

# SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADO À PALEONTOLOGIA

## Geographic Information System Applied to Paleontology

André Mano<sup>1</sup>, Bruno Camilo Silva<sup>1</sup>, Adán Pérez García<sup>1,2,3</sup>, Elisabete Malafaia<sup>1,6,7</sup>, Fernando Escaso<sup>1,2,5</sup>, Francisco Ortega<sup>1,4</sup>, Margarida Vicente<sup>1</sup> & José dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Paleontologia e Paleoecologia da ALT-Sociedade de História Natural. Apart. 25, 2564-909, Torres Vedras, Portugal; E-mail: andre.s.mano@gmail.com

<sup>2</sup>Unidad de Paleontología. Universidad Autónoma de Madrid;

<sup>3</sup>Universidad Complutense de Madrid;

<sup>4</sup>Facultad de Ciencias. UNED. Madrid;

<sup>5</sup>Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha. Cuenca;

<sup>6</sup>Laboratório de História Natural da Batalha;

<sup>7</sup>Museu Nacional de História Natural (Universidade de Lisboa)

### RESUMO

O recente desenvolvimento e até «democratização» de software SIG (Sistemas de Informação Geográfica) abriram toda uma série de perspectivas e novas abordagens, conferindo possibilidades infinitas de aplicação aos mais variados fenómenos e campos do conhecimento. No caso da Paleontologia, o desafio torna-se particularmente interessante devido ao pioneirismo que reveste qualquer tentativa de usar um SIG como ferramenta de apoio. O presente artigo aborda alguns dos objectivos, desafios e potenciais mais-valias que um SIG pode trazer à Paleontologia no que concerne à gestão de colecções e respectivas jazidas, ao mesmo tempo que convida a comunidade científica a contribuir para o aperfeiçoamento dos critérios que devem presidir à criação de um SIG aplicado à Paleontologia.

**Palavras-Chave:** SIG, Paleontologia, Gestão, Riscos, georeferenciação

### ABSTRACT

Recent developments and “democratization” of GIS (Geographic Information System) software have allowed infinite new perspectives and approaches on what GIS may do when applied to the various fields of human knowledge. As for Paleontology this challenge is particularly interesting because any attempt to use GIS as a support tool will always, given the few attempts known, be one of the first approaches to the subject. This work pretends to give an approach on some of the objectives, challenges and potential gains that a GIS may bring to managing policies concerning paleontology collection and associated deposits. Also, it’s an invitation to all scientific community to contribute for the perfecting of criteria that should be contemplated when creating a GIS applied to Paleontology.

**Keywords:** GIS, Paleontology, Management, Risks, Georeferencing

## ENQUADRAMENTO

A inventariação é a primeira forma de valorização de qualquer património, e o património paleontológico não é excepção. Mas, e se essa inventariação fosse, ao mesmo tempo, o primeiro passo para algo mais abrangente? Foi este o desafio que a ALT – Sociedade de História Natural (ALT-SHN) abraçou quando definiu as políticas de gestão das colecções paleontológicas que estão à sua guarda.

Estas colecções, representativas de mais de 300 jazidas oriundas de toda a zona Oeste de Portugal, numa faixa que se estende pelos concelhos de Torres Vedras à Nazaré (Fig.1) representam não só um desafio de inventariação mas principalmente um desafio a nível de estratégias de gestão e monitorização.



**Figura 1.** Âmbito geográfico das jazidas representadas nas colecções da ALT-SHN

Grande parte destas jazidas apenas é conhecida dos dois colectores que as identificaram ao longo dos últimos 20 anos – o Sr. José Joaquim dos Santos, e o senhor Luís Paulo, que reuniram um acervo considerável, conhecido como “Colecção José Joaquim”. As jazidas identificadas por estes dois autodidactas carecem de informação básica de natureza geográfica e estratigráfica, nomeadamente no que concerne à sua localização exacta. E é aqui que entra a tecnologia SIG. Uma vez que é necessário fazer a georeferenciação de todas as jazidas, porque não aproveitar esse trabalho e partir para a concepção de um sistema de gestão baseado e aproveitando as reconhecidas potencialidades da tecnologia SIG (Queen & Blin, 1993) para gerir recursos e património disperso?

