

# UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADO NA ARQUEOLOGIA NO MUNICÍPIO DO SABUGAL [\*]

MARCOS OSÓRIO | TELMO SALGADO  
Município do Sabugal  
arkmarcos@hotmail.com | salgado@cm-sabugal.pt

**Resumo:** O inventário e a cartografia das estações arqueológicas efectuado nos últimos anos pelo Gabinete de Arqueologia do Município do Sabugal, no âmbito da carta arqueológica, sofreu um incremento metodológico, com a criação do Gabinete Municipal de SIG. O trabalho desenvolvido por este serviço, na criação e gestão de informação geográfica, proporcionou um novo contributo para o registo e inventariação, bem como para a própria gestão, análise e cruzamento dos dados. Numa primeira fase, procedeu-se à localização e à cartografia dos sítios com recurso a GPS, guardando a sua descrição numa base de dados, sob a forma de fichas individualizadas, possibilitando, numa fase posterior, o confronto dos diversos campos no decurso de estudos e análises geoarqueológicas. Pretende-se apresentar uma metodologia de trabalho que mostre como o cruzamento da actividade desenvolvida pelo Gabinete de Arqueologia e o Gabinete de SIG pode ser frutífera, ao nível da gestão e partilha de informação dentro do município e no alargamento do conhecimento proporcionado pelos estudos territoriais.

**Palavras-chave:** Arqueologia municipal; Carta Arqueológica; SIG; Análise territorial.

## 1. Introdução

Pretende-se, nestas linhas, abordar um exemplo prático, desenvolvido num município do interior do país, onde o intercâmbio entre o Gabinete de Arqueologia e o Gabinete SIG tem permitido solucionar alguns problemas decorrentes da sua actividade diária. Iremos, deste modo, partilhar os resultados, que, embora não constituam uma novidade e estão a ser desenvolvidos por outros municípios e instituições públicas, serão, mesmo assim, proveitosos para esta temática.

## 2. Dilemas da actividade de registo arqueológico

O Gabinete de Arqueologia Municipal do Sabugal tem, entre os objectivos primordiais da sua actuação, a elaboração e actualização da carta arqueológica municipal. Não se pretende um inventário meramente reduzido aos principais sítios conhecidos, para a autarquia publicar num edição especial. Estas compilações são uma abordagem preliminar, com interesse, sobretudo para obter uma rápida panorâmica das estações arqueológicas existentes no concelho, mas são insuficientes para a gestão municipal dos valores arqueológicos.

Só com um registo exhaustivo se poderá zelar pela salvaguarda desse património municipal, efectuando uma descrição profunda do território que se estuda e obtendo um instrumento legal para legitimar, junto dos técnicos e dos políticos, a protecção desses sítios arqueológicos, no decurso dos diversos projectos públicos e privados.

No entanto, apesar da sua importância, esta actividade acarreta algumas dificuldades, que sentimos no decurso da nossa actividade, nomeadamente no registo, no cruzamento e na partilha dos dados recolhidos. Entre elas enumeramos os seguintes dilemas.

- 2.1. O formato de registo das estações identificadas nas prospecções ou nos acompanhamentos de obra, seja numa ficha de um processador de texto, numa folha de cálculo ou numa base de dados.
- 2.2. O modo de apresentação desse catálogo aos restantes técnicos municipais, para consulta rápida e perceptível, recorrendo à reprodução de várias cópias do conjunto das fichas ou da própria base de dados impressa, ou colocando esses ficheiros na rede informática interna.
- 2.3. A forma de efectuar pesquisas rápidas nos conteúdos e de cruzar essas mesmas informações, no decurso de qualquer investigação ou análise territorial. As opções resumem-se à busca manual nas fichas impressas ou por meio informático no documento do processador de texto/base de dados, com a linguagem SQL, que permite maior rapidez.
- 2.4. A apresentação cartográfica dos sítios e a determinação da sua exacta localização, a qualquer escala. É um problema complicado, porque em qualquer das formas de registo e arquivo escolhidas (seja em formato digital ou em papel), tem que se proceder, obrigatoriamente, a uma localização manual das estações arqueológicas em qualquer das cartas ou mapas que se pretenda.
- 2.5. O confronto das plantas e dos levantamentos topográficos dos projectos, com a nossa cartografia arqueológica, visando determinar a existência de eventuais impactos directos ou indirectos sobre as áreas arqueológicas. Na

maioria dos casos, esta acção apenas pode ser feita com trabalho de campo e nunca definida de imediato no gabinete.

