

The background of the cover is a solid orange color. Overlaid on this are faint, light-colored line drawings of archaeological site plans. These plans show various structures, walls, and courtyards, typical of ancient or medieval settlements. A prominent white curved line, resembling a stylized 'C' or a section of a circle, cuts across the middle of the cover, separating the title area from the lower part of the map.

ARQUEOLOGIA EM PORTUGAL

2023 – Estado da Questão



ASSOCIAÇÃO
DOS ARQUEÓLOGOS
PORTUGUESES

Coordenação editorial: José Morais Arnaud, César Neves e Andrea Martins
Design gráfico e paginação: Paulo Freitas

ISBN: 978-972-9451-98-0

Edição: Associação dos Arqueólogos Portugueses, CEAACP, CEIS2o e IA-FLUC
Lisboa, 2023

O conteúdo dos artigos é da inteira responsabilidade dos autores. Sendo assim a Associação dos Arqueólogos Portugueses declina qualquer responsabilidade por eventuais equívocos ou questões de ordem ética e legal.

Desenho de capa:

Planta das ruínas de Conímbriga. © Museu Nacional de Conímbriga



Apoio Institucional:



Índice

- 15 Prefácio
José Morais Arnaud
- 1. Pré-História**
- 19 O potencial informativo dos *Large Cutting Tools*: o caso de estudo da estação paleolítica do Casal do Azemel (Leiria, Portugal)
Carlos Ferreira / João Pedro Cunha-Ribeiro / Eduardo Méndez-Quintas
- 33 PaleoTejo – Uma rede de trabalho para a investigação e para o património relacionado com os Neandertais e pré-Neandertais
Telmo Pereira / Luís Raposo / Silvério Figueiredo / Pedro Proença e Cunha / João Caninas / Francisco Henriques / Luiz Oosterbeek / Pierluigi Rosina / João Pedro Cunha-Ribeiro / Cristiana Ferreira / Nelson J. Almeida / António Martins / Margarida Salvador / Fernanda Sousa / Carlos Ferreira / Vânia Pirata / Sara Garcês / Hugo Gomes
- 45 A indústria lítica de malhadinhas e o seu enquadramento no património acheulense do vale do Tejo
Vânia Pirata / Telmo Pereira / José António Pereira
- 61 O Abrigo do Lagar Velho revisitado
Ana Cristina Araújo / Ana Maria Costa / Montserrat Sanz / Armando Lucena / Joan Daura
- 75 Contributo para o conhecimento das indústrias líticas pré-históricas do litoral de Esposende (NW de Portugal)
Sérgio Monteiro-Rodrigues
- 95 À volta da fogueira na pré-história: análise às estruturas de combustão do Sul de Portugal – a Praia do Malhão (Odemira)
Ana Rosa
- 105 O projecto LandCraft. A intervenção arqueológica no abrigo das Lapas Cabreiras
João Muralha Cardoso / Mário Reis / Bárbara Carvalho / Lara Bacelar Alves
- 119 A ocupação pré-histórica de Monte Novo: local de culto e de habitat
Mário Monteiro / Anabela Joaquineto
- 135 A formalização de espaços públicos durante o Calcolítico no Alto Douro Português: as Grandes Estruturas Circulares do Castanheiro do Vento (V. N. de Foz Côa)
Ana Vale / João Muralha Cardoso / Sérgio Gomes / Vítor Oliveira Jorge
- 149 Em busca da colecção perdida (1): Vila Nova de São Pedro no Museu Municipal de Vila Franca de Xira
César Neves / José Morais Arnaud / Andrea Martins / Mariana Diniz
- 167 De casa em casa: novos dados sobre o sítio pré-histórico do Rio Seco/Boa-Hora (Ajuda, Lisboa)
Regis Barbosa
- 179 Um contributo para o estudo das Pontas Palmela das «Grutas de Alcobaça»
Michelle Teixeira Santos / Cátia Delicado / Isabel Costeira
- 195 Monte da Ponte (Évora): Um cruzamento entre o positivo e o negativo?
Inês Ribeiro
- 203 Peças antropomórficas da necrópole megalítica de Alto de Madorras. Abordagem preliminar ao seu estudo e valorização no âmbito do Projecto TSF – Murça
Maria de Jesus Sanches / Maria Helena Barbosa / Nuno Ramos / Joana Castro Teixeira / Miguel Almeida

- 219 Apontamentos sobre o monumento megalítico da Bouça da Mó 2, Balugães, Barcelos (Noroeste de Portugal)
Luciano Miguel Matos Vilas Boas
- 227 A Mamoa 1 do Crasto, Vale de Cambra. Um monumento singular
Pedro Manuel Sobral de Carvalho
- 241 À conversa com os ossos: População do Neolítico Final/Calcolítico da Lapa da Bugalheira, Torres Novas
Helena Gomes, Filipa Rodrigues, Ana Maria Silva
- 253 Dos ossos, cacos, pedras e terra à leitura detalhada das práticas funerárias no 3º milénio a.C.: o caso do Hipogeu I do Monte do Carrascal 2 (Ferreira do Alentejo, Beja)
Maria João Neves
- 267 Os sepulcros da Pré-História recente da Quinta dos Poços (Lagoa): contextos e cronologias
António Carlos Valera / Lucy Shaw Evangelista / Catarina Furtado / Francisco Correia
- 285 Quinta dos Poços (Lagoa): Dados biológicos e práticas funerárias dos Sepulcros da Pré-História Recente
Lucy Shaw Evangelista / Eduarda Silva / Sofia Nogueira / António Carlos Valera / Catarina Furtado / Francisco Correia
- 299 Everything everywhere? Definitely not all at once. Uma aproximação inicial às práticas de processamento de macrofaunas da Pré-História recente do Centro e Sul de Portugal
Nelson J. Almeida / Catarina Guinot / António Diniz
- 313 Um sítio, duas paisagens: a exploração de recursos vegetais durante o Mesolítico e a Idade do Bronze na Foz do Medal (Baixo Sabor, Nordeste de Portugal)
João Pedro Tereso / María Martín Seijo / Rita Gaspar
- 327 Análise isotópica estável ($\Delta^{13}C$) em sedimentos de sítios arqueológicos
Virgínia Lattao / Sara Garcês / Hugo Gomes / Maria Helena Henriques / Elena Marrocchino / Pierluigi Rosina / Carmela Vaccaro
- 333 Sobre a presença de sílex na Praia das Maças (Sintra)
Patrícia Jordão / Nuno Pimentel
- 345 Lost & Found. Resultados dos trabalhos de prospecção arqueológica realizados no vale do Carvalhal de Aljubarrota (Alcobaça, Leiria)
Cátia Delicado / Leandro Borges / João Monte / Bárbara Espírito Santo / Jorge Lopes / Inês Sofia Silva
- 357 Análise dos padrões de localização das grutas arqueológicas da Arrábida
João Varela / Nuno Bicho / Célia Gonçalves
- 365 Novos testemunhos de ocupação pré-histórica na área da ribeira de Santa Margarida (Alto Alentejo): notícia preliminar
Ana Cristina Ribeiro

2. Proto-História

- 377 Dinâmicas de Povoamento durante a Idade do Bronze no Centro da Estremadura Portuguesa: O Litoral Atlântico Entre as Serras d'Aires e Candeeiros e de Montejunto
Pedro A. Caria
- 389 Novos dados sobre os povoados do Bronze Final dos Castelos (Beja) e Laço (Serpa) no âmbito do Projeto Odyssey. Contributos a partir de um levantamento drone-LiDAR
Miguel Serra / João Fonte / Tiago do Pereiro / Rita Dias / João Hipólito / António Neves / Luís Gonçalves Seco
- 401 Metais do Bronze Final no Ocidente Ibérico. O caso dos machados de alvado a sul do rio Tejo
Marta Gomes / Carlo Bottaini / Miguel Serra / Raquel Vilaça
- 411 Dois Sítios, um ponto de situação. Primeiros resultados dos trabalhos nos Castros de Ul e Recarei em 2022
João Tiago Tavares / Adriaan de Man

- 425 Reflexões acerca dos aspetos técnicos e tecnológicos dos artefactos de ferro do Bronze Final / Ferro Inicial no território português
Pedro Baptista / Ralph Araque Gonzalez / Bastian Asmus / Alexander Richter
- 439 Resumo de resultados do projeto IberianTin (2018-22) e resultados iniciais do projeto Gold. PT (2023-)
Elin Figueiredo / João Fonte / Emmanuelle Meunier / Sofia Serrano / Alexandra Rodrigues
- 451 À volta da Pedra Formosa. Estudo do Balneário Este da Citânia de Briteiros
Gonçalo Cruz
- 463 Intercâmbio no primeiro milénio A.C., no litoral, entre os estuários dos rios Cávado e Ave
Nuno Oliveira
- 481 Castro de Guifões: elementos para a reconstituição paleogeográfica e compreensão da ocupação antiga do sítio
Andreia Arezes / Miguel Almeida / Alberto Gomes / José Varela / Nuno Ramos / André Ferreira / Manuel Sá
- 493 O Castro da Madalena (Vila Nova de Gaia) no quadro da ocupação proto-histórica da margem esquerda do Douro
Edite Martins de Sá / António Manuel S.P. Silva
- 507 Uma cabana com vista para o rio, no Sabugal da Idade do Ferro
Inês Soares / Paulo Pernadas / Marcos Osório
- 519 Cerca do Castelo de Chão do Trigo (S. Pedro do Esteval, Proença-a-Nova): resultados de três campanhas de escavações (2017-2019)
Paulo Félix
- 533 Instrumentos e artes de pesca no sítio proto-histórico de Santa Olaia (Figueira da Foz)
Sara Almeida / Raquel Vilaça / Isabel Pereira
- 549 Sobre a influência da cerâmica grega nas produções de cerâmica cinzenta do estuário do Tejo: um vaso emblemático encontrado nas escavações arqueológicas do Largo de Santa Cruz (Lisboa)
Elisa de Sousa / Sandra Guerra / João Pimenta / Roshan Paladugu
- 563 *To buy fine things*: trabalhos e perspectivas recentes sobre o consumo de importações mediterrâneas no Sul de Portugal durante o I milénio a.n.e.
Francisco B. Gomes
- 575 Arquitecturas orientais em terra na fronteira atlântica: novas abordagens do Projecto #BuildinginNewLands
Marta Lorenzon / Benjamín Cutillas-Victoria / Elisa Sousa / Ana Olaio / Sara Almeida / Sandra Guerra
- 585 Frutos, cultivos e madeira no Castro de Alvarelhos: a arqueobotânica do projeto CAESAR
Catarina Sousa / Filipe Vaz / Daniela Ferreira / Rui Morais / Rui Centeno / João Tereso

3. Antiguidade Clássica e Tardia

- 599 A propósito de machados polidos encontrados em sítios romanos do território português e a crença antiga nas “pedras de raio”
Fernando Coimbra
- 611 Unidades Organizativas e Povoamento no Extremo Ocidental da *Civitas* Norte-Lusitana dos *interannienses*: um ensaio
Armando Redentor / Alexandre Canha
- 625 As Termas Romanas da Quinta do Ervedal (Castelo Novo, Fundão)
Joana Bizarro
- 633 Paisagem rural, paisagem local: os primeiros resultados arqueológicos e arqueobotânicos do sítio da Terra Grande (*civitas Igaeditanorum*)
Sofia Lacerda / Filipe Vaz / Cláudia Oliveira / Luís Seabra / João Tereso / Ricardo Costeira da Silva / Pedro C. Carvalho