## ALGUNS EXEMPLOS

A tecnologia SIG está intimamente relacionada, na sua génese, a projectos de ordenamento do território e de gestão florestal (Bettinger & Wing, 2009) Mais recentemente o potencial das técnicas de análise e modelação espacial começou a ser explorado por cada vez mais áreas do conhecimento, sendo de destacar, do ponto de vista da paleontologia, o exemplo da arqueologia. Com efeito, a arqueologia tem feito uso de tecnologia SIG para, não só construir bases de dados, mas também identificar zonas de potencial arqueológico com base em padrões de deposição e dispersão previamente identificados, igualmente com recurso a tecnologia SIG (Santos, 2006)

Já no que à paleontologia diz respeito, têm sido feitas algumas abordagens na aplicação de tecnologia GPS e de software SIG no levantamento, mapeamento e registo de trabalhos de escavação de jazidas, nomeadamente na zona de Como Bluff (Thomas *et al.*, 2004).

Outra abordagem é o uso destas tecnologias para fazer inventários e produzir mapas. Um excelente exemplo deste tipo de abordagem é o “Miomap” (Miocene Mammal Mapping Project), um projecto inovador que pretende compreender, através de dados bio-geográficos, de que forma as alterações ambientais ocorridas durante o Miocénico afectaram os mamíferos deste período. Uma breve visita ao sítio do projecto (<http://www.ucmp.berkeley.edu/miomap/>) permite, entre outras

coisas, ver um mapa com informação resultante da intensa recolha de informação e consequente construção de um inventário.

## OBJECTIVOS E PERTINÊNCIA

O principal desafio que preside à implementação de um SIG para apoiar a gestão e supervisão de jazidas paleontológicas prende-se com a escolha dos indicadores geográficos, humanos e climáticos que queremos que o nosso SIG contemple de forma a constituir-se como uma ferramenta realmente útil.

Esta é a fase crucial do processo, porque da pertinência e qualidade dos dados de *input* que iremos utilizar, dependerá, em grande medida, a qualidade e fiabilidade dos *outputs* resultantes dos *queries* (inquéritos) a que a informação será submetida quando o sistema estiver pronto. Por outras palavras, “*Garbish In, Garbish Out!*”

De forma a definir critérios para a escolha dos indicadores a considerar temos primeiro que definir os objectivos do nosso SIG. No caso do projecto em curso na ALT-SHN, o SIG foi pensado para dar resposta aos seguintes objectivos:

- 1- Identificar áreas de risco paleontológico (zonas de forte erosão ou de intensa actividade humana actual ou prevista);
- 2- Mapear a localização das jazidas paleontológicas;
- 3- Identificar padrões de deposição;
- 4- Produzir cartas paleontológicas para apoio à investigação científica e à definição de políticas de gestão.

Para que o SIG possa dar resposta a estes pontos, a informação a integrar (cartas topográficas, hidrológicas, ortofotomapas, Plano Director Municipal entre outras) terá de ser seleccionada em função dos indicadores que permitem integrar. A selecção dos elementos a ter em conta ainda não está decidida, pelo que não nos alongaremos mais neste ponto.

## CARTA DE RISCO PALEONTOLÓGICO DA FREGUESIA DE S. PEDRO DA CADEIRA (TORRES VEDRAS)

Impõe-se agora apresentar um exemplo do potencial da tecnologia SIG para as questões

relacionadas com a gestão de jazidas paleontológicas. Falamos da “Carta de Risco Paleontológico da Freguesia de S. Pedro da Cadeira (Torres Vedras, Portugal)”. Na realidade trata-te acima de tudo de um primeiro ensaio metodológico acerca dos critérios e respectiva hierarquização dos critérios que devem presidir à elaboração de uma “Carta de Risco”