### 3. Problemas e soluções preliminares adoptadas

O Gabinete de Arqueologia do Município do Sabugal tem recolhido ao longo dos últimos dez anos, antes da parceria com o Gabinete SIG, vasta informação arqueológica e tem desempenhado esta tarefa primordial da seguinte forma:

- 3.1. O meio principal de armazenamento e consulta posterior de toda esta informação tem sido as **Fichas de Inventário do Património Arqueológico**, elaboradas no processador de texto Microsoft® Word®, que contém toda a informação relativa aos locais de interesse arqueológico, bem como a informação relativa aos artefactos aí encontrados, separadas por períodos cronológicos e ordenadas por freguesias. Isto provocava que, sempre que se introduzia um novo sítio no inventário, era necessário reenumerar todas as restantes fichas, manualmente, pela ordem alfabética de freguesia.
- 3.2. A Carta Arqueológica seria publicada em cadernos impressos em folhas A4, com argolas, fornecendo três cópias para o Departamento de Planeamento e Urbanismo, e duas cópias para a Vereação, restringindo quaisquer futuras consultas apenas ao formato escrito. Dada a necessidade de partilhar, de uma forma fácil e interactiva, os conteúdos arqueológicos com os outros serviços camarários e permitir o cruzamento com outra informação municipal, a consulta do ficheiro da Microsoft® Word® não era uma solução satisfatória.
- 3.3. Qualquer pesquisa que se pretendesse efectuar no catálogo tinha que ser realizada por meio de *Find* no ficheiro Microsoft® Word® ou de forma manual no caderno impresso. Por exemplo, se pretendessemos verificar quantos sítios se situam a mais de 800 metros de altitude ou quantas estações romanas proporcionaram *sigillata*, teríamos que recorrer a um destes rudimentares processos. Assim, a

análise e o cruzamento dos dados seria extremamente difícil e limitada, resumindo-se na prática a uma mera consulta documental.

- 3.4. Os sítios eram assinalados nas cartas militares de 1:25.000 e nos mapas de 1:50.000, de forma manual e não automática, colocando pontos ou círculos e indicando as áreas de dispersão, de forma pouco rigorosa e difícil de transpor para escalas diferentes.
- 3.5. Perante a impossibilidade de determinação imediata do grau de impacto dos empreendimentos nas áreas com vestígios assinalados, recorria-se exclusivamente à avaliação no terreno.

Numa apreciação superficial dos processos metodológicos adoptados pelo Gabinete de Arqueologia, destacam-se dois problemas fundamentais: as informações não estavam guardadas numa base de dados, nem sequer numa folha de cálculo, e não estavam gerreferenciadas, o que impossibilitava o cruzamento eficaz com outra informação relevante.

Julgamos que grande parte dos arqueólogos dos gabinetes municipais, à falta de melhores meios (apesar de não termos um conhecimento amplo das condições de trabalho das restantes autarquias), procede da mesma forma.

#### 4. Os primeiros contactos com o Gabinete SIG

O estabelecimento de um intercâmbio com o Gabinete SIG do Município do Sabugal, que é mais recente na autarquia (2002), deu-se, primeiramente, no âmbito dos trabalhos de execução dos mapas para a exposição arqueológica do Museu Municipal. E, posteriormente, por necessidade de obtenção de material gráfico de suporte a comunicações científicas, onde se pretendia apresentar alguma cartografia auxiliar, assinalando os sítios em cartas de altimetria, mapas de relevo 3D e ortofotomapas, disponibilizadas por este gabinete.

No decurso deste primeiro trabalho conjunto com o Gabinete SIG, desenvolveram-se novas soluções que possibilitaram a localização mais rigorosa dos sítios, a sua observação em qualquer escala ou base cartográfica (ortofotos, cartas militares e geográficas ou modelos digitais de terreno) e o seu cruzamento com

as informações sobre a hidrografia, altimetria, declives, geologia, exposição solar e temperatura, potencializando a rapidez das análises territoriais. Abria-se um novo campo de trabalho e investigação para os futuros levantamentos, análises territoriais e estudos de povoamento.

#### 5. Os SIG e a Arqueologia

Antes de descrever algumas metodologias aplicadas na actividade arqueológica no Município do Sabugal, gostaríamos de nos debruçar um pouco sobre os Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Existem inúmeras definições, algumas acentuando o facto de se tratar de uma base de dados com informação espacial, outras realçando a importância da análise espacial como elemento definidor de um SIG. Cowen (1988, p. 1551) enunciou-o de forma mais sucinta, mas elucidativa, realçando o facto dos SIG constituírem processos de apoio à decisão: “É um sistema (...) que envolve a integração de dados georeferenciados, num ambiente orientado para a resolução de problemas”. Os SIG são, muitas vezes, sistemas de informação e, simultaneamente, de suporte da decisão, permitindo a construção e análise de cenários alternativos, através da modelação de um determinado fenómeno.

De entre as inúmeras áreas onde os SIG são já bastante utilizados, salientamos a geografia, o planeamento e a gestão urbana, a estruturação de redes de infraestruturas, os recursos naturais e o geomarketing. A sua aplicação na arqueologia ainda está no começo, embora seja uma disciplina que utiliza muita informação espacial, em comparação com os outros âmbitos atrás focados. Ao nível dos municípios, cerca de 80% da informação que circula no seio destes serviços é geográfica, ou seja, tem representatividade espacial e essa figuração é importante no suporte às decisões políticas ou técnicas que se tomem.

