Em: *Opening science*. Springer, pp. 139–153.
- Smith, C. (2014). *Encyclopedia of global archaeology*. Springer Reference.
- Snow, D. R. (fev. de 2006). «Information Science Enhanced: Cybertools and Archaeology». Em: *Science* 311.5763, pp. 958–959.
- Soares, J. e Silva, C. T. (2000). «Protomegalitismo no Sul de Portugal: inauguração das paisagens megalíticas». Em: *Muitas antas, pouca gente*, pp. 117–134.
- Song, H. J. (2003). «E-government: lessons learned and challenges ahead». Em: *The 8th international seminar on GIS: envisioning cyber-geospace and spatially enabled e-government, November*, pp. 20–21.
- Sousa, A. C. (2010). «O Penedo do Lexim e a sequência do Neolítico Final e Calcolítico da Península de Lisboa». Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa.
- Sousa, M. G. F. (2013). «O Fenómeno tumular e megalítico na região galaico-portuguesa do Minho». Tese de doutoramento. Universidade de Santiago de Compostela.
- Stewart, S. (2007). *Cultural mapping toolkit*. Creative City Network of Canada.
- Stock, K., Stojanovic, T., Reitsma, F., Ou, Y., Bishr, M., Ortmann, J. e Robertson, A. (ago. de 2012). «To ontologise or not to ontologise: An information model for a geospatial knowledge infrastructure». Em: *Computers & Geosciences* 45, pp. 98–108.
- Sullivan, E. e Wendrich, W. (2015). «Time, Aggregation, and Analysis». Em: *Cultural Mapping as Cultural Inquiry*. Routledge.
- Tapete, D. (jan. de 2018). «Remote Sensing and Geosciences for Archaeology». Em: *Geosciences* 8.2, p. 41.
- Tchienhom, P. (2017). «Modref project: from creation to exploitation of cidoc-crm triplestores». Em: *The Fifth International Conference on Building and Exploring Web Based Environments (WEB 2017)*.
- Tiano, P. e Martins, J. (2018). «Ontologizing the Heritage Building Domain». Em: *Advances in Digital Cultural Heritage: International Workshop, Funchal, Madeira, Portugal, June 28, 2017, Revised Selected Papers*. Vol. 10754. Springer, p. 141.

- Tudhope, D., Binding, C., May, K. e Heritage, E. (2008). «Semantic interoperability issues from a case study in archaeology». Em: *Semantic Interoperability in the European Digital Library, Proceedings of the First International Workshop SIEDL*, pp. 88–99.
- UNESCO (2002). *Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural*. Declaração. UNESCO. [Último acesso: 1-8-2018].
- UNWTO e UNESCO (2015). *Siem Reap Declaration on Tourism and Culture – Building a New Partnership Model*. Declaração. UNWTO e UNESCO. [Último acesso: 1-8-2018].
- Uriarte González, A., Parceró Oubiña, C., Fraguas Bravo, A. e Fábrega, P. (2014). «Cultural Heritage Application Schema: a SDI Framework within the Protected Sites INSPIRE Spatial Data Theme». Em: *Archaeology in the Digital Era*, p. 279.
- Vacca, G., Fiorino, D. R. e Pili, D. (fev. de 2018). «A Spatial Information System (SIS) for the Architectural and Cultural Heritage of Sardinia (Italy)». Em: *ISPRS International Journal of Geo-Information* 7.2, p. 49.
- Vancauwenberghe, G. e Loenen, B. van (2017). «Governance of open spatial data infrastructures in Europe». Em: *The Social Dynamics of Open Data*, p. 63.
- (2018). «Exploring the Emergence of Open Spatial Data Infrastructures: Analysis of Recent Developments and Trends in Europe». Em: *User Centric E-Government*. Springer, pp. 23–45.
- Vasconcellos, J. L. (1897). *Religiões da Lusitania na parte que principalmente se refere a Portugal*. Vol. 1. Imprensa nacional.
- Vilaça, R. (2012). «Cista». Em: *Dicionário de Arqueologia Portuguesa*. Figueirinhas, p. 111.
- Vilches-Blázquez, L. M., Fernández Wyttenbach, A., Álvarez, M. e Bernabe Poveda, M. A. (2008). «Thesauri Design to improve access to Cartographic Heritage in the context of the Spatial Data Infrastructures». Em: *10th International Conference for Spatial Data Infrastructure (GSDI10)*. GSDI, Global Spatial Data Infrastructure Association.
- Vlachidis, A. e Tudhope, D. (mar. de 2015). «A knowledge-based approach to Information Extraction for semantic interoperability in the archaeology domain». Em: *Journal of the Association for Information Science and Technology* 67.5, pp. 1138–1152.
- Spatial Databases* (2007). Wiley.
- Wescott, K. L. e Brandon, R. J. (2003). *Practical applications of GIS for archaeologists: A predictive modelling toolkit*. CRC Press.
- Wheatley, D. e Gillings, M. (2002). *Spatial technology and archaeology: the archaeological applications of GIS*. CRC Press.
- Whitehouse, R. (1983). *Macmillan dictionary of archaeology*. Springer.