O primeiro passo consistiu na escolha da

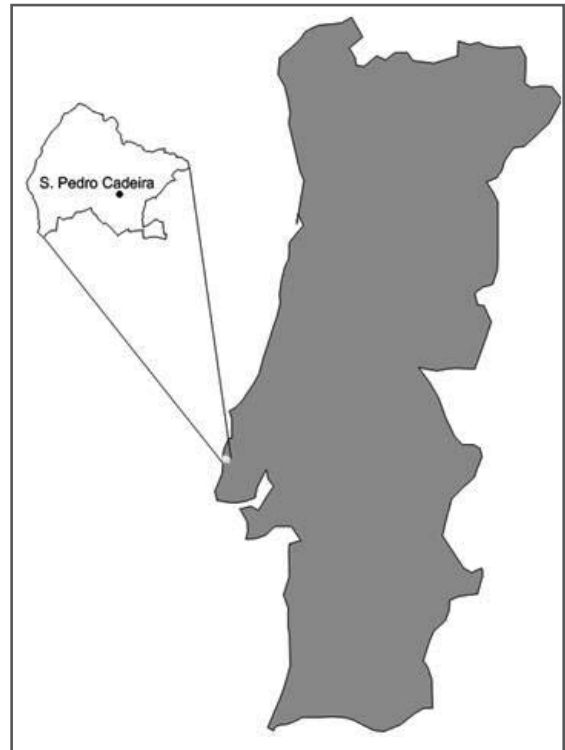


Figura 2. Localização da freguesia de S. Pedro da Cadeira

informação cartográfica de base a considerar. Esta consistiu na Carta Geológica de Portugal (folha 30C) e no Plano Director Municipal de Torres Vedras, ambos em formato digital.

Seguidamente procedeu-se à escolha dos indicadores que seriam tidos em conta no SIG, agrupando-os em dois grupos: indicadores humanos (factores de risco) e indicadores naturais (Formação/membros Geológicos). A premissa básica adoptada por este ensaio foi a de que o maior risco para as jazidas paleontológicas advém das actividades humanas que afectam os solos (escavações, aterros, terraplanagens, extracção, etc).

Partindo destas premissas foram então definidos e hierarquizados, em função do grau de

afecção do solo que potenciam, os indicadores a integrar no SIG. Tendo por base o Plano Director Municipal de Torres Vedras, foram então seleccionados 5 indicadores que, potencialmente, representam risco de destruição do património paleontológico tendo em conta o tipo de trabalhos/obras que por vezes implicam.

### **Risco Elevado**

**A. Área de Extração** – zonas de extração de matérias-primas (areias, pedra, outras). Estes trabalhos implicam escavações intensivas em profundidade e em área.

**B. Área Industrial Proposta** – zonas destinadas à instalação de indústrias. As obras de instalação de uma determinada indústria incluem necessariamente trabalhos de escavação para alicerces mais ou menos profundos em função da estrutura a construir.

**C. Área de Equipamento Proposto** – espaços reservados à construção de equipamentos públicos (gimnodesportivos, teatros, bibliotecas, entre outros), que poderão implicar escavações consideráveis em área.

### **Risco Médio**

**D. Área de Urbanização Proposta** – tendo em conta que se trata de uma freguesia rural não é permitida o crescimento em altura, pelo que os alicerces de novos edifícios não deverão ser, em princípio, particularmente profundos.

### **Risco Baixo**

**E. Estradas** – embora não estejam previstas construções de novos troços de estradas na área em estudo, poderão haver trabalhos de manutenção e alargamento da rede existente, o que poderá também implicar remoções de terras. Assim, optou-se por considerar como zona de risco toda uma faixa que se estende por 15m para cada lado das estradas, pois no caso de obras de manutenção ou de acerto de traçado, estas podem vir a ser zonas onde operem máquinas industriais com a consequente afecção de solos.