A arqueologia é uma ciência que necessita de informação espacial para diversos estudos e escalas de aplicação. Basta pensar, por exemplo, no estudo do povoamento de determinada região e nos critérios ambientais que condicionaram essa ocupação.

A análise e compreensão dos padrões de distribuição dos sítios arqueológicos, a organização interna

dos povoados antigos e a influência da paisagem na vida do homem, foram desde sempre áreas de grande interesse para a Arqueologia, que na realidade partilha metodologias e até temas de estudo com a Geografia, só que noutra dimensão temporal.

Kenneth Kvamme (1992, p. 23) enumerou seis âmbitos de actuação dos SIG dentro da Arqueologia: a gestão do património, os estudos geoestatísticos, a álgebra de mapas, os modelos digitais de terreno, os modelos espaciais predictivos e os modelos de simulação dinâmicos.

## 6. Recolha e tratamento da informação

A primeira questão a melhorar na actividade arqueológica do gabinete, era a recolha, o registo e o tratamento dos dados. Existe uma grande variedade de informação, tanto alfanumérica como geográfica, a reunir e incorporar no sistema em desenvolvimento. A primeira consta, na quase totalidade, das fichas de sítio, enquanto que a informação geográfica, ou já existe em formato vectorial, ou existe em formato analógico, ou está por recolher. Esta última situação é a mais comum.

A recolha de informação geográfica, seja de elementos pontuais, lineares ou poligonais, deve ser feita com recurso ao GPS. Este processo permite uma georreferenciação relativamente rigorosa dos sítios ou achados arqueológicos, apresentando um erro de posicionamento entre 1,5 e 3 metros, depois de feita a correcção diferencial. É um processo rápido e eficaz, que não carece de grandes conhecimentos técnicos, pelo que será o indicado para a reunião da informação arqueológica.

Anteriormente, o Gabinete de Arqueologia procedia à localização e marcação exacta da área de vestígios de dezenas de sítios arqueológicos (como nos trabalhos de prospecção para o estudo do povoamento romano do Alto Còa (Silva, 2000), assinalando, no decurso do trabalho de campo, as manchas de dispersão e concentração dos materiais nas cartas militares (com escalas de pouca definição) e nas fotografias aéreas. Foi a partir destas notações que se calcularam as áreas que permitiram classificar a natureza dos sítios.

As experiências realizadas, posteriormente, com recurso ao GPS têm mostrado um maior rigor e potencial, obrigando agora a voltar a dezenas de sítios já inventariados.

Toda a informação alfanumérica ou gráfica recolhida será armazenada numa base de dados relacional Microsoft® Access®, que é um formato quase universal, não exige investimentos adicionais por parte do município e responde às necessidades de organização, pesquisa e análise da informação, sendo utilizado directamente pelo software SIG ArcGis®, empregue no Município do Sabugal.

Para se estruturarem correctamente os dados é necessário, primeiramente, definir alguns conceitos importantes, como as entidades espaciais, os atributos e os relacionamentos. As **entidades espaciais** são conjuntos de objectos ou elementos gráficos com características similares, sendo, por isso, entidades comuns referenciadas espacialmente. Por exemplo, nos municípios é a rede viária e de infra-estruturas ou os edifícios. Os **atributos** são as características dessas entidades, sendo também denominados por dados alfanuméricos. A associação entre várias tabelas numa base de dados, sejam elas de entidades ou atributos, designa-se como **relacionamentos**. Estes só são possíveis se existirem campos nas tabelas, cujas características, e especialmente o conteúdo, sejam semelhantes. Esses campos denominam-se “chaves” e estas podem ser “primárias” ou “externas”. De acordo com as características dos dados existentes e os objectivos do projecto, neste caso a Carta Arqueológica Municipal, descreveram-se as entidades espaciais, os atributos e os relacionamentos.

Começou-se por definir três entidades espaciais, todas elas representando sítios arqueológicos: “Achados isolados”, “Sítios” e “Sítios\_todos”. A primeira refere-se aos sítios que têm representação apenas pontual, como por exemplo um machado ou uma epígrafe encontrada num terreno. A segunda engloba os sítios que correspondem a áreas, e cuja representação pontual seria redutora e incorrecta, como por exemplo os habitats, os povoados e outros assentamentos humanos detectados. Optou-se por incluir uma terceira entidade que englobasse, conjuntamente, os sítios e os achados isolados, por duas razões: Primeiro, para representar todos os sítios e para que as pesquisas e

as análises à listagem sejam simples e tenham uma boa representação gráfica. E depois, porque essa entidade, ao englobar todos os sítios e representando-os pontualmente, permite que estes sejam simbolizados, recorrendo a ficheiros de imagem ou a símbolos de tipo “fonte”, designados como *Character marker symbols*. Este tipo de representação gráfica é ideal para as saídas cartográficas que a Carta Arqueológica terá.