- Whyte, A. e Pryor, G. (2011). «Open Science in Practice: Researcher Perspectives and Participation.» Em: *The International Journal of Digital Curation* 6.1, pp. 199–213.
- Williamson, I. P., Rajabifard, A. e Feeney, M.-E. F. (2003). *Developing spatial data infrastructures: from concept to reality*. Taylor & Francis.
- Willmes, C., Becker, D., Verheul, J., Yener, Y., Zickel, M., Bolten, A., Bubenzer, O. e Bareth, G. (jun. de 2016). «An open science approach to GIS-based paleoenvironment data.» Em: vol. III-2. Copernicus GmbH, pp. 159–164.
- Willmes, C., Yener, Y., Gilgenberg, A. e Bareth, G. (2014). «CRC806-Database: Integrating Typo3 with GeoNode and CKAN». Em: *Proceedings of the 2nd Data Management Workshop*. Vol. 28, pp. 29–11.
- Willmes, C., Becker, D., Verheul, J., Yener, Y., Zickel, M., Bolten, A., Bubenzer, O. e Bareth, G. (2017). «PaleoMaps: SDI for open paleoenvironmental GIS data». Em: *International Journal* 12, pp. 39–61.
- Willmes, C., Kürner, D. e Bareth, G. (set. de 2013). «Building Research Data Management Infrastructure using Open Source Software». Em: *Transactions in GIS* 18.4, pp. 496–509.
- Yue, P., Guo, X., Zhang, M., Jiang, L. e Zhai, X. (abr. de 2016). «Linked Data and SDI: The case on Web geoprocessing workflows». Em: *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 114, pp. 245–257.
- Zhang, W. (2011). «Reanimating cultural heritage through digital technologies». Tese de doutoramento. University of Sussex.
- Zhang, W., Patoli, M. Z., Gkion, M., Al-Barakati, A., Newbury, P. e White, M. (2009). «Reanimating Cultural Heritage through Service Orientation, Workflows, Social Networking and Mashups». Em: *2009 International Conference on CyberWorlds*. IEEE.
- Zilhão, J. (1992). *Gruta do Caldeirão o neolítico antigo*. IPPAR.