Importa também considerar as unidades

geológicas sobre as quais se desenvolvem as actividades humanas. O reconhecimento destas unidades, conjuntamente com as espécies fósseis associadas a estes estratos, constitui uma informação da máxima importância, na medida em que definem a que tipo de vestígios se deve estar mais atento, aquando do trabalho no terreno. Na área em estudo existem essencialmente dois membros geológicos (Hill, 1988), formadas durante o Jurássico superior:

**A. Titoniano-Membro da Assenta** – Fácies essencialmente salobras e marinhas. Fürsich (1981) interpretou a sequência como um sistema de distributários de delta a descarregar para um mar pouco profundo com baías e lagoas protegidas. A presença de rizoconcreções nos paleossolos pouco desenvolvidos e a preservação de detritos vegetais indicam que as áreas emersas ou pantanosas do sistema estavam claramente cobertas por vegetação. As fácies de siltitos e arenitos finos são particularmente ricas em fósseis. Consistem em siltitos verdes ou cinzentos e arenitos finos, ricos em bivalves, que estão frequentemente preservados apenas como frágeis impressões. Determinados níveis são constituídos quase exclusivamente por bivalves *Isognomon lusitanicum* e ostreídeos (Zbyzewski, 1955). Algumas valvas apresentam incrustações de anelídeos poliquetas. Menos comuns, mas presentes, são alguns gastrópodes e o bivalve *Myophorella lusitanicum*. Em adição surgem as radiolas do equinídeo cidaroide *Pseudocidaris*, indicadores de condições salobras. Para além dos invertebrados acima referidos encontram-se restos de vertebrados, nomeadamente peixes, tartarugas, crocódilomorphos e dinossáurios, entre outros.

**B. Kimmeridgiano-Membro da Praia Azul** – É caracterizado por fácies predominantemente continentais, com alguns níveis marinhos intercalados. Esta sucessão de fácies sugere um ambiente de deposição que consistiu numa extensa planície aluvionar, caracterizada por rios de sinuosidade moderada e por lagos efémeros, dependentes das incursões marinhas. Os níveis continentais são extremamente ricos em restos de vegetais e vertebrados, com especial destaque para os restos dinossáurios, directos e indirectos. Os níveis marinhos, não menos importantes,