- 649 Recontextualização dos vestígios arqueológicos do *forum* de Coimbra. Uma leitura a partir da comparação tipo-morfológica
Pedro Vasco de Melo Martins
- 665 Sítio do Antigo (Torre de Vilela, Coimbra): uma possível *villa* suburbana de *Aeminium*
Rúben Mendes / Raquel Santos / Carmen Pereira / Ricardo Costeira da Silva
- 679 A fachada norte da Casa dos Repuxos (Conímbriga): resultados das campanhas de 2021 e 2022
Ricardo Costeira da Silva / José Ruivo / Vítor Dias
- 693 Intervenções Arqueológicas em Condeixa-a-Velha no âmbito das acções do Movimento para a Promoção da Candidatura de Conímbriga a Património Mundial da Unesco
Pedro Peça / Miguel Pessoa / Pedro Sales / João Duarte / José Carvalho / Fernando Figueiredo / Flávio Simões
- 707 O sítio arqueológico de São Simão, Penela
Sónia Vicente / Flávio Simões / Ana Luísa Mendes
- 723 O sítio arqueológico da Telhada (Vermoil, Pombal)
Patrícia Brum / Mariana Nabais / Margarida Figueiredo / João Pedro Bernardes
- 731 *Górgona* – um *corpus* de *opus sectile* na Lusitânia
Carolina Grilo / Lídia Fernandes / Patrícia Brum
- 741 *Villa* romana da Herdade das Argamassas. Delta, motivo de inspiração secular. Do mosaico ao café
Vítor Dias / Joaquim Carvalho / Cornelius Meyer
- 755 A Antiguidade Tardia no Vale do Douro: o exemplo de Trás do Castelo (Vale de Mir, Pegarinhos, Alijó)
Tony Silvino / Pedro Pereira / Rodolphe Nicot / Laudine Robin / Yannick Teyssonneyre
- 771 A Arqueologia Urbana em Braga: oportunidades e desafios. O caso de estudo da rua Nossa Senhora do Leite, n.ºs 8/10
Fernanda Magalhães / Luís Silva / Letícia Ruela / Diego Machado / Lara Fernandes / Eduardo Alves / Manuela Martins / Maria do Carmo Ribeiro
- 785 Balneário romano de São Vicente (Penafiel): projeto de revisão das estruturas construídas e do contexto histórico-arqueológico do sítio
Silvia González Soutelo / Teresa Soeiro / Juan Diego Carmona Barrero / Jorge Sampaio / Helena Bernardo / Claus Seara Erwelein
- 801 Um contexto cerâmico tardo-antigo da Casa do Infante (Porto)
João Luís Veloso / Paulo Dordio Gomes / Ricardo Teixeira / António Manuel S. P. Silva
- 815 Trabalhos arqueológicos no Patarinho (Santa Comba Dão, Viseu): caracterização de uma pequena área de produção vinícola no vale do Dão em época alto-imperial
Pedro Matos / João Losada
- 831 Sobre a ocupação tardia da *villa* da Quinta da Bolacha – estudo de um contexto de ocupação da casa romana
Vanessa Dias / Gisela Encarnação / João Tereso
- 843 Os materiais do sítio romano de Eira Velha (Miranda do Corvo) como índice cronológico das suas fases de construção
Inês Rasteiro / Ricardo Costeira da Silva / Rui Ramos / Inês Simão
- 859 Cerâmica de importação em *Talabriga* (Cabeço do Vouga, Águeda)
Diana Marques / Ricardo Costeira da Silva
- 873 Revisão dos objetos ponderais recuperados na antiga *Conimbriga* (Condeixa-a-Nova, Coimbra)
Diego Barrios Rodríguez / Cruces Blázquez Cerrato
- 885 O conjunto de pesos de tear do sítio romano de Almoínhas
Martim Lopes / Paulo Calaveiras / José Carlos Quaresma / Joel Santos

- 901 *A terra sigillata* e a cerâmica de cozinha africana na cidade de Lisboa no quadro do comércio do ocidente peninsular – O caso do edifício da antiga Sede do Banco de Portugal
Ana Beatriz Santos
- 915 Análise (im)possível dos espólios arqueológicos do sítio do Mascarro (Castelo de Vide, Portugal)
Sílvia Monteiro Ricardo
- 931 Reconstruindo a paisagem urbana de Braga desde a sua fundação até à cidade medieval: as ruas como objeto de estudo
Leticia Ruela / Fernanda Magalhães / Maria do Carmo Ribeiro
- 941 A dinâmica viária no vale do Rabagão: a via XVII e o contributo dos itinerários secundários
Bruno Dias / Rebeca Blanco-Rotea / Fernanda Magalhães
- 953 Resultados das leituras geofísicas de Monte dos Castelinhos, Vila Franca de Xira
João Pimenta / Tiago do Pereiro / Henrique Mendes / André Ferreira
- 965 *Loca sacra*: Para uma topografia dos lugares simbólicos no atual Alentejo em época romana
António Diniz
- 977 Mosaicos da área de influência de *Pax Ivlia*
Maria de Fátima Abraços / Licínia Wrench
- 993 A exploração de pedras ornamentais na Lusitânia: Primeiros dados de um estudo em curso
Gil Vilarinho

4. Época Medieval

- 1009 A necrópole da Alta Idade Média do Castro de São Domingos (Lousada, Portugal)
Paulo André Pinho Lemos / Manuel Nunes / Bruno M. Magalhães
- 1025 A transformação e apropriação do espaço pelos edifícios rurais, entre a Antiguidade Tardia e a Idade Média, no troço médio do vale do Guadiana (Alentejo, Portugal)
João António Ferreira Marques
- 1037 A reconfiguração do espaço rural na Alta Idade Média. Análise dos marcadores arqueológicos no Alto Alentejo
Rute Cabriz / Sara Prata
- 1047 O Castelo de Vale de Trigo (Alcácer do Sal): dados das intervenções arqueológicas
Marta Isabel Caetano Leitão
- 1061 Convento de Nossa Senhora do Carmo de Moura, um conjunto de silos medievais islâmicos: dados preliminares de uma das sondagens arqueológicas de diagnóstico
Vanessa Gaspar / Rute Silva
- 1075 Potes meleiros islâmicos – Contributo para o estudo da importância do mel na Idade Média
Rosa Varela Gomes
- 1085 Luxos e superstições – registos de espólio funerário e outras materialidades nas necrópoles islâmicas no Gharb al-Andalus
Raquel Gonzaga
- 1097 A Necrópole Islâmica do Ribat do Alto da Vigia, Sintra
Alexandre Gonçalves / Helena Catarino / Vânia Janeirinho / Filipa Neto / Ricardo Godinho
- 1115 O inédito pavimento Cisterciense da cidade de Évora
Ricardo D'Almeida Alves de Morais Sarmento
- 1129 Do solo para a parede: a intervenção arqueológica no Pátio do Castilho n.º 37-39 e a(s) Torre(s) de Almedina da muralha(s) de Coimbra
Susana Temudo

- 1145 Utensílios cerâmicos de uma cozinha medieval islâmica no espaço periurbano de al-Ushbuna (1ª metade do séc. XII)
Jorge Branco / Rodrigo Banha da Silva
- 1159 O convento de S. Francisco de Real na definição da paisagem monástico-conventual de Braga, entre a Idade Média e a Idade Moderna
Francisco Andrade
- 1169 “Ante o cruzeiro jaz o mestre”: resultados preliminares da escavação do panteão da Ordem de Santiago (séculos XIII – XVI) localizado no Santuário do Senhor dos Mártires (Alcácer do Sal)
Ana Rita Balona / Liliana Matias de Carvalho / Sofia N. Wasterlain
- 1181 Produções cerâmicas da Braga medieval: cultura e agência material
Diego Machado / Manuela Martins
- 1197 Agricultura e paisagem em Santarém entre a Antiguidade Tardia e o Período Islâmico a partir das evidências arqueobotânicas
Filipe Vaz / Luís Seabra / João Tereso / Catarina Viegas / Ana Margarida Arruda

5. Época Moderna

- 1215 A necrópole medieval e moderna de Benavente: resultados de uma intervenção de Arqueologia Preventiva
Joana Zuzarte / Paulo Félix
- 1229 Rua da Judiaria – Castelo de Vide: Aspetos gerais da intervenção arqueológica na eventual Casa do Rabino
Tânia Maria Falcão / Heloísa Valente dos Santos / Susana Rodrigues Cosme
- 1239 A coleção de estanho de Esposende
Elisa Maria Gomes da Torre e Frias-Bulhosa
- 1253 *Três barris num campo de lama*: dados preliminares para o estudo da vitivinicultura na cidade de Aveiro no período moderno
Diana Cunha / Susana Temudo / Pedro Pereira
- 1269 Aveiro como centro produtor de cerâmica: os vestígios da oficina olárica identificada na Rua Capitão Sousa Pizarro
Vera Santos / Sónia Filipe / Paulo Morgado
- 1283 A Casa Cordovil: contributo para o conhecimento de Évora no Período Moderno
Leonor Rocha
- 1295 Reconstruir a Cidade: o pré e o pós-terramoto na Rua das Escolas Gerais, nº 61 (Lisboa)
Susana Henriques
- 1305 Lazareto, fortaleza e prisão: arqueologia do Presídio da Trafaria (Almada)
Fabián Cuesta-Gómez / Catarina Tente / Sérgio Rosa / André Teixeira / Francisca Alves Cardoso / Sílvia Casimiro
- 1319 Conhecer o quotidiano do Castelo de Palmela entre os séculos XV e XVIII através dos artefactos metálicos em liga de cobre
Luís F. Pereira
- 1331 Um forno de cerâmica do início da Época Moderna na Rua Edmond Bartissol, Setúbal
Victor Filipe / Eva Pires / Anabela Castro
- 1341 A necrópole da Igreja Velha do Peral (Proença-a-Nova)
Anabela Joaquineto / Francisco Henriques / Francisco Curate / Carla Ribeiro / Nuno Félix / Fernando Robles Henriques / João Caninas / Hugo Pires / Paula Bivar de Sousa / Carlos Neto de Carvalho / Isabel Gaspar / Pedro Fonseca
- 1357 A materialização da morte em Bucelas entre os séculos XV e XIX. Rituais, semiótica e simbologias
Tânia Casimiro / Dário Ramos Neves / Inês Costa / Florbela Estevão / Nathalie Antunes-Ferreira / Vanessa Filipe

- 1369 Ficam os ossos e ficam os anéis: objetos de adorno e de crença religiosa da necrópole do Convento dos Lóios, Lisboa
João Miguez / Marina Lourenço
- 1379 “Não ha sepultura onde se não tenham enterrado mais de dez cadáveres”: as valas comuns de época moderna da necrópole do Hospital dos Soldados (Castelo de São Jorge, Lisboa), uma prática funerária de recurso
Carina Leirião / Liliana Matias de Carvalho / Ana Amarante / Susana Henriques / Sofia N. Wasterlain
- 1391 Estudo tafonómico de uma coleção osteológica proveniente da Igreja da Misericórdia em Almada
Maria João Rosa / Francisco Curate
- 1403 Variabilidade formal e produtiva da cerâmica moderna na cidade de Braga: estudo de caso
Lara Fernandes / Manuela Martins / Maria do Carmo Franco Ribeiro
- 1415 Representações femininas na faiança portuguesa de Santa Clara-a-Velha: desigualdade, subalternização, emancipação
Inês Almendra Castro / Tânia Manuel Casimiro / Ricardo Costeira da Silva
- 1427 Poder, família, representação: a heráldica na faiança de Santa Clara-a-Velha
Danilo Cruz / Tânia Casimiro / Ricardo Costeira da Silva
- 1437 A Chacota de Faiança a uso e o significado social do seu consumo em Lisboa, nos meados-finais do século XVII: a amostragem do Hospital dos Pescadores e Mareantes de Alfama
André Bargão / Sara da Cruz Ferreira / Rodrigo Banha da Silva
- 1445 Algumas considerações sobre os artefactos em ligas metálicas descobertos no Palácio Sant’Anna em Carnide, Lisboa
Carlos Boavida / Mário Monteiro
- 1461 Os cachimbos cerâmicos dos séculos XVII e XVIII do Palácio Almada-Carvalhais (Lisboa)
Sara da Cruz Ferreira / André Bargão / Rodrigo Banha da Silva / Tiago Nunes
- 1469 Tróia fumegante. Os cachimbos cerâmicos modernos do sítio arqueológico de Tróia
Miguel Martins de Sousa / Tânia Manuel Casimiro / Filipa Araújo dos Santos / Mariana Nabais / Inês Vaz Pinto
- 1483 Um copo para muitas garrafas. Algumas palavras sobre um conjunto de vidros modernos e contemporâneos encontrados na Praia da Alburrica (Barreiro)
Carlos Boavida / António González
- 1495 *A Gran Principessa di Toscana*, um naufrágio do século XVII no Cabo Raso (Cascais)
Sofia Simões Pereira / Francisco Mendes / Marco Freitas
- 1503 Condições ambientais e contexto arqueológico na margem estuarina de Lisboa: dados preliminares da sondagem ESSENTIA (Av. 24 de Julho | Rua Dom Luís I)
Margarida Silva / Ana Maria Costa / Maria da Conceição Freitas / José Bettencourt / Inês Mendes da Silva / Tiago Nunes / Mónica Ponce / Jacinta Bugalhão
- 1517 Evolução ambiental do estuário do Rio Cacheu, Guiné-Bissau: dados preliminares
Rute Arvela, Ana Maria Costa, Maria da Conceição Freitas, Rui Gomes Coelho
- 1525 Extrair informação cultural de madeiras náuticas: uma experiência em Lisboa
Francisco Mendes / José Bettencourt / Marco Freitas / Sofia Simões Pereira
- 1535 Ferramentas, carpinteiros e calafates a bordo da fragata *Santo António de Taná* (Mombaça, 1697)
Patrícia Carvalho / José Bettencourt
- 1547 Parede 1, Carcavelos 12 e Carcavelos 13: três naufrágios da Guerra Peninsular?
José Bettencourt / Augusto Salgado / António Fialho / Jorge Freire
- 1555 Estudo zooarqueológico e tafonómico de um silo de época moderno-contemporânea da Casa Cordovil, Évora
Catarina Guinot / Nelson J. Almeida / Leonor Rocha

- 1569 Uma aproximação à Arqueologia de Paisagem: a paisagem fluvial e as dimensões da sua exploração, comunicação e ocupação
Patrícia Alho / Vanda Luciano
- 1575 Dos Arquivos ao Trabalho de Campo: o Estudo da Fortaleza de Santa Catarina de Ribamar (Portimão)
Bruna Ramalho Galamba
- 1583 Palácio Vaz de Carvalho, a diacronia de um sítio: da Pré-História à Contemporaneidade
Anabela Sá / Inês Mendes da Silva
- 1595 *Um olhar sobre o passado*: apresentação dos resultados de uma intervenção arqueológica na Figueira da Foz
Bruno Freitas / Sérgio Gonçalves / André Donas-Botto
- 1607 Todos os metros contam, 200 mil anos num quarteirão? O caso das Olarias de Leiria
Ana Rita Ferreira / André Donas-Botto / Cláudia Santos / Luís Costa

6. Época Contemporânea

- 1625 Navios de ferro: contributos para uma abordagem arqueológica aos naufrágios de Idade Contemporânea em Portugal
Marco Freitas / Francisco Mendes / Sofia Simões Pereira
- 1637 *Das peles e dos rebites*: o processo de inventariação arqueológica da Central do Biel e da Fábrica de Curtumes do Granjo (Vila Real)
Pedro Pereira / Fernando Silva
- 1649 Seminário Maior de Coimbra: o contributo da arqueologia num espaço em reabilitação
Constança dos Santos / Sónia Filipe / Paulo Morgado / Gina Dias
- 1663 Paradigmas de Preservação e Valorização do Património Monumental nas Linhas de Torres Vedras. Abordagem às intervenções realizadas no Forte da Archeira (Torres Vedras), no Forte 1.º de Suberra e na Bateria Nova de Suberra (Vila Franca de Xira)
João André Perpétuo / Miguel Martins de Sousa / João Ramos
- 1677 Pavimentos em mós na arquitetura saloia: novos dados na Amadora
Nuno Dias / Catarina Bolila / Vanessa Dias / Gisela Encarnação
- 1685 O Tejo e a industrialização: como Lisboa “invadiu” o rio no século XIX
Inês Mendes da Silva
- 1695 As Alcaçarias do Duque. A redescoberta dos últimos banhos públicos de Alfama
Filipe Santos
- 1709 Memorial da Serralharia – Arqueologia do Passado Recente no Hospital de São José
João Sequeira / Carlos Boavida / Afonso Leão
- 1723 *kana, fornadja y kumunidadi*: Um caso de estudo da produção e transformação da cana sacarina na Ribeira dos Engenhos (Ilha de Santiago)
Nireide Pereira Tavares
- 1735 Personagens Escondidas: À procura das emoções esquecidas das mulheres na indústria portuguesa. Uma análise arqueológica através de novas materialidades
Susana Pacheco / Joel Santos / Tânia Manuel Casimiro
- 1747 Sós mas não Esquecidos. Por uma Arqueologia da Solidão
Joel Santos / Susana Pacheco

7. Arte Rupestre

- 1761 O projeto First-Art (*Extension*): determinação cronológica e caracterização dos pigmentos nas fases iniciais da Arte Rupestre Paleolítica
Sara Garcês / Hipólito Collado / Hugo Gomes / Virginia Lattao / George Nash / Hugo Mira Perales / Diego Fernández Sánchez / José Julio García Arranz / Pierluigi Rosina / Luiz Oosterbeek

- 1771 Mais perto da conclusão: novo ponto da situação da prospecção e inventário da arte rupestre do Côa
Mário Reis
- 1787 Propostas metodológicas para a conservação dos sítios com Pinturas Rupestres da Pré-História recente no Vale do Côa
Vera Moreira Caetano / Fernando Carrera / Lara Bacelar Alves / António Batarda Fernandes / Teresa Rivas / José Santiago Pozo-Antonio
- 1801 Alguma cor num fundo de gravura: principais conjuntos da pintura pré-histórica do Vale do Côa
Lara Bacelar Alves / Andrea Martins / Mário Reis
- 1815 Desde a crista, olhando para o Tejo – os abrigos com pintura esquemática do Pego da Rainha (Mação, Portugal)
Andrea Martins
- 1841 Gravuras rupestres da rocha 2 da Lomba do Carvalho (Almaceda, Castelo Branco).
Informação empírica e hipóteses interpretativas
Mário Varela Gomes
- 1859 Um novo olhar sobre as gravuras de labirintos: o caso do Castelinho (Torre de Moncorvo, Portugal)
Andreia Silva / Sofia Figueiredo-Persson / Elin Figueiredo
- 1875 Os seixos incisos da Idade do Ferro de São Cornélio (Sabugal, Alto Côa)
Luís Luís / Marcos Osório / André Tomás Santos / Anna Lúcia Vitale / Raquel Vilaça
- 1891 Entre topónimos e lendas. Explicações das sociedades rurais para o fenómeno podomórfico do nordeste de Trás-os-Montes
José Moreira
- 1905 Os grafitos molinológicos ou a realidade (in)visível das moagens hidráulicas tradicionais: resultados da aplicação de um inédito roteiro metodológico (Lousada, Norte de Portugal)
Manuel Nunes / Paulo André P. Lemos

8. Arqueologia Pública, Comunicação e Didática

- 1923 Património Mundial e Valor Social: Uma Investigação sobre os Sítios Pré-históricos de Arte Rupestre do Vale do Rio Côa e de Siega Verde
José Paulo Francisco
- 1931 Parque Arqueosocial do Andakatu em Mação. Boas práticas para a sustentabilidade e disseminação do conhecimento científico
Hugo Gomes / Sara Garcês / Luiz Oosterbeek / Pedro Cura / Anabela Borralheiro / Rodrigo Santos / Sandra Alexandre
- 1943 Vila Nova de São Pedro e a Arqueologia Pública – a consolidação de um projecto através dos agentes da sua história
José M. Arnaud / Andrea Martins / César Neves / Mariana Diniz
- 1963 O Monumento Pré-histórico da Praia das Maças (Sintra): atividades de divulgação e educação patrimonial realizadas no âmbito das recentes escavações arqueológicas
Eduardo Porfírio / Catarina Costeira / Teresa Simões
- 1979 A Idade do Bronze como ferramenta de Educação e Divulgação em Arqueologia – O Projeto Outeiro do Circo 2022-2023
Sofia Silva / Eduardo Porfírio / Miguel Serra
- 1993 Arqueologia Pública: a Festa da Arqueologia como caso de estudo
Carla Quirino / Andrea Martins / Mariana Diniz
- 2013 Open House Arqueologia – a aproximação da disciplina científica aos cidadãos
Lídia Fernandes / Carolina Grilo / Patrícia Brum
- 2025 “Cada cavadeira sua minhoca”: Arqueologia Pública e Comunicação através do caso de estudo do Largo do Coreto e envolvente em Carnide (Lisboa)
Ana Caessa / Nuno Mota

- 2037 Grupo CIGA: comunicar e divulgar a cerâmica islâmica
Isabel Inácio / Jaquelina Covaneiro / Isabel Cristina Fernandes / Sofia Gomes / Susana Gómez / Maria José Gonçalves / Marco Liberato / Gonçalo Lopes / Constança Santos / Jacinta Bugalhão / Helena Catarino / Sandra Cavaco
- 2047 O Forte de São João Batista da Praia Formosa: a recuperação virtual e a reconstrução da memória
Diogo Teixeira Dias / Sérgio Gonçalves
- 2059 Entre a Universidade e a profissão: A experiência de um Estágio Curricular narrada na primeira pessoa
Mariana Santos
- 2069 A Arqueologia e os seus Públicos: relação dos Arqueólogos com os outros Cidadãos no âmbito da Contemporaneidade
Florbel Estêvão / Vítor Oliveira Jorge
- 2079 Arqueologia e Comunicação na era da Big Data: do sítio arqueológico ao registo de monumentos e paisagens. Será este um dia FAIR?
Ariele Câmara / Ana de Almeida / João Oliveira / Daniel Marçal
- 2091 Exposição de Arte-Arqueologia: Artefactos do Descarte
Pedro da Silva / Inês Moreira

9. Historiografia e Teoria

- 2103 Pré-História e “Antropologia Cultural”: repensar esta interface
Vítor Oliveira Jorge
- 2115 “Onde está o Wally?” Representações de mulheres nos museus de Pré-História
Sara Brito
- 2125 “Criei o hábito de geralmente ignorar”: sexismo, assédio e abuso sexual em Arqueologia
Liliana Matias de Carvalho / Sara Simões / Sara Brito / Jacinta Bugalhão / Miguel Rocha / Mauro Correia / Regis Barbosa / Raquel Gonzaga
- 2137 O ensino da Arqueologia em Portugal
Jacinta Bugalhão
- 2149 O Grupo Pró-Évora e o curso de arqueologia de 1968: uma primeira aproximação ao tema
Ana Cristina Martins
- 2161 Andanças na Arqueologia Urbana da Cidade de Coimbra: Um Historial de Duas Décadas do Processo Metro Mondego
António Batarda Fernandes
- 2177 Peixes de Água Doce e Migradores de Portugal: Sistematização da Informação Zooarqueológica
Miguel Rodrigues / Filipe Ribeiro / Sónia Gabriel
- 2191 Extração de Conhecimento em Arqueologia: primeiros resultados da aplicação a dados portugueses
Ivo Santos
- 2199 A Igreja do Carmo de Lisboa: um exemplo de arqueologia vertical com 600 anos
Célia Nunes Pereira

10. Gestão, Valorização e Salvaguarda do Património

- 2215 A simplificação legislativa e os desafios à atividade arqueológica
Gertrudes Branco
- 2223 IPA / IGESPAR, IP / DGPC – Extensão de Torres Novas: 25 anos
Sandra Lourenço / Gertrudes Zambujo / Cláudia Manso
- 2239 O futuro do Património Arqueológico Subaquático: Uma perspetiva através do ensino
Adolfo Silveira Martins / Alexandra Figueiredo / Cláudio Monteiro / Adolfo Miguel Martins

- 2245 **Recomendações de Boas-Práticas em Arqueologia de Ambientes Húmidos**
Ana Maria Costa / Cândida Simplício / Cristóvão Fonseca / Jacinta Bugalhão / João Pedro Tereso / José Bettencourt / José António Gonçalves / Miguel Lago / Pedro Barros / Rodrigo Banha da Silva
- 2261 **A inventariação e georreferenciação do Património Cultural Marítimo no *Endovéllico***
Pedro Barros / Jacinta Bugalhão / Gonçalo C. Lopes / Cristóvão Fonseca / Pedro Caleja / Filipa Bragança / Sofia Pereira / Ana Sofia Gomes
- 2273 **A piroga monóxila Lima 7 e os desafios que o rio nos apresenta**
José António Gonçalves / João Marrocano
- 2291 **A paisagem marítima do litoral do Minho. Uma primeira aproximação à paisagem económica de Viana do Castelo**
Tiago Silva
- 2301 **O projeto TURARQ – Turismo Arqueológico para a compreensão da cultura e das interações ambientais**
Hugo Gomes / Sara Garcês / Marco Martins / Anícia Trindade / Douglas O. Cardoso / Eduardo Ferraz / Luiz Oosterbeek
- 2307 **Tecnologias de Detecção Remota aplicadas ao Descritor do Património: da prática à reflexão**
Gabriel Pereira / Nuno Barraca / Mauro Correia / Gustavo Santos
- 2321 **Procedimentos a adotar na manipulação de materiais arqueológicos para análises de resíduos orgânicos: as práticas instituídas e os equívocos**
César Oliveira
- 2331 **Arqueologia da Arquitetura aplicada ao estudo dos espaços construídos: uma metodologia de análise**
Eduardo Alves / Rebeca Blanco-Rotea
- 2343 **Almada Velha: um projeto municipal de gestão arqueológica**
André Teixeira / Sérgio Rosa / Telmo António / Rodrigo Banha da Silva / João Gonçalves Araújo / Eva Pires / Beatriz Calapez Santos / Fátima Alves / Francisco Curate / Leonor Medeiros / Joana Esteves / Alexandra P. Rodrigues / André Bargão / Joana Mota
- 2357 **Um projeto de Arqueologia atlântica: a ERA na Madeira**
Arlette Figueira / Miguel Lago
- 2365 **Abordagens Interdisciplinares para o Estudo Histórico e Arqueológico do Património Têxtil: Experiências e Perspetivas da Ação COST EuroWeb**
Catarina Costeira / Francisco B. Gomes / Paula Nabais / Alina Iancu
- 2381 **Umas termas debaixo dos vossos pés: o Projeto de Estudo e Valorização do Criptopórtico Romano de Lisboa (CRLx)**
Nuno Mota / Ana Caessa
- 2393 **Arqueologia Urbana no Município de Coimbra**
Sérgio Madeira / Ana Gervásio / Clara Sousa / Joana Garcia / Raquel Santo
- 2407 **A Cidade como ponto de (Re)encontro com o seu território**
Raquel Santos / Ana Gervásio / Clara Sousa / Joana Garcia / Sérgio Madeira
- 2419 **Os antigos sistemas de gestão de água de Coimbra: características formais e estado da arte**
Paulo Morgado / Sónia Filipe
- 2433 **Ecologias da liberdade: materialidades da escravidão e pós-emancipação no mundo atlântico. Um projeto em curso em Portugal e na Guiné-Bissau**
Rui Gomes Coelho / Ana Maria Costa / João Tereso / Maria da Conceição Lopes / Maria da Conceição Freitas / Patrícia Mendes / Rute Arvela / Sandra Gomes / Sara Simões / Sónia Gabriel
- 2441 **Centro Interpretativo do Urbanismo e da História do Crato – Resultados da intervenção arqueológica**
Susana Rodrigues Cosme / Tânia Maria Falcão / Heloísa Valente dos Santos

ARQUEOLOGIA E COMUNICAÇÃO NA ERA DA BIG DATA: DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO AO REGISTRO DE MONUMENTOS E PAISAGENS. SERÁ ESTE UM DIA FAIR?

Ariele Câmara¹, Ana de Almeida^{1,2}, João Oliveira^{1,3}, Daniel Marçal

RESUMO

O aumento no volume, complexidade e velocidade de criação de dados obriga a utilizar um suporte computacional para o gerenciamento da informação. Décadas de conhecimento arqueológico e geoinformação têm sido armazenados em diferentes registros de dados que necessitam de ser padronizados para poderem ser utilizados em conjunto de forma eficiente. Este artigo foca a contribuição das abordagens baseadas em conhecimento para permitir representar características arqueológicas distintas em conjunto com parâmetros geográficos de modo a poderem ser utilizados em prol da detecção de sítios arqueológicos. Propomos que esta abordagem para além de tornar os dados FAIR, torna possível a utilização dos dados para melhorar as abordagens de reconhecimento automatizado ou para analisar, gerir e comunicar o conhecimento existente.

Palavras-Chave: Gerenciamento da informação; Conhecimento arqueológico; Geoinformação; Abordagens baseadas em conhecimento; FAIR.

ABSTRACT

Information management depends on digital support and processing due to increasing volume, complexity, and speed of data creation. Archaeological knowledge and geoinformation are stored in different data records that need to be standardised for being used together and in an efficient manner. This paper considers the contribution of knowledge-based models for representing distinct archaeological features together with geo-spatial parameters. Using a knowledge-based model, we propose that archaeological information can be linked with geographic data to facilitate location, access, interoperability, and reusability of the data – making it FAIR. In this way, data can be used for a variety of purposes, such as improving automated recognition approaches, as well as analysis, management, and communication of existing knowledge.

Keywords: Information management; Archaeological knowledge; Geo-information; Knowledge based models; FAIR.

1. INTRODUÇÃO

Os projetos de pesquisa produzem uma grande quantidade de informações que são estruturadas de acordo com as necessidades dos pesquisadores. Estes dados tendem a ser produzidos em diferentes formatos e armazenados em diferentes repositórios, sejam

estes institucionais ou na nuvem, e muitas vezes são restritos, de difícil acesso ou, mesmo quando acessíveis, não são reutilizáveis (Arvor *et al.*, 2019; Hiebel *et al.*, 2021). Com a crescente disponibilidade de dados digitalizados de arquivos, cartografia, mapas históricos, imagens de sensoriamento remoto e outros, são necessárias técnicas melhores para permitir

1. Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL) / ISTAR / ariele_camara@iscte-iul.pt

2. Centre for Informatics and Systems of the University of Coimbra (CISUC).

3. Instituto de Telecomunicações, Lisboa.

que usuários finais e não especialistas entendam e analisem facilmente as informações arqueológicas e geo-espaciais ao longo do tempo. Para isso, é necessário relacionar os dados registrados e mantidos por comunidades distintas – tome como exemplo as informações geográficas, que são mantidas pela comunidade de sensoriamento remoto, e os dados arqueológicos registrados e mantidos pela comunidade do patrimônio cultural (Hiebel, Doerr e Eide, 2017).

Tradicionalmente, os pesquisadores recorrem ao domínio do conhecimento sobre as características dos monumentos e a dados topográficos sobre o ambiente circundante para reconhecer os monumentos (Nuninger *et al.*, 2020). Ao sermos capazes de representar formalmente o conhecimento de domínio arqueológico e geoespacial e relacioná-los, somos capazes de utilizar este conhecimento para auxiliar abordagens de reconhecimento automatizado de objetos em imagens. No entanto, para poder utilizar o conhecimento existente em conjunto com abordagens automatizadas, são necessárias novas abordagens de representação da informação que sejam acionáveis por máquina. Para tornar os dados relevantes passíveis de serem utilizados, as novas iniciativas para os dados digitais baseiam-se no princípio FAIR, ou seja, que estes devem permitir que os recursos digitais se tornem mais (F)áceis de encontrar, (A)cessíveis, (I)nteroperáveis e (R)e-utilizáveis, para máquinas e, portanto, também para humanos (FORCE11, 2020; Jacobsen *et al.*, 2020). Nesse sentido e no domínio arqueológico, estamos a assistir um crescente interesse em novas abordagens seguindo estes princípios (Bekiari *et al.* 2021; ARIADNE).

Modelos baseados em conhecimento (e.g. ontologias e grafos de conhecimento) apresentam a capacidade de capturar a semântica de dados dispersos, padronizar e representar o conhecimento de forma eficiente, interrelacionando dados entre si (Bekiari *et al.*, 2021; Gruber, 1993; Vogt, 2021). A informação pode, assim, ser representada através de um grafo⁴, composto por nós interrelacionados, possibilitando, não apenas representar o conhecimento, como também realizar inferência sobre o conhecimento.

Este artigo encontra-se estruturado da seguinte forma: inicialmente é apresentado um glossário. Em

seguida, são abordados alguns dos motivos que inviabilizam a utilização direta de dados por máquinas e uma breve explanação das principais abordagens em curso para superar esse desafio, com destaque para os princípios FAIR e para as estratégias baseadas no conhecimento. Posteriormente, são apresentadas as principais justificativas para a adoção de abordagens baseadas no conhecimento na representação dos dados relacionados ao patrimônio cultural em conjunto com os dados geo-espaciais. Por fim, é apresentada uma breve conclusão.

2. GLOSSÁRIO: ABORDAGENS BASEADAS EM CONHECIMENTO

Os modelos baseados em conhecimento são aqui entendidos como sistemas computacionais de representação da informação que fazem uso de conhecimentos prévios em um determinado domínio. São projetados de forma a capturar um conjunto de regras ou princípios que podem ser aplicados a um ou mais problemas e tarefas específicas. Estes sistemas dependem geralmente de representações simbólicas do conhecimento, semanticamente estruturadas em bases de conhecimento, que são utilizadas para expressar as relações e dependências entre diferentes entidades dentro de um domínio, além de contar com um motor de inferência semântico capaz de inferir conhecimento a partir dos dados representados na base de conhecimento (Ehrlinger e Wöß, 2016). Essa estrutura também é empregada para descrever os grafos de conhecimento, conforme ilustrado na imagem 1.

Dado que os modelos de representação do conhecimento continuam a ser um tópico em ascensão, tanto na comunidade de sensoriamento remoto, quanto na arqueológica, é possível que certos termos fundamentais não sejam familiares ao leitor. Portanto, fornecemos um breve glossário na Tabela 1 com os principais termos mencionados neste artigo para facilitar a compreensão.

3. O QUÊ, COMO E PORQUÊ: RELACIONAR DADOS ARQUEOLÓGICOS COM GEOINFORMAÇÃO

3.1. O quê – Dados não FAIR

O conhecimento de domínio mantido sobre os monumentos (como características arquitetônicas, dimensões, estado de conservação e material de

4. Grafo: modelo de representação de conhecimento que liga conceitos/objetos de modo bi ou unidirecional. Um grafo é uma representação abstrata de um conjunto de objetos e do conjunto das relações existentes entre eles.

construção) e sobre o ambiente circundante (por exemplo, geologia, uso do solo e hidrologia) auxiliam os especialistas nas tarefas de reconhecimento de monumentos arqueológicos imóveis em imagens de sensoriamento remoto (Magnini e Bettineschi, 2019; Nuninger *et al.*, 2020; Verdonck, Smedt, De e Verhegge, 2019). No entanto, os dados sobre os objetos geográficos presentes na superfície terrestre tendem a ser mantidos por diferentes comunidades e instituições, que utilizam conceitos e definições formais que geralmente não são coincidentes. Tomemos como exemplo os dados geoespaciais, tradicionalmente mantidos pela comunidade de sensoriamento remoto e representados para análise em ambientes geográficos virtuais, usando sistemas como os sistemas de informação geográfica (SIG). Já os dados arqueológicos são tradicionalmente mantidos pela comunidade do património cultural de modo a serem concentrados em informações fortemente descritivas (Doerr, Hiebel e Eide, 2013). Geralmente, existem dois tipos de dados geoespaciais, a saber: dados raster (imagem) e dados vetoriais (geométricos) (Shbita *et al.*, 2022). Em Portugal, atualmente, as cartografia topográfica vetorial e a raster (ortofotomapas) oficiais e homologadas estão disponíveis, em muitos casos, numa política de dados abertos, através de visualizadores como o do SMOS⁵ e de serviços de visualização e descarregamento publicados no SNIG⁶, ambas iniciativas da DGT⁷ (Cartografia Topográfica, Hidrológica). Outros sistemas de visualização nacionais que podem ser mencionados são o SNIRH⁸ (cartografia Hidrográfica) e, para visualização e descarregamento, o LNEG⁹ (cartografia Geológica e Geo-hidrológica), o SNIS¹⁰ da DGADR¹¹ e o portal de dados da administração pública dados.gov.

A cartografia desempenha um papel fundamental na visualização das entidades presentes na topografia

terrestre, uma vez que se concentra na representação georreferenciada do que existe no espaço. Isso é essencial para compreender o contexto paisagístico em um determinado período temporal. No entanto, é importante ressaltar que a cartografia só pode ser utilizada para explorar e compreender conjuntos de dados que possuam referências geográficas explícitas (Sen *et al.*, 2017).

Por outro lado, no que diz respeito aos dados relacionados ao património arqueológico, referimo-nos a dados que se concentram na descrição do objeto representado (McKeague *et al.*, 2020). Em Portugal, apesar de haver regulamentos para o registo dos trabalhos arqueológicos, como o código de Lei 107/2001 e o Decreto-Lei n.º 164/2014, entidades regulamentadoras como a DGPC¹² e portais online com informações digitalizadas do património arqueológico, como o Portal do Arqueólogo e sistemas de visualização da localização do património arqueológico, como o GeoPortal, tornando os dados aberto a todos, as informações sobre os monumentos arqueológicos ainda não estão implementadas de forma a serem acionáveis ou interpretáveis por máquina. Isso pode ser atribuído a diversos motivos, tais como a ambiguidade semântica utilizada, uma vez que os termos em si podem ter significados distintos dependendo da taxonomia, autor e/ou época de publicação de um documento. Além disso, as bases de dados podem ser não estruturadas ou apenas semi-estruturadas, enquanto os dados podem ser fornecidos em diferentes formatos (Arvor *et al.*, 2019; Davis, 2020; Verdonck, Smedt, De e Verhegge, 2019).

Percebemos que os dados sobre monumentos arqueológicos, tendem a conter informações do estado de um sítio num determinado espaço-tempo, refletindo a interpretação do especialista do que foi observado naquele momento do tempo (McKeague *et al.*, 2020). Esses dados geralmente se concentram numa representação semântica detalhada, fornecendo informações sobre a estrutura e localização do património analisado, o que envolve a descrição tanto do monumento em si, quanto do seu contexto paisagístico. Por outro lado, os dados sobre a paisagem são representados por meio de dados geo-espaciais e tendem a se concentrar na representação visual georreferenciada precisa das entidades, geralmente por meio de cartografias, em vez de oferecer descrições semânticas detalhadas. Tudo isto

5. SMOS – Sistema de Monitorização da Ocupação do Solo.

6. SNIG – Sistema Nacional de Informação Geográfica.

7. DGT – Direção Geral do Território.

8. SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos.

9. LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia.

10. SNIS – Sistema Nacional de Informação do Solo.

11. DGADR – Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural.

12. DGPC – Direção Geral do Património Cultural.

é especialmente problemático quando o objetivo é o uso destes dados em conjunto e, principalmente, a sua aplicação para sistemas de tecnologia da informação, uma vez que a determinação espacial por meios de descrições semânticas não é útil para estes sistemas (Hiebel et al., 2017), enquanto que a representação visual e localizações exatas por si só não permitem perceber o contexto dos objetos representados na imagem. Para que essas informações possam ser utilizadas por abordagens automatizadas de reconhecimento, é necessário que, não apenas os dados estejam num formato padronizado, mas também que exista um conjunto de regras definidas sobre como analisar esses dados.

3.2. Como – Tornar os dados FAIR e usar um sistema para representação dos dados

A interpretação de sítios arqueológicos conhecidos e desconhecidos, bem como das áreas de interesse para seu reconhecimento, está alinhada com os princípios da arqueologia paisagística e espacial, assim como com o debate sobre a metodologia orientada ao observador versus orientada à paisagem (Verdonck, Smedt, De e Verhegge, 2019). A representação da informação para relacionar instâncias sobre os monumentos e seu contexto paisagístico com informações observacionais pode auxiliar o reconhecimento de elementos na superfície. No entanto, é necessário reorganizar a forma como os dados são mantidos a fim de torná-los acionáveis por máquina, fornecendo conhecimento especializado sobre os monumentos arqueológicos e sua relação com a paisagem. Nessa busca pela padronização dos dados e representação desses dois conceitos, é cada vez mais evidente a necessidade de tornar os dados FAIR e utilizar abordagens baseadas em conhecimento para representar de forma relacionada os diferentes (meta)dados e o conteúdo contido nestes (Hiebel et al., 2021).

3.2.1. Princípios FAIR

Os quatro princípios fundamentais do FAIR têm como objetivo garantir que os dados sejam acionáveis por máquina, ou seja, que a máquina seja capaz de compreender e interpretar a informação de acordo com o que queremos transmitir (Jacobsen et al., 2020).

– Fáceis de Encontrar:

Para que os (meta)dados sejam facilmente encontrados, é necessário atribuir-lhes um identificador global que permita a identificação inequívoca dos

recursos de interesse, como o Digital Object Identifier (DOI), por exemplo. Além disso, todos os dados devem conter descritores genéricos e específicos do domínio, para facilitar a busca e filtragem por meio de pesquisas. Por fim, é fundamental que os (meta)dados estejam registrados ou indexados num **mesmo sistema de busca**, garantindo sua acessibilidade centralizada (*FORCE11 – The FAIR Data Principles*, 2020; Jacobsen et al., 2020).

– Acessíveis:

Os protocolos e mecanismos de acesso, recuperação e autorizações sobre o uso da informação devem ser explicitamente definidos, abertos, gratuitos, universalmente implementáveis e acessíveis, mesmo quando os dados não estão mais disponíveis (*FORCE11 – The FAIR Data Principles*, 2020; Jacobsen et al., 2020). Uma maneira de garantir essa acessibilidade é mantê-los disponíveis por meio de um **sistema de recuperação** centralizado.

– Interoperáveis:

É necessário conectar todos os recursos digitais relacionados a um mesmo tópico ou entidade. Para isso, é importante utilizar uma linguagem formal, acessível, compartilhada e amplamente aplicável para a representação do conhecimento. Isso pode ser alcançado por meio do uso de vocabulários padronizados, como «thesauri» hierárquicos e especificações mais detalhadas de conhecimento, como modelos de dados e ontologias. Além disso, é essencial adotar um **sistema de representação** da informação comum para padronizar e interligar todos os dados existentes (Jacobsen et al., 2020; Nuninger et al., 2020).

– Reusáveis

Os dados e suas respectivas informações devem ser estruturados de forma que possam ser utilizados em diferentes situações. Para isso, é necessário contar com licenças que descrevam as condições nas quais os recursos podem ser utilizados, bem como a procedência de cada dado, permitindo assim rastrear sua respectiva fonte e atribuir os devidos créditos. Além disso, os dados devem ser bem descritos, de modo que cada agente possa determinar se são relevantes ou não para sua pesquisa ou reutilização. Por exemplo, nem todos os dados sobre monumentos já registrados são relevantes para estudos relacionados à classificação desses monumentos, uma vez que muitos deles podem não existir mais.

3.2.2. Abordagens Baseadas em Conhecimento

Nos últimos anos, o uso de ferramentas de gerenciamento de dados tem se tornado cada vez mais importante para representar informações de forma padronizada. Como resultado, surgiu um interesse crescente na criação de bases de conhecimento capazes de lidar com todo o conhecimento existente em um determinado domínio. Embora haja diferentes perspectivas sobre como tornar os dados FAIR (Jacobsen *et al.*, 2020), um aspecto comum é a necessidade de garantir que os dados estejam em um único sistema e que cada entidade, presente em diferentes conjuntos de dados, seja sempre interpretada da mesma maneira por todos os agentes (humanos ou máquinas). Além disso, é importante que os elementos desses dados, que se relacionam uns com os outros, possam ser compreendidos. Uma vez que a capacidade de representar relacionamentos parece ser um dos elementos chave, as tentativas parecem estarem focadas no uso de grafos de conhecimento, com enfoque principalmente no Resource Description Framework (RDF), que é a recomendação do World Wide Web Consortium (W3C) sobre como representar o conhecimento na Web em um formato acessível por máquina (Hiebel *et al.*, 2021; Jacobsen *et al.*, 2020).

Nesse sentido, diversos projetos têm-se dedicado ao tratamento de dados no campo do património cultural, como o ARIADNE Plus (baseado nos projetos ARIADNE, STAR, STELLAR e SENESCHAL financiados pelo AHRC anteriormente), EPISA e ARCHES. Estes têm como foco alcançar a interoperabilidade semântica por meio do uso de um modelo ontológico comum. Isso facilita a disponibilização de vocabulários como dados vinculados e permite que os usuários indexem seus dados usando terminologia controlada exclusiva e identificável de forma legível por máquina, enriquecida semanticamente e compatível com Linked Open Data. Em cada caso, o uso de um modelo ontológico comum e diferentes thesauri (por exemplo, ROSSIO, GEMET, Joconde, GETTY) tem sido empregado para padronizar a terminologia e a forma como as informações são representadas. Por outro lado, também tem sido observado um rápido desenvolvimento e surgimento de diversos grafos de conhecimento voltados para a representação de dados geoespaciais (Wang *et al.*, 2019), como o Geolink, Geonames, GNIS-LD, KnowWhereGraph, LinkGeoData, WorldKG, EarthCube, Ordnance Survey Linked Data, OpenCage e GeoKnow. Esses modelos permitem uma representação semân-

tica e a interconexão das entidades geoespaciais. Os avanços tecnológicos recentes têm facilitado a extração eficiente de informações vetoriais digitalizadas e sua transformação num formato que pode ser representado em grafos (Mai, Janowicz, *et al.*, 2022; Shbita *et al.*, 2022). Este modelo de representação da informação é mais adequado para uma função analítica do que transacional (Costa *et al.*, 2022). Atualmente, devido à existência de diferentes tipos de dados dispersos por várias associações e comunidades, cada uma definindo seus próprios padrões de representação de informações com base nos seus objetivos específicos, temos uma diversidade de modelos para representar esses dados. Por exemplo, o modelo ontológico OGC (GeoSPARQL) foi desenvolvido para o registro de informações geoespaciais, utilizando um formalismo adequado para tecnologias da web semântica (Hiebel, Doerr e Eide, 2017). Por outro lado, as definições relacionadas ao património cultural geralmente são representadas pelo CIDOC-CRM (Bekiari *et al.*, 2021). Ambas as ontologias estabelecem padrões para suas respectivas áreas e, quando aplicadas em conjunto, podem enriquecer os dados do património cultural com descrições precisas e bem definidas da localização e geometria dos objetos. Um exemplo disso é a extensão do CIDOC-CRM, conhecida como CRMgeo, que pode servir como uma ponte entre esses dois modelos (Doerr, Hiebel e Eide, 2013).

Os sistemas baseados em conhecimento desempenham um papel importante na execução de tarefas que envolvem a representação explícita de conhecimento para lidar com processos de codificação e inferência de informações (Alves *et al.* 2018). Nos últimos anos, os grafos de conhecimento têm recebido cada vez mais atenção, pois permitem a utilização de raciocínio ontológico para verificar a consistência dos dados, bem como a aplicação de raciocínio baseado em regras para inferir informações que não estão explicitamente expressas nos dados, ou seja, realizar inferência (Ferilli 2021). No entanto, embora haja um foco crescente no mapeamento de dados geoespaciais em grafos de conhecimento, poucos abordam a vinculação de dados de várias fontes ou a aplicação conjunta em várias áreas. Além disso, a integração de proxies arqueológicos e características da paisagem para auxiliar na automatização de sistemas de reconhecimento de estruturas complexas em cenas do mundo real, como pequenos monumentos arqueológicos, ainda é pouco explorada.

3.3. Porquê – Representar dados relacionados em um grafo de conhecimento

Os objetos geográficos podem ser definidos como entidades localizadas na superfície terrestre que possuem características distintas e podem variar em tamanho, como florestas, montanhas, rios, edifícios, entre outros. Os monumentos arqueológicos imóveis presentes na superfície terrestre, assim como os elementos paisagísticos, são exemplos de objetos geográficos que podem ser representados tanto por dados geoespaciais quanto por descrições semânticas. O uso de SIG permite a análise conjunta de dados, desde que esses possuam referências geográficas, porém estes muitas vezes carecem de informações semânticas detalhadas. Embora especialistas possam utilizar seu conhecimento de domínio para compreender as relações entre os objetos geográficos representados nas imagens, as máquinas não são capazes de utilizar este conhecimento de forma automatizada. A necessidade de um ambiente no qual o conhecimento de domínio possa ser compartilhado abertamente e acionado por máquina tem sido destacada na literatura (McKeague *et al.*, 2020). Os grafos de conhecimento são uma abordagem fundamental para a organização do conhecimento por meio de interconexões e formalização, apresentando-se como uma solução promissora para enfrentar os desafios relacionados à aquisição e integração de dados e seus respectivos conteúdos, bem como aos desafios semânticos em estudos geoespaciais em geral (Mai, Janowicz, *et al.*, 2022). Uma das vantagens deste sistema é sua capacidade de descobrir informações em grandes conjuntos de dados heterogêneos com base em seu conteúdo e relacionamentos, em contraste com buscas baseadas apenas em palavras-chave (Arvor *et al.*, 2013). Essa capacidade permite identificar um objeto específico e todos os elementos relacionados a ele. Por exemplo, especialistas investigando as possíveis causas do desaparecimento de monumentos megalíticos podem utilizar informações sobre monumentos arqueológicos registrados e mapas sobre a topografia. Dessa maneira, é possível restringir a busca aos tipos específicos de monumentos, como dolmens, e às características desejadas, como monumentos com estado de conservação definido como destruídos, e cruzar essas informações com dados topográficos, como o uso do solo, a fim de verificar se as mudanças nesse uso podem ter sido um fator contribuinte para o desaparecimento desses monumentos. Essa análise pode ser realizada em

poucos minutos, utilizando um único sistema que permite buscar, analisar e extrair informações.

Através de uma estrutura comum de representação é possível identificar relações, padrões e tendências que podem não ser evidentes numa análise superficial aos dados. Isso amplia a capacidade de inferir novos conhecimentos, gerar hipóteses e obter *insights* significativos a partir dos conjuntos de dados padronizados. Além disso, essas abordagens podem ser utilizadas como ferramentas de publicação, ajudando na padronização de terminologias e recuperação de informações, ao mesmo tempo em que facilitam e fortalecem a comunicação. Essa abordagem permite a integração dos dados de sensoriamento remoto em diferentes disciplinas, promovendo uma maior interação para discussão, compartilhamento e agregação de novos conhecimentos. Além da capacidade de adquirir, integrar, analisar, raciocinar e permitir a manutenção dos dados em um único sistema, destacam-se alguns dos motivos para o emprego destes modelos na representação conjunta de informações arqueológicas e geoespaciais:

1. Lidar com dados de domínios diferentes (fusão de conhecimento): Anteriormente, a produção de informações heterogêneas provenientes de diferentes softwares (por exemplo, processamento de imagens de sensoriamento remoto usando o ENVI, criação de mapas finais com o ArcGIS e descrição de objetos em bancos de dados e artigos científicos) exigia a manutenção e análise em locais separados. No entanto, agora é possível armazenar e analisar esses dados em um único local, independentemente de seu formato (Peng *et al.*, 2023). Por exemplo, informações textuais sobre um monumento podem ser relacionadas a dados cartográficos de uso do solo e imagens *raster* através da sua localização compartilhada ou pela designação do monumento representado, desde que as informações sejam semanticamente representadas.

2. Lidar com o conceito de mudança: Espaço e tempo são os elementos fundamentais na representação e organização do conhecimento em grafos de conhecimento. Num cenário que envolve uma rápida mudança da paisagem e diversos registros e cartografias que representam o espaço em diferentes períodos temporais (Arvor *et al.*, 2013; Mai, Huang, *et al.*, 2022), este modelo pode ser utilizado para lidar com o conceito de mudança. Dessa forma, podemos perceber as alterações ao lon-

go do tempo, como, por exemplo, casos em que um recurso se modifica – como um rio que inunda ou é alargado, transformando-se numa barragem e deixando de ser representado como uma linha, passando a ser representado como um polígono – ou monumentos que sofrem mudanças no seu estado de conservação entre duas pesquisas distintas.

3. Lidar com informações quantitativas e qualitativas: Ao lidarmos com informações heterogêneas, é necessário sermos capazes de as representar em conjunto, quer sejam qualitativas ou quantitativas, objetivas ou subjetivas (Arvor *et al.*, 2013). Por exemplo, podemos ter a descrição qualitativa dos objetos (classe, formato, material de construção e dimensão – com descrições como “monumento classificado como dólmen, com formato poligonal, feito de granito com grandes dimensões”) relacionadas às quantitativas (por exemplo, valor médio numa faixa espectral, informação do pixel ou segmento da imagem).

4. Lidar com conceitos vagos e difusos: As entidades geográficas são frequentemente caracterizadas por uma grande variedade de termos que se referem ao mesmo conceito, bem como por limites *fiat*¹³ e relacionamentos difusos, o que acarreta imprecisões nos conceitos geográficos derivados (Arvor *et al.*, 2013). Por exemplo, no caso do “Monte Everest”, nem sempre está claro quais partes pertencem ao próprio monte e quais pertencem às suas proximidades (Bittner e Smith, 2001). Ao estruturarmos as informações em forma de grafos, podemos lidar com as múltiplas interpretações dos objetos geográficos que coexistem devido às diferentes representações relacionadas da realidade.

5. Lidar com a representação de escalas: A representação dos objetos geográficos é comumente analisada por meio de imagens, sendo essa representação baseada na escala. A escala exerce influência sobre a granularidade da informação representada e a maneira como os elementos podem ser visualizados. Por exemplo, Arvor *et al.* (2013) mencionam que a “...‘rough’ texture at a fine spatial resolution can appear as ‘smooth’ at a coarse spatial resolution.” (Arvor *et al.*, 2013, p. 134). É possível realizar uma representação se-

mântica para cada análise realizada, a fim de capturar a essência do fenômeno estudado em diferentes escalas.

6. Lidar com a representação dos conceitos do mundo real e recursos de imagens: Permite a representação semântica dos objetos presentes em imagens (tanto em formato *raster* quanto vetorial) e sua conexão com os conceitos dos objetos geográficos existentes (Durand *et al.*, 2007; Mai, Huang, *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2022).

3.4. Interpretação automatizada de imagens.

Na análise de cenas complexas do mundo real para o reconhecimento de objetos em imagens, diversos parâmetros relacionados aos objetos podem ser considerados. Isso inclui características dos monumentos, dados topográficos e variações nas características das imagens, como a possibilidade de oclusão dos objetos representados, diferenças na iluminação, ponto de vista da imagem, escala, resolução e ruído. A maioria dos pesquisadores concentra-se em entidades bem definidas que auxiliam na identificação, com a detecção do objeto dependendo da interpretação do especialista, que relaciona os elementos visuais com conceitos conhecidos (Nuninger *et al.*, 2020). Por exemplo, sabe-se que, no Alentejo, os monumentos megalíticos geralmente estão próximos a corpos d’água, afloramentos rochosos e áreas com relevo, e fatores como sombra, presença de vegetação ou outras construções podem obstruir sua visualização (Câmara, 2017). Todos esses elementos são considerados durante a interpretação.

Os sistemas de visão biológica possuem a capacidade de identificar objetos conhecidos através de generalização e inferência. Tradicionalmente, o processo de interpretação de imagens atribui tipos de objetos geográficos aos objetos representados nas imagens. Os objetos representados nas imagens compõem uma região numa imagem digital, representada por pixels (valores numéricos) que se destacam e diferem do seu entorno. No entanto, devido ao aumento da quantidade de dados, a análise manual pode se tornar uma tarefa desafiadora quando o objetivo é reconhecer monumentos dispersos em grandes áreas geográficas. Para auxiliar nessa tarefa, foram introduzidas abordagens automatizadas. A detecção automatizada de sítios arqueológicos foi introduzida na década de 1990 por especialistas em sensoriamento remoto e, desde então, o interesse nessa área tem crescido. No entanto, a pesquisa tem-se

13. “Limites *fiat*” refere-se a objetos não naturais, ou seja, criados pela cognição humana, como as fronteiras políticas entre países.

concentrado em abordagens baseadas em aprendizagem automática através de métodos considerados de “caixa preta”, voltados para o reconhecimento de monumentos “fáceis” de serem identificados apenas com o uso dos dados que compõem a própria imagem (Davis, 2021; Ge *et al.*, 2022; Li, Ouyang e Zhang, 2022), deixando de lado as informações semânticas associadas aos monumentos.

Na análise de imagens baseada em objetos, o processo de relacionar objetos geográficos aos objetos presentes na imagem envolve duas etapas principais: segmentação e classificação. Na etapa de segmentação, a imagem é dividida em segmentos/regiões que possuem atributos semelhantes. Isso pode ser realizado, por exemplo, usando os valores das bandas espectrais extraídas dos possíveis objetos representados na imagem, que são conceitos de baixo nível. Na etapa de classificação, os segmentos extraídos são atribuídos às suas respectivas classes, que representam conceitos de alto nível, como tipos de vegetação e características dos monumentos. As etapas de segmentação e classificação são baseadas principalmente na capacidade de reconhecer e extrair características relevantes com base em dados de treinamento e/ou definições de parâmetros estabelecidos por especialistas. Essas características podem incluir elementos como geometria, textura, radiometria, adjacência e alinhamento (Arvor *et al.*, 2013). No entanto, existe uma falta de correspondência entre a informação semântica simbólica e as informações extraídas dos dados visuais. Esse problema é conhecido como lacuna semântica, referindo-se à falta de correspondência entre as informações que podem ser extraídas dos dados visuais e a interpretação que esses mesmos dados têm para um usuário.

A utilização de abordagens baseadas em conhecimento permite representar semanticamente o conhecimento especializado, expresso por conceitos de alto e baixo nível, de forma separada e relacionada. Isso possibilita a associação subsequente desses conceitos, utilizando para isso, por exemplo, mecanismos de inferência. Ao incorporar o conhecimento de domínio sobre o objeto e seu ambiente, juntamente com as informações extraídas dos dados visuais, é possível descrever as cenas presentes na imagem e efetivamente melhorar o reconhecimento, preenchendo a lacuna semântica entre os dados (Soylu *et al.*, 2017; Zlatoff, Bruno Tellez e and Atilla Baskurt, 2004). A abordagem consiste em classificar cada objeto reconhecido na imagem

como uma instância de uma classe específica no sistema de conhecimento, desde que o objeto atenda a todas as restrições definidas. Isso é alcançado através da formalização do conhecimento simbólico de domínio sobre um tipo de objeto e da definição de restrições para a atribuição correta do objeto a uma classe. Cada conceito no sistema de conhecimento é representado por um rótulo e um vetor de recursos, que atribui um conjunto de características ponderadas de como o objeto pode ser reconhecido. Dessa forma, os objetos reconhecidos podem ser associados às classes definidas no sistema (Amiri e Farah, 2019; Garozzo *et al.*, 2021; Nuninger *et al.*, 2020), e as informações são representadas de maneira interpretável, tanto por especialistas, como por máquinas.

A integração de toda a informação de forma relacionada num único sistema possibilita a extração do conhecimento sobre o objeto e identificação de padrões que podem ser utilizados para diferentes tarefas, como ajustar os parâmetros das abordagens automatizadas **antes** da análise por máquina, ou como um método para selecionar os locais com maior probabilidade de conter os objetos reconhecidos **depois** de devolvidos pelas abordagens automatizadas. A capacidade de inferência humana em adquirir atributos e características dos objetos na imagem é uma das vantagens das aplicações baseadas em conhecimento, pois permite fornecer uma contextualização semântica a dados que, por si só, não a possuem, de modo a melhorar a precisão das abordagens automatizadas. Abordagens híbridas, que integram métodos orientados a dados e abordagens orientadas ao conhecimento, podem ser o futuro do reconhecimento automatizado.

Por fim, é importante ressaltar que, em qualquer método de reconhecimento automatizado, o resultado é uma imagem segmentada com potenciais características arqueológicas que requerem verificação manual pelo intérprete. O objetivo do uso do conhecimento é melhorar a precisão da análise – reduzindo a quantidade de falsos positivos¹⁴ e, consequentemente, também a quantidade de dados a serem analisados manualmente, de modo a economizar

14. Falsos positivos são resultados ou diagnósticos incorretos que indicam a presença de algo que na realidade não está presente. Isso pode levar a conclusões equivocadas ou ações desnecessárias. O termo “falsos positivos” é amplamente utilizado em diferentes contextos, como análise de dados e classificação.

tempo, que pode ser direcionado para problemas de interpretação mais complexos.

4. CONCLUSÃO

O uso de abordagens baseadas em conhecimento, quando implementadas de acordo com o princípio FAIR, tem a capacidade de lidar com dados heterogêneos ao capturar a semântica de dados dispersos e representar o conhecimento de forma eficiente, permitindo a padronização. Essa abordagem é essencial quando o objetivo é relacionar dados registrados e mantidos por comunidades distintas. Essas abordagens são frequentemente empregadas para executar tarefas usando uma forma explícita de representação de conhecimento, que lida com processos de codificação e inferência de informações. Isso é alcançado por meio do conhecimento especializado codificado como regras, que permite uma abordagem humanista para contextualizar os dados.

Neste trabalho, argumentamos que a vinculação de informações arqueológicas com dados geoespaciais num modelo de representação baseado em conhecimento pode tornar o conhecimento de domínio existente acionável por máquina, o que, consequentemente, pode auxiliar a pesquisa do especialista usando abordagens de reconhecimento automatizado. Concluímos que essa abordagem possui o potencial de aumentar a capacidade de descoberta de informações em conjuntos de dados volumosos, com base no conteúdo das informações. Isso representa uma linha de futuro promissora para tornar os dados acionáveis por máquina.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho foi parcialmente financiada por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P. no âmbito dos projetos UIDB/04466/2020 e UIDP/04466/2020 através da bolsa de estudos UI/BD/151495/2021.

REFERÊNCIAS

AMIRI, Khitem; FARAH, Mohamed (2019) – Graph of Concepts for Semantic Annotation of Remotely Sensed Images based on Direct Neighbors in RAG. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 44:6. pp. 551-574. doi: <https://doi.org/10.1080/07038992.2019.1569507>.

ARVOR, Damien; DURIEUX, Laurent; ANDRÉS, Samuel & LAPORTE, Marie-Angélique (2013) – Advances in Geo-

graphic Object-Based Image Analysis with ontologies: A review of main contributions and limitations from a remote sensing perspective. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 82. pp. 125-137. doi: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.05.003>.

ARVOR, Damien; BELGIU, Mariana; FALOMIR, Zoe; MOUGENOT, Isabelle & DURIEUX, Laurent (2019) – Ontologies to interpret remote sensing images: Why do we need them? *GIScience and Remote Sensing*, 56:6. pp. 911-939. doi: <https://doi.org/10.1080/15481603.2019.1587890>.

BEKIARI, Chryssoula; BRUSEKER, George; DOERR, Martin; ORE, Christian-Emil; STEAD, Stephen; VELIOS Athanasios, eds. (2021) – *Volume A: Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model*.

BITTNER, Thomas; SMITH, Barry (2001) – Granular partitions and vagueness. *Em Proceedings of the international conference on Formal Ontology in Information Systems*. pp. 309-320. doi: <https://doi.org/10.1145/505168.505197>.

DAVIS, Dylan (2021) – Theoretical repositioning of automated remote sensing archaeology: Shifting from features to ephemeral landscapes. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, 4:1. pp. 94-109. doi: <https://doi.org/10.5334/jcaa.72>.

DAVIS, Dylan (2020) – Defining what we study: The contribution of machine automation in archaeological research. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 18. doi: <https://doi.org/10.1016/j.daach.2020.e00152>.

DOERR, Martin; HIEBEL, Gerald; EIDE, Øyvind (2013) – *CRMgeo: Linking the CIDOC CRM to GeoSPARQL through a Spatiotemporal Refinement*.

DURAND, Nicolas; DERIVAUX, Sébastien; FORESTIER, Germain; WEMMERT, Cédric; GANÇARSKI, Pierre; BOUSSAID, Omar, & PUISSANT, Anne (2007) – Ontology-based object recognition for remote sensing image interpretation. *International Conference on Tools with Artificial Intelligence, ICTAI*, 1. pp. 472-479. doi: <https://doi.org/10.1109/ICTAI.2007.111>.

EHRLINGER, Lisa & WÖSS, Wolfram (2016) – Towards a Definition of Knowledge Graphs. *SEMANTICS* (Posters and Demos Track).

FERILLI, Stefano (2021) – Integration Strategy and Tool between Formal Ontology and Graph Database Technology. *Electronics*, 10:21. p. 2616. doi: <https://doi.org/10.3390/electronics10212616>.

GAROZZO, Raissa; SANTAGATI, Cettina; SPAMPINATO, Concetto & VECCHIO, Giuseppe. (2021) – Knowledge-based generative adversarial networks for scene understanding in Cultural Heritage. *Journal of Archaeological Science*, 35. doi: <https://doi.org/10.1016/J.JASREP.2020.102736>.

GARTNER, Richard (2017) – *Metadata: Shaping Knowledge from Antiquity to the Semantic Web*. pp. 1-114. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-40893-4>.

GE, Yong; ZHANG, Xining; ATKINSON, Peter M., STEIN, Alfred, LI, Lianfa. (2022) – Geoscience-aware deep learn-

- ning: A new paradigm for remote sensing. *Science of Remote Sensing*, 5:100047. doi: <https://doi.org/10.1016/J.SRS.2022.100047>.
- GRUBER, Thomas R (1993) – A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5:2. doi: <https://doi.org/10.1006/knac.1993.100>.
- GUARINO, Nicola & GIARETTA, Pierdaniele (1995) – Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification. *Towards Very Large Knowledge Bases*.
- HIEBEL, Gerald; DOERR, Martin & EIDE, Øyvind (2017) – CRMgeo: A spatiotemporal extension of CIDOC-CRM. *International Journal on Digital Libraries*, 18:4. pp. 271-279. doi: <https://doi.org/10.1007/S00799-016-0192-4/FIGURES/6>.
- HIEBEL, Gerald; GOLDENBERG, Gert; GRUTSCH, Caroline; HANKE, Klaus & STAUDT, Markus (2021) – FAIR data for prehistoric mining archaeology. *International Journal on Digital Libraries*, 22:3. pp. 267-277. doi: <https://doi.org/10.1007/s00799-020-00282-8>.
- JACOBSEN, Annika; AZEVEDO, Ricardo de Miranda; JUTY, Nick; BATISTA, Dominique; COLES, Simon; CORNET, Ronald; COURTOT, Mélanie; CROSAS, Mercè; DUMONTIER, Michel; EVELO, Chris T.; GOBLE, Carole; GUZZARDI, Giancarlo; HANSEN, Karsten Kryger; HASNAIN, Ali; HETTNE, Kristina; HERINGA, Jaap; HOOFT, Rob W. W.; IMMING, Melanie; JEFFERY, Keith G.; KALIYAPERUMAL, Rajaram; KERSLOOT, Martijn G.; KIRKPATRICK, Christine R.; KUHN, Tobias; LABASTIDA, Ignasi; MAGAGNA, Barbara; MCQUILTON, Peter; MEYERS, Natalie; MONTESANTI, Annalisa; VAN REISEN, Mirjam; ROCCA-SERRA, Philippe; PERGL, Robert; SANSONE, Susanna-Assunta; SANTOS, Luiz Olavo Bonino da Silva; SCHNEIDER, Juliane; STRAWN, George; THOMPSON, Mark; WAAGMEESTER, Andra; WEIGEL, Tobias; WILKINSON, Mark D.; WILLIGHAGEN, Egon L.; WITTENBURG, Peter; ROOS, Marco; MONS, Barend & SCHULTES, Erik. (2020) – FAIR Principles: Interpretations and Implementation Considerations. *Data Intelligence*, 2:1-2. pp. 10-29. doi: https://doi.org/10.1162/DINT_R_00024.
- LI, Yansheng; OUYANG, Song & ZHANG, Yongjun (2022) – Combining deep learning and ontology reasoning for remote sensing image semantic segmentation. *Knowledge-Based Systems*, 243:108469. doi: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2022.108469>.
- MAGNINI, Luigi ; BETTINESCHI, Cinzia (2019) – Theory and practice for an object-based approach in archaeological remote sensing. *Journal of Archaeological Science*, 107. pp. 10-22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2019.04.005>.
- MAI, Gengchen; HUANG, Weiming; CAI, Ling; ZHU, Rui; & LAO, Ni (2022) – Narrative Cartography with Knowledge Graphs. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, 6:4. doi: <https://doi.org/10.1007/s41651-021-00097-4>.
- MAI, Gengchen; JANOWICZ, Krzysztof; HU, Yingjie; GAO, Song; YAN, Bo; ZHU, Rui; CAI, Ling; & LAO, Ni (2022) – A review of location encoding for GeoAI: methods and applications. *International Journal of Geographical Information Science*, 36:4. doi: <https://doi.org/10.1080/13658816.2021.2004602>.
- MCKEAGUE, Peter; CORNS, Anthony; LARSSON, Åsa; MOREAU, Anne; POSLUSCHNY, Axel; DAELE, Koen Van & EVANS, Tim (2020) – One Archaeology: A Manifesto for the Systematic and Effective Use of Mapped Data from Archaeological Fieldwork and Research. *Information* 2020, 11:4. p. 222. doi: <https://doi.org/10.3390/INFO11040222>.
- NUNINGER, Laure; OPITZ, Rachel; VERHAGEN, Philip; ROUGE, Thérèse Libourel; LAPLAIGE, Clément; LETURCQ, Samuel; LE VOGUER, Nathanaël; FRUCHART, Catherine; KOKALJ, Ziga; & RODIER, Xavier (2020) – Developing FAIR Ontological Pathways: Linking Evidence of Movement in Lidar to Models of Human Behaviour. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, 3:1. pp. 63-75. doi: <https://doi.org/10.5334/jcaa.46>.
- PENG, Ciyuan; XIA, Feng; NASERIPARSA, Mehdi; & OSBORNE, Francesco (2023) – Knowledge Graphs: Opportunities and Challenges. *Artificial Intelligence Review*. pp. 1-32. doi: <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10465-9>.
- SEN, Shilad; SWOAP, Anja Beth; LI, Qisheng; BOATMAN, Brooke; DIPPENAR, Ilse; GOLD, Rebecca; NGO, Monica; PUJOL, Sarah; JACKSON, Bret; & HECHT, Brent (2017) – Cartograph: Unlocking thematic cartography through semantic enhancement. *International Conference on Intelligent User Interfaces, Proceedings IUI*. pp. 179-190. doi: <https://doi.org/10.1145/3025171.3025233>.
- SHBITA, Basel; KNOBLOCK, Craig A.; DUAN, Weiwei; CHIANG, Yao-Yi; UHL, Johannes H.; & LEYK, Stefan (2022) – Building spatio-temporal knowledge graphs from vectorized topographic historical maps. *Semantic Web*, 14:3. pp. 527-549-23. doi: <https://doi.org/10.3233/SW-222918>.
- SOYLU, Ahmet; GIESE, Martin; JIMENEZ-RUIZ, Ernesto; KHARLAMOV, Evgeny; ZHELEZNYAKOV, Dmitriy; & HORROCKS, Ian (2017) – Ontology-based end-user visual query formulation: Why, what, who, how, and which? *Universal Access in the Information Society*, 16. pp. 435-467. doi: <https://doi.org/10.1007/s10209-016-0465-0>.
- VERDONCK, Lieven; SMEDT, Philippe DE; VERHEGGE, Jeroen (2019) – Making sense of anomalies: Practices and challenges in the archaeological interpretation of geophysical data. *Innovation in Near-Surface Geophysics: Instrumentation, Application, and Data Processing Methods*. pp. 151-194. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812429-1.00006-4>.
- VOGT, Lars (2021) – FAIR data representation in times of eScience: a comparison of instance-based and class-based semantic representations of empirical data using phenotype descriptions as example. *Journal of Biomedical Semantics*, 12:1. doi: <https://doi.org/10.1186/s13326-021-00254-0>.
- WANG, Shu; ZHANG, Xueying; YE, Peng; DU, Mi; LU, Yanxu & XUE, Haonan (2019) – Geographic Knowledge Graph

(GeoKG): A Formalized Geographic Knowledge Representation. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8:4. p. 184. doi: <https://doi.org/10.3390/IJGI8040184>.

ZHANG, Xueying; HUANG, Yi; ZHANG, Chunju; & YE, Peng (2022) – Geoscience Knowledge Graph (GeoKG): Development, construction and challenges. *Transactions in GIS*, 26:6. pp. 2480-2494. doi: <https://doi.org/10.1111/TGIS.12985>.

ZLATOFF, Nicolas; TELLEZ, Bruno & ATILLA, Baskurt (2004) – Image understanding and scene models: a generic framework integrating domain knowledge and gestalt theory. *In the International Conference on Image Processing*. doi: <https://doi.org/10.1109/ICIP.2004.1421573>.

WEBSITE

[ARIADNE] – ARIADNE: The Way Forward to Digital Archaeology in Europe. Disponível em URL: <https://arachne.dainst.org/project/ariadne>. Acesso em: 5 de Junho de 2023.

[FORCE11] – The FAIR Data Principles. Disponível em URL: <https://force11.org/info/the-fair-data-principles/> Acesso em: 31 de Janeiro de 2023.

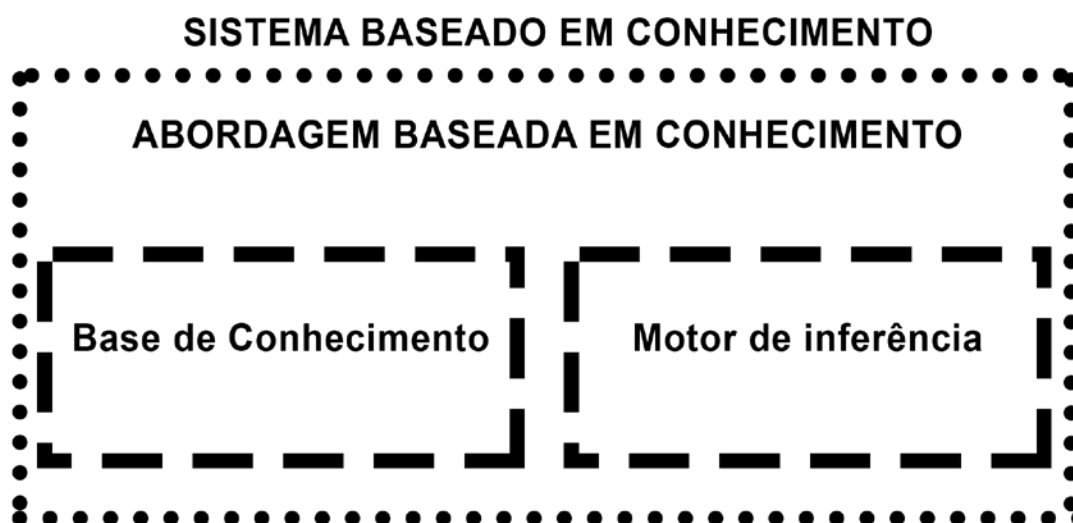


Figura 1 – Estrutura de um grafo de conhecimento.

Big Data: Big data é um termo utilizado para descrever conjuntos de dados massivos, variados e complexos (Sagiroglu & Sinanc 2013).

Bases de Conhecimento: Conjunto de dados puramente semântico, estruturados de maneira formal, podendo conter diferentes tipos de conhecimento, por exemplo, regras, fatos, axiomas, definições, declarações e primitivas (Ehrlinger e Wöß, 2016).

Grafos de conhecimento: Refere-se à representação dos dados reais num sistema capaz de realizar um cálculo sobre os dados para encontrar padrões e/ou extrair novos conhecimentos, com base no conhecimento representado e em regras previamente definidas. Este modelo, por sua vez, pode obedecer a uma estrutura definida por ontologias (veja mais abaixo para uma breve definição do termo ontologia) para representar os dados reais, sendo assim uma estrutura focada nas instâncias dos metadados. Ferilli 2021 define grafos de conhecimento como: ontologia + dados = Grafo de conhecimento (Ferilli, 2021). Aqui incluímos a necessidade de existir um motor de inferência (veja mais abaixo para uma breve definição do termo motor de inferência) para analisar as informações (Ehrlinger e Wöß, 2016).

(Meta)dados: Metadados referem-se às informações que descrevem os dados – não detalhes pessoais ou específicos de conteúdo, mas sim dados sobre os dados (Gartner, 2017). Por outro lado, o termo “(meta)dados” é utilizado aqui para se referir tanto aos dados em si quanto aos metadados.

Motor de inferência (Reasoner): Mecanismo usado para inferir conhecimento implícito de conhecimento explícito (Arvor *et al.*, 2013).

Ontologia: Uma ontologia pode ser vista como uma descrição formal do conhecimento através de um conjunto de conceitos dentro de um domínio e das relações que existem entre eles. Por vezes, é vista como “esquema” a que os dados devem obedecer ao serem representados (estrutura focada nos metadados) (Gruber, 1993; Guarino e Giaretta, 1995; Vogt, 2021), apesar de também poder conter instâncias (a população da ontologia).

Thesauri: Modelo de catálogo hierárquico de palavras que define vocabulários controlados numa esfera particular do conhecimento (Gartner, 2017);

Tabela 1 – Glossário



AAP
ASSOCIAÇÃO
DOS ARQUEÓLOGOS
PORTUGUESES

MAC
MUSEU
ARQUEOLÓGICO
DO CARMO

 **REPÚBLICA
PORTUGUESA
CULTURA**

1 2 9 0 

FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA


INSTITUTO
ARQUEOLÓGICO
DIREÇÃO - FACULDADE DE LETRAS - UO
PALÁCIO DE SUB-RIPAS


**CENTRO DE
ESTUDOS INTERDISCIPLINARES**
CEIS30 | Universidade de Coimbra

 **Centro de Estudos
em Arqueologia,
Artes
e Ciências do Património**
UI&D 281

fct
Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia
UIDB/0046/2020

Apoio Institucional:

**PATRIMÓNIO
CULTURAL**
Departamento do Património Cultural

 **MUSEU NACIONAL
DE MACHADO DE CASTRO**

Coimbra

 **seminário
maior de coimbra**