Estas três entidades têm uma chave externa que lhes vai permitir ligarem-se à tabela alfanumérica, onde estão todas as características dos sítios, e que foram retiradas das “fichas de sítio” que existiam. A definição dos campos correspondentes aos atributos dos sítios teve como base as normas do Instituto Português de Arqueologia. Tentou-se, sempre que possível, a utilização de campos fechados, de forma a permitir uma posterior classificação e análise estatística.

## 7. Funcionamento do sistema

As soluções técnicas que permitem o funcionamento de um projecto SIG, como este, são muito variadas, especialmente a nível do software a adotar. No nosso caso, tentou-se aproveitar ao máximo o software que estava disponível no município, para que, com o mínimo investimento possível, se consiga operacionalizar convenientemente o processo. Assim, criou-se um sistema com uma arquitectura simples, onde se tenta aproveitar o facto dos serviços envolvidos estarem ligados a um servidor central.

A solução utilizada passa pelo uso do *Personal Geodatabase* da Microsoft®, lido e editado directamente a partir do ArcGis®. O problema reside no facto do visualizador e explorador de informação geográfica ArcExplorer®, também da ESRI®, não ler ficheiros da Microsoft® Access®. Por isso, é necessária a utilização de *shapefiles*, em paralelo à utilização da *Personal Geodatabase*, assim como o recurso a outro visualizador, o ArcReader®.

Estes dois visualizadores completam-se um ao outro. Com efeito, o ArcExplorer® tem a vantagem, ao contrário do ArcPublisher®, de permitir a busca de informação no servidor, ou em outras fontes, e de permitir a execução de queries à informação. O ArcReader® tem características diferentes: lê ficheiros

\*.pmf, exportados com a extensão ArcPublisher®, que são uma espécie de \*.pdf interactivo, que guardam o caminho onde está guardada a informação e mantêm, ao contrário do ArcExplorer®, as características gráficas do *layout* feito em ArcGis®, o que lhe confere uma grande qualidade de impressão. Este visualizador tem ainda a particularidade de conseguir ler informação armazenada em Microsoft® Access® e de executar *hyperlinks*, ou seja, ligações dinâmicas a fotografias ou outros documentos.

Após o levantamento com GPS e efectuada a correcção diferencial, a informação é exportada para *shapefile* e copiada para a base de dados. De seguida, o arqueólogo responsável preenche os campos previamente definidos e estruturados em diferentes tabelas, relacionadas entre si. Nesta fase, é imediatamente possível ver a informação actualizada, através do ArcReader®.

No entanto, este visualizador não permite a execução de pesquisas ou *queries* à informação, que são extremamente úteis. Assim, o Gabinete SIG deve exportar, periodicamente, a informação da base de dados para o formato *shapefile*, para que, com a utilização do ArcExplorer®, se possam executar *queries* e classificações temáticas da informação. A Carta Arqueológica como documento pronto a ser impresso, estará guardada no formato \*.pmf, para que a actualização da informação se reflecta imediatamente na apresentação do documento.

A produção dos subseqüentes estudos, nomeadamente os que envolvam análise espacial, será feita no Gabinete SIG, com recurso ao software ArcGis®, com o acompanhamento muito próximo do Gabinete de Arqueologia, que terá a responsabilidade científica dessa investigação.

## 8. O SIG empregue na análise espacial em Arqueologia

Para além da estruturação, interactividade e capacidade de análise da informação gráfica e alfanumérica, os SIG apresentam uma grande mais-valia: o potencial de análise espacial, definido como um “amplo conjunto de procedimentos de estudo de dados geográficos, considerando de alguma forma as suas características espaciais” (Unwin, 1981, p. 212).

Na análise espacial podemos recorrer a uma vasta série de operações, conforme os objectivos da investigação: pesquisas a atributos, intersecções, áreas de influência (*buffers*), cortes, bacias de visão e distâncias-custo, entre outras. Mas, em arqueologia as análises espaciais são realizadas essencialmente em três grandes domínios: modelação da probabilidade de existência de património arqueológico, modelação do território e simulação dinâmica de teorias.

Abordaremos, agora, somente algumas potencialidades da modelação do território, por onde iniciámos as análises territoriais no concelho do Sabugal. Aplicámos estas metodologias no estudo do povoamento do I milénio a.C. deste território, que está bem conhecido pelos trabalhos de prospecção. Como não dispomos de informação detalhada, por exemplo, ao nível do uso do solo ou das redes viárias, não é possível uma simulação rigorosa das teorias que existem, para outros períodos e temáticas menos aprofundadas.

Uma das análises espaciais já iniciada, com sucesso, foi as áreas de influência dos povoados castrejos da parte ocidental do concelho e o cálculo das suas bacias de visão.