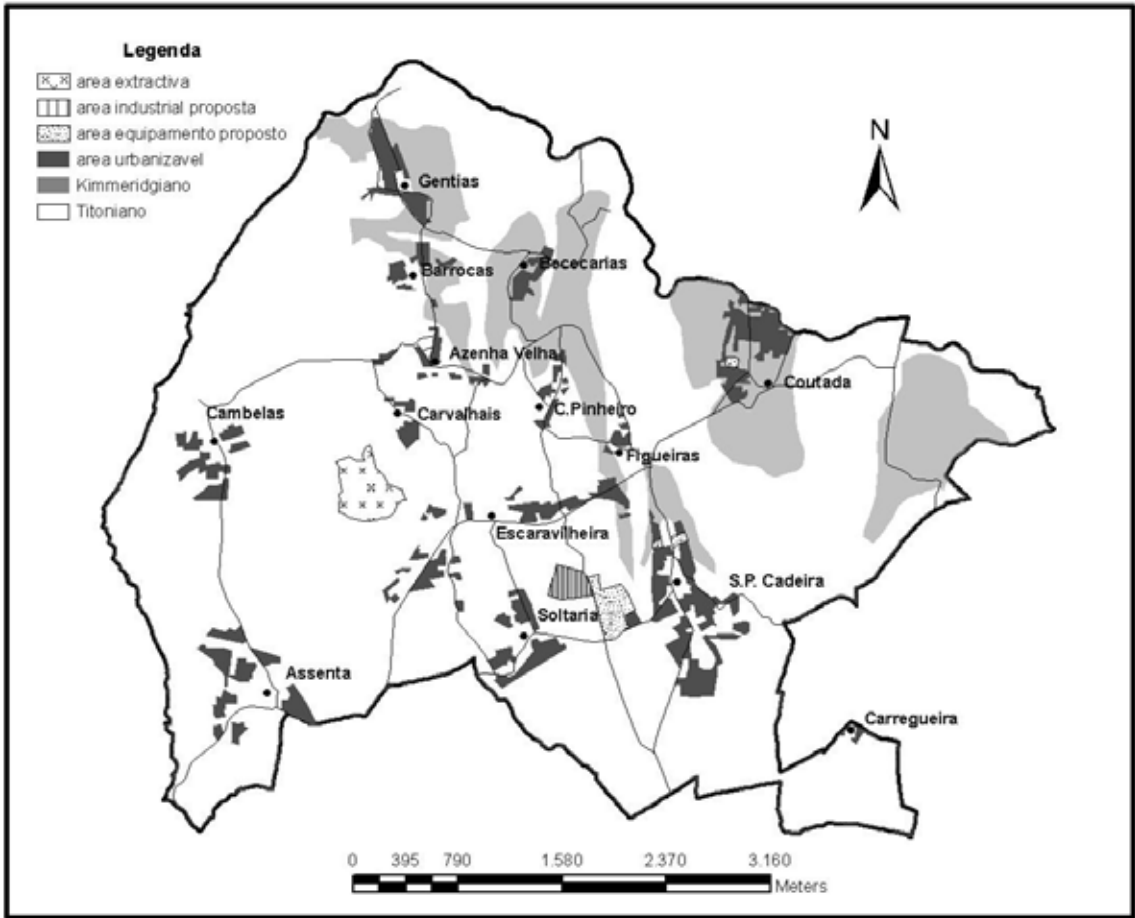


Figura 3. Freguesia de S. Pedro da Cadeira: carta de riscos.

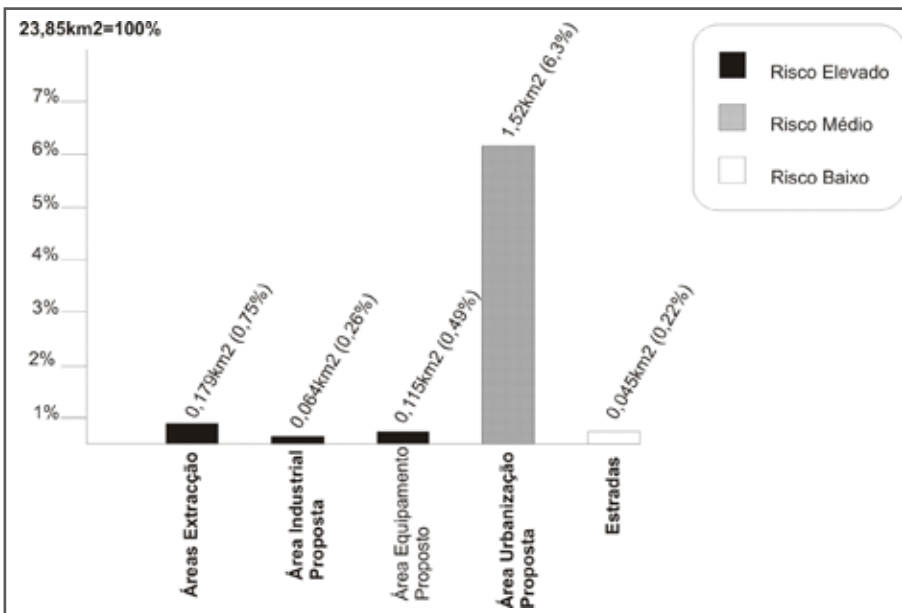


Figura 4. Gráfico das percentagens de risco para a freguesia de S. Pedro da Cadeira.

apresentam uma fauna muito rica e diversificada em que predominam os fósseis de invertebrados. Encontra-se desde corais, ostreídeos, gastrópodes, foraminíferos, ostracodos, simples radiólas de equinídeos cidaroides, restos de Peixes ou de tartarugas, etc...

Uma vez processada toda esta informação com software próprio obteve-se um mapa (Fig.3) e um gráfico (Fig.4) das zonas mais sensíveis, bem como a respectiva quantificação.