Online

- (FPAN), F. P. A. N. (s.d.). *Heritage Monitoring Scouts (HMS Florida)*. [Último acesso: 1-8-2018].
- 2017 *International Tourism Results: the highest in seven years* (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- Aranda Jiménez, G., Lozano Medina, A. e Sánchez Romero, M. (2015). *Base de datos de Dataciones Radiocarbónicas del sur de la Península Ibérica*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Arches (s.d.[a]). *Arches*. [Último acesso: 1-8-2018].
- (s.d.[b]). *Arches (Github)*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Boundless (s.d.[a]). *Boundless Suite*. [Último acesso: 1-8-2018].
- (s.d.[b]). *Boundless Suite (Github)*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Cartaro (s.d.). *Geospatial-CMS*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Computer Science (ICS) of the Foundation for Research, I. of e (FORTH), T. .-.-. H. (s.d.). *Data Models and Standards*. [Último acesso: 1-8-2018].
- contributors, O. (s.d.). *OpenStreetMap*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Council of Europe: Faro Convention (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- CRMarchaeo (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- CRMba (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- CRMdig (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- CRMgeo (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- CRMinf (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- CRMsci (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- Crotty, D. (2012). *CC-Huh? Fundamental confusions about the role of copyright and the reuse of data*. Último acesso: 1-8-2018.
- CVAST (s.d.). *CVAST implementation of Arches*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- Direção-Geral do Património Cultural (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- Dörr, M. (2015). *Harmonized Models for the digital world CIDOC CRM and extensions (video of part of the Special Interest Group of CIDOC CRM meeting)*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Drupal (s.d.). *Drupal - Cartaro*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Dunshee, I. e McCaffrey, D. (s.d.). *Woodpecker Cave Archaeological Field School LiDAR Data*. [Último acesso: 1-8-2018].
- ESRI (s.d.[a]). *ESRI Geoportal-Server*. [Último acesso: 1-8-2018].
- (s.d.[b]). *ESRI Geoportal-Server (Github)*. [Último acesso: 1-8-2018].

- FRBRoo (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- Galeazzi, F. (2016). *3D Recording Las Cuevas Project*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Geoclip (s.d.). *Geoclip*. [Último acesso: 1-8-2018].
- GeoNetwork (s.d.[a]). *GeoNetwork*. [Último acesso: 1-8-2018].
- (s.d.[b]). *GeoNetwork (Github)*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Georchestra (s.d.[a]). *Georchestra*. [Último acesso: 1-8-2018].
- (s.d.[b]). *Georchestra (Github)*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Heritage, G. D. (s.d.). *Global Digital Heritage*. [Último acesso: 1-8-2018].
- IDE Arqueológica da Idade de Ferro en Galicia (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- Informação para o Património Arquitectónico, S. de (s.d.[a]). *Infraestrutura de Dados Espaciais do SIPA*. [Último acesso: 1-8-2018].
- (s.d.[b]). *Infraestrutura de Dados Espaciais do SIPA*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Infraestructura de Datos Espaciales de Investigación Arqueológica* (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- Infraestrutura de Dados Espaciais do SIPA* (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- International, O. K. (s.d.). *Open Definition*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Knowledge Graphs, C. on (s.d.). *Karma - A Data Integration Tool*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Mapbox (s.d.[a]). *Mapbox*. [Último acesso: 1-8-2018].
- (s.d.[b]). *Mapbox (Github)*. [Último acesso: 1-8-2018].
- megalitos.es* (2018). [Último acesso: 1-8-2018].
- OGC (s.d.). *OGC*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Património Cultural, D.-G. do (s.d.[a]). *Direção-Geral do Património Cultural - GeoServer*. [Último acesso: 1-8-2018].
- (s.d.[b]). *Pesquisa de Património Imóvel - Pesquisa Georreferenciada*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Portal do Arqueólogo* (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- Sistema de Informação para o Património Arquitectónico* (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- Survey on Big Data and Cultural Tourism* (s.d.). [Último acesso: 1-8-2018].
- Szostak, K. (s.d.). *Map Viewer*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Taylor, J. (1999). *Defining e-Science*. [Último acesso: 1-8-2018].
- team, Ç. R. P. (s.d.[a]). *Çatalhöyük Living Archive*. [Último acesso: 1-8-2018].
- (s.d.[b]). *Çatalhöyük Research Project*. [Último acesso: 1-8-2018].
- Território, D.-G. do (s.d.). *IGEO - Frequently Asked Questions*. [Último acesso: 1-8-2018].

Contactos:

Universidade de Évora
Escola de Ciências Sociais
Colégio do Espírito Santo
Largo dos Colegiais, 2
Apartado 94
7002 - 554 Évora | Portugal
Tel: (+351) 266 740 800
email: geral@ecs.uevora.pt