No primeiro caso, pretendeu-se saber qual a provável área de exploração de um conjunto de povoados fortificados, tendo em conta o seguinte pressuposto: o território de cada povoado define-se por um raio equivalente a 1 hora de caminhada, que equivale a 5 km de distância (Davidson e Bailey, 1984, p. 30). Estes valores aplicam-se facilmente no terreno, quando estamos na presença de áreas planas e sem quaisquer obstáculos que dificultem a marcha, o que não acontece na maior parte das vezes, tal como nesta região do Sabugal.

O processamento em ambiente SIG destes cálculos territoriais, recorreu a dois modelos distintos para determinar essas áreas de influência, confrontá-las e avaliar o seu rigor. O primeiro consistiu na adaptação da metodologia proposta por Davidson e Bailey

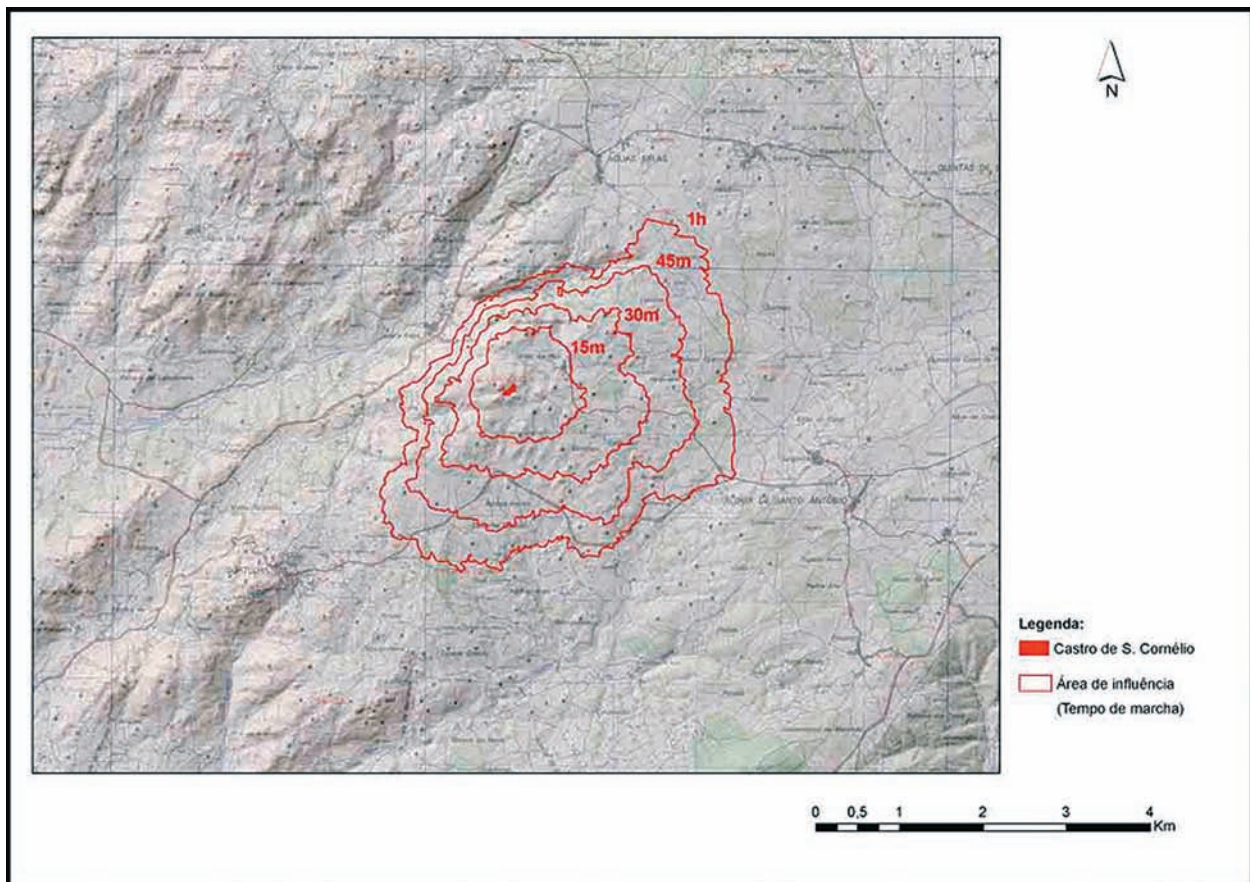


Fig. 1. Área de influência do castro de S. Cornélio (modelo de Christopherson).

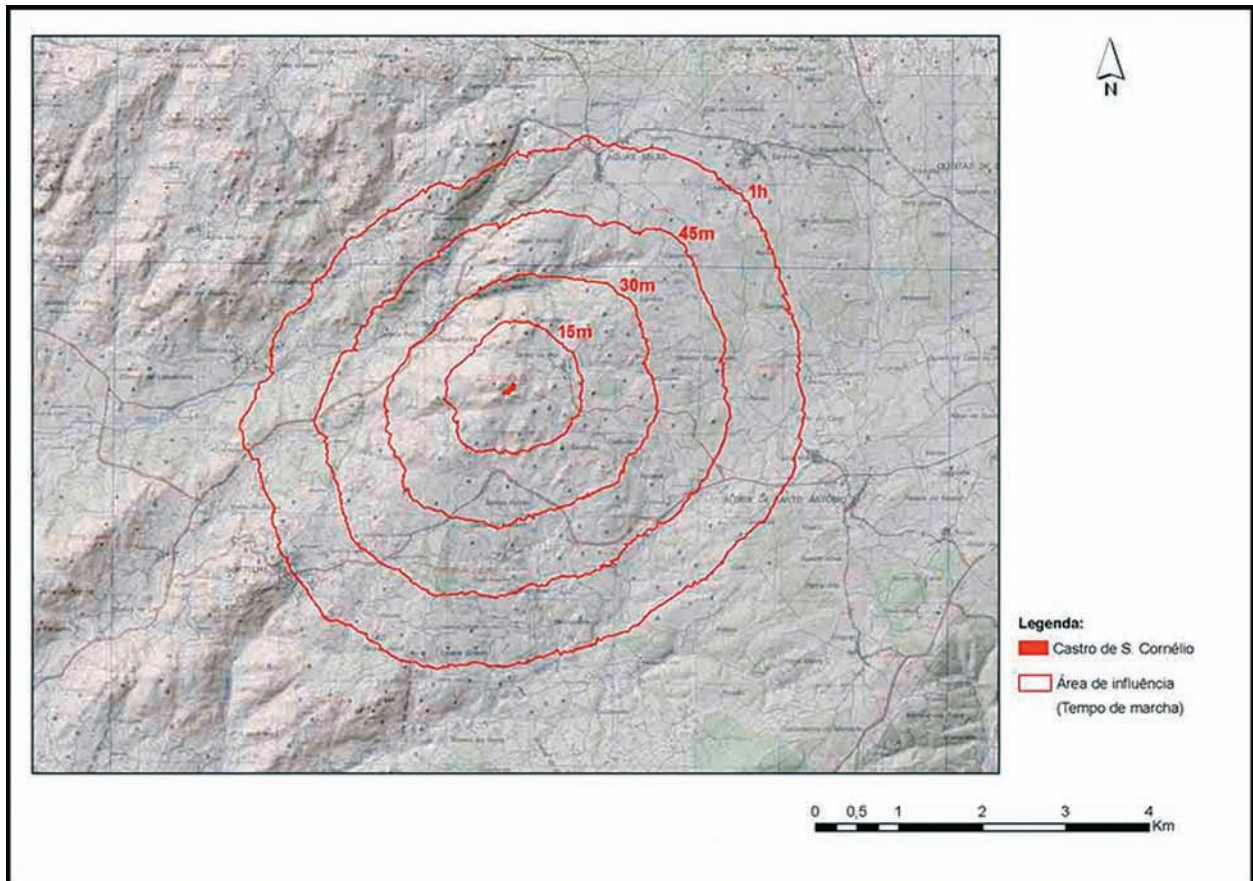


Fig. 2. Área de influência do castro de S. Cornélio (modelo de Davidson e Bailey).

(Figuras 1 e 3) e o segundo modelo é da autoria de Gary Christopherson (Christopherson, Barabe e Johnson, 1996) (Figuras 2 e 4).

Antes do intercâmbio com o Gabinete SIG, tínhamos já esboçado os territórios de marcha de alguns povoados da Idade do Ferro da área poente desta região, efectuando o cálculo das suas áreas de influência, segundo o modelo teórico de Davidson e Bailey, com os meios tradicionais: régua, carta militar, papel vegetal e lápis. Este método pretende traduzir a presença de obstáculos, especialmente o declive e as linhas de água, em termos de distância-tempo, de forma a definir a extensão máxima de terreno percorrido numa hora de marcha, desde o povoado. No entanto, apresenta alguns problemas, sobretudo a enorme morosidade do procedimento e o facto de se trabalhar sobre uma escala de referência reduzida (1:50.000 cm) que pode induzir a uma generalização excessiva.

Intentou-se estender esta metodologia a outros povoados recentemente descobertos (Osório, 2005, p. 51), mas nunca houve disponibilidade suficiente. Através do SIG pôde-se retomar estas análises territoriais, de forma mais rápida e fiável.

A adaptação desta metodologia ao processamento informático em SIG fez-se recorrendo ao **Model Builder** do software ArcGis® 9, construindo-se o respectivo modelo (Figura 1). Com recurso a esta modelação, constatou-se que a velocidade de cálculo das áreas de influência, em oposição ao cálculo manual, aumentava drasticamente: o processamento manual de cada área de influência demora aproximadamente 4 horas, enquanto que computacionalmente, com a informação preparada, demora alguns segundos, dependendo obviamente da velocidade de processamento do computador. Por outro lado, a sua criação no Model Builder permite a posterior utilização por outro utilizador e em outra máquina, evitando todo o trabalho de conceptualização do problema e de

cálculos intermédios. De referir ainda que o modelo pode ser modificado, alterando-se a informação ou as funções que o constituem, sendo portanto bastante flexível.

Por oposição a este modelo, Gary Christopherson definiu outras classes de valores para os obstáculos à caminhada (os declives e os cursos de água), de forma a criar uma “superfície de custo” de tipo *raster*, onde cada célula tem um índice de resistência à marcha (Figura 2). Essa estimativa resulta da soma dos valores atribuídos a cada classe de declives e a cada tipo de curso de água.

Empregando os dois modelos, podem-se obter resultados muito diversificados (Figuras 3 e 4). Mas, o interessante é precisamente o facto do sistema testar, muito facilmente, diferentes modelos, representativos de metodologias diversas, expondo as potencialidades e as deficiências de cada um. Torna-se também extremamente fácil e rápido conferir e calibrar os modelos, neste caso com eventual comprovação no

terreno. Depois de calibrado, ele é facilmente aplicado em outras áreas ou usado com outra informação.

Outra operação bastante útil na arqueologia e em outros domínios similares é a elaboração de bacias de visão. Estas bacias são superfícies *raster* que refletem o grau de visibilidade, em função do número de observadores que conseguem avistar cada célula (Figuras 5 e 6). A localização, altitude, alcance e ângulo de visão dos postos de observação podem ser definidos pelo próprio utilizador. Têm como base um modelo digital de terreno (MDT), cujo rigor influencia decisivamente a precisão final da bacia de visão. São análises muito interessantes em Arqueologia, especialmente naqueles assentamentos cuja importância advinha de uma boa posição defensiva e controlo do território imediato.

Antes da aplicação deste sistema informático na definição da intervisibilidade dos povoados e das áreas de controlo visual estratégico, o Gabinete de Arqueologia recorria apenas à observação atenta da

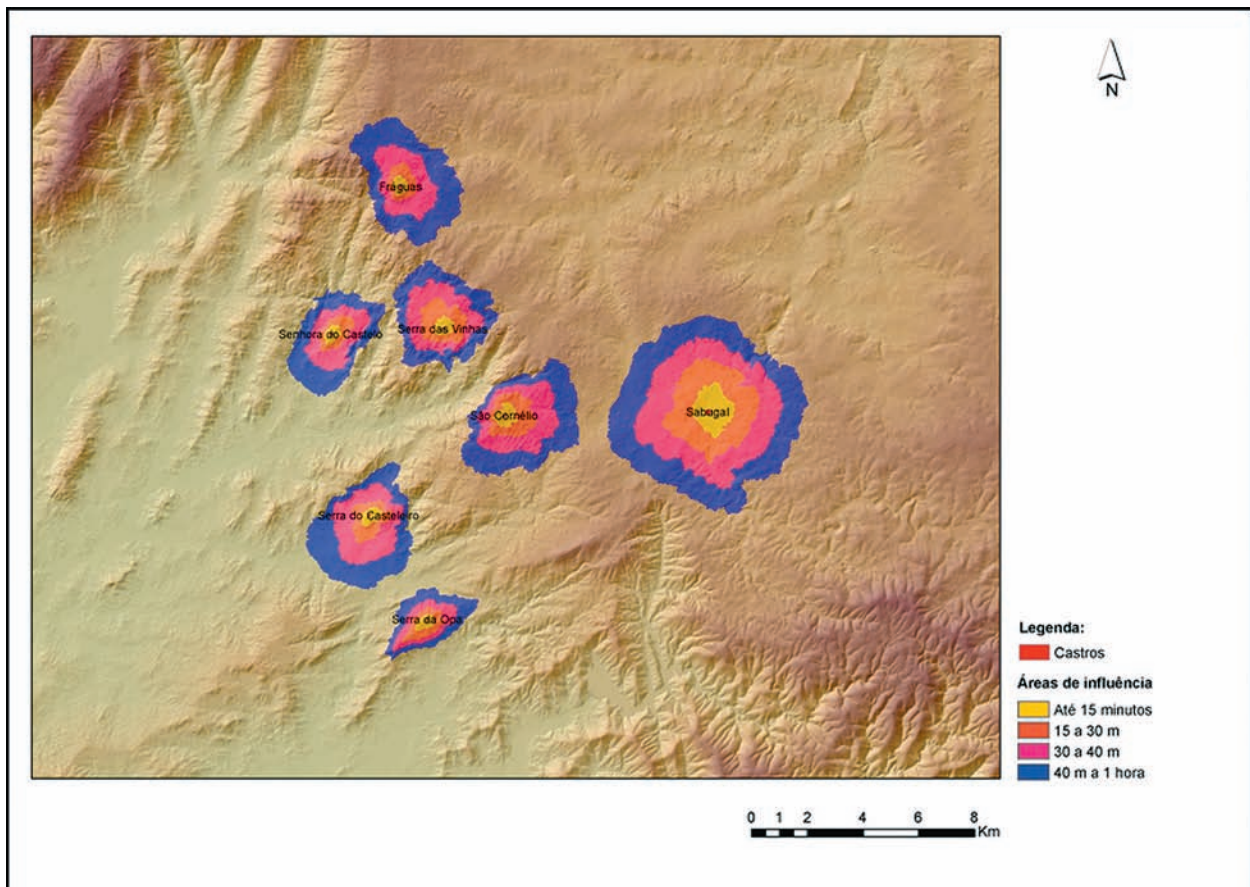


Fig. 3. Área de influência dos castros (modelo de Christopherson).

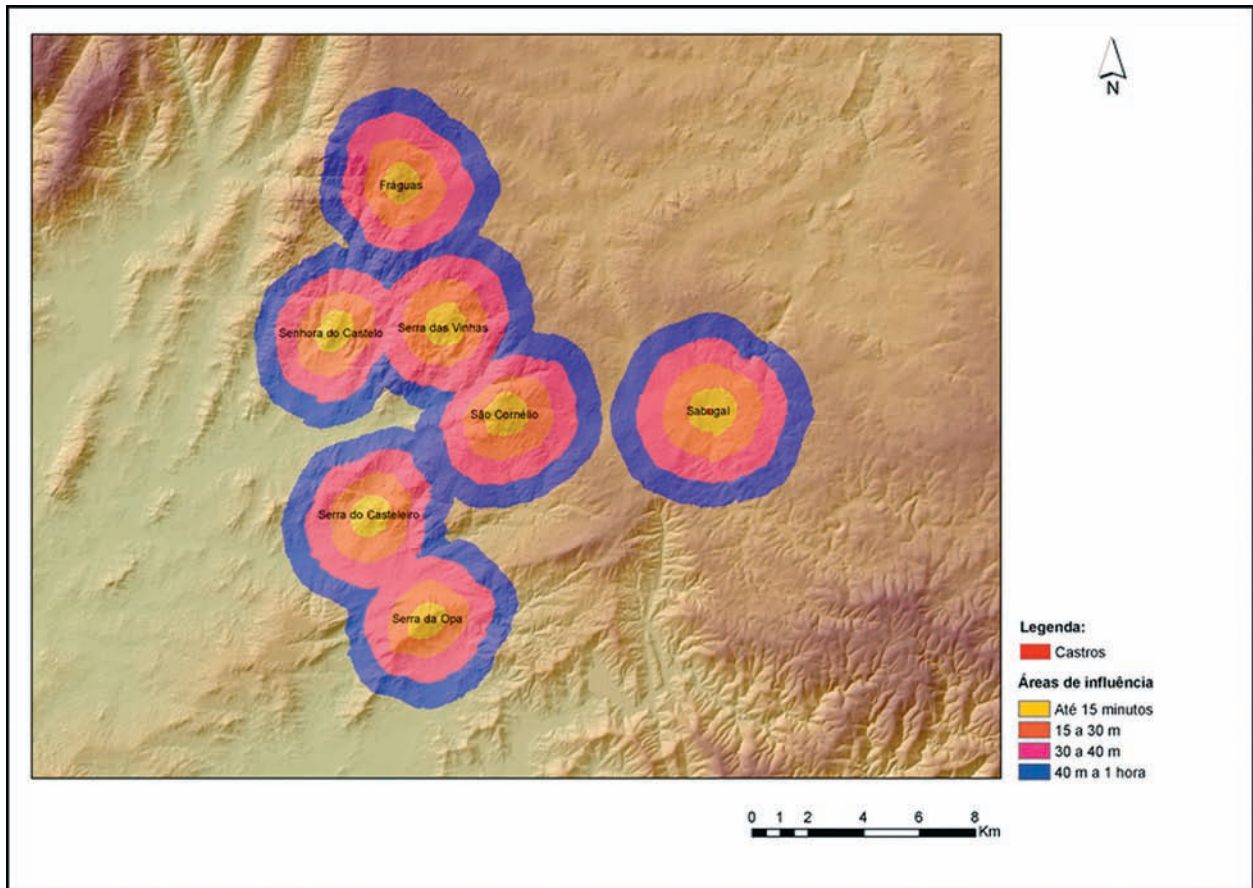


Fig. 4. Área de influência dos castros (modelo de Davidson e Bailey).

carta militar, intentando confrontar as altimetrias, ou subia a todos os relevos elevados e assinalava na carta os campos de visão obtidos a partir do topo, o que levava imenso tempo e era pouco rigoroso.

Com o SIG, o processo iniciou-se pela construção de um modelo digital de terreno, baseado nas curvas de nível e nos pontos de cota da carta militar 1:25000, do IGeoE. Os pontos de observação foram colocados nos locais mais elevados dos relevos onde se localizam os povoados (Figuras 5 e 6). Depois de preparar a informação, preenchendo os campos atrás referidos, é relativamente simples calcular a bacia de visão ou *viewshed*, que é uma função presente na extensão **Spatial Analyst** do ArcGis®. O exemplo utilizado, onde consta a informação necessária e as operações a efectuar