O mapa obtido permitirá apoiar decisões estratégicas no que concerne a políticas de gestão, nomeadamente áreas prioritárias de prospecção e monitorização de forma a mitigar os riscos existentes.

A isto acresce a vantagem de se poder quantificar e a partir daí proceder a análises estatísticas dos dados obtidos. Neste caso constata-se que 8,1% do território em estudo apresenta algum risco de destruição de jazidas decorrente de actividades humanas. Este tipo de informação pode ser especialmente útil na programação de trabalhos de prospecção, de análise da situação no terreno, ou até intervenção de emergência como medida de mitigação. Ao sabermos quais as zonas mais sensíveis, e que área representam, podemos programar mais eficazmente o trabalho de campo, obtendo assim ganhos substanciais em termos de eficiência na utilização e alocação de recursos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exemplo que aqui foi descrito sucintamente torna evidente a necessidade urgente de definir quais os critérios que devem definir a natureza dos factores de risco paleontológicos. No caso apresentado, os únicos factores de risco contemplados basearam-se em indicadores relacionados com actividades humanas, e não foram tidos em conta indicadores naturais (ex. erosão das arribas).

Há toda uma infinidade de indicadores que podem ser tidos em conta para definir classes e critérios de risco – regimes pluviométricos, declives, erosão dos solos, factores geológicos, a lista é extensa. No entanto, como aqui foi sublinhado, a escolha dos critérios tem de partir dos objectivos que se pretende alcançar.

Assumindo que qualquer SIG aplicado

à gestão de jazidas paleontológicas terá como objectivos os aqui enunciados (ver *objectivos e pertinência*), o conjunto de critérios a adoptar, será definido, necessariamente, em função de contribuições de toda a comunidade científica, numa lógica multidisciplinar e de partilha de métodos e conhecimento.

Assim, terminamos com um convite a toda a comunidade científica no sentido de contribuir, com o seu conhecimento e experiência na definição dos critérios e indicadores que devem ser inseridos num SIG de forma a ir de encontro aos objectivos enunciados.

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos, em nome da ALT-SHN, de agradecer à Câmara Municipal de Torres Vedras por todo o apoio prestado, bem como à empresa Ângelo Custódio Rodrigues S.A. pelos patrocínios das várias actividades levadas a cabo no âmbito deste projecto. Finalmente uma palavra de apreço para o Professor Pedro Cabral (ISEGI-UNL) pela revisão e conselhos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bettinger, P. & Wing, M. (2009) - G. Geographic Information Systems Applications in Forestry and Natural Resources Management (<http://warnell.forestry.uga.edu/Warnell/Bettinger/gisbook/> acedido a 8-4-2009)
- Fürsich, F. T. (1981) - Invertebrate trace fossils from the Upper Jurassic of Portugal. *Comunicações Serviços Geológicos de Portugal*, **67**: 153-168
- Hill, G. (1988)- The sedimentology and lithostratigraphy of the Upper Jurassic Lourinhã Formation, Lusitanian Basin, Portugal. Tesis Doctoral, Open University, Milton Keynes, U.K., 300 pp
- Queen, L. & Blin, C.R. (1993) - The Basics of Geographic Information Systems (<http://www.extension.umn.edu/distribution/naturalresources/DD5926.html> acedido a 9-4-2009)
- SANTOS, Pedro José Leitão da Silva, Aplicações de Sistemas de Informação Geográfica em Arqueologia, Tese de Dissertação de Mestrado apresentada no ISEGI (Universidade Nova de Lisboa), 2006 (<http://www.isegi.unl.pt/servicos/documentos/TSIG017.pdf> acedido a 31-3-2009)
- Thomas, D., Wright, J., & Hand, J. (2004). Using GIS in paleontology field studies. "Novations Journal", 2004. (<http://novationsjournal.org/content/article.pl?sid=04/05/02/2256208> acedido a 7-11-2008)
- Zbyzewski, G., D'Almeida, F. Moitinho, Assunção, C. Torre, Notícia Explicativa da Folha 30c da Carta Geológica de Portugal, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 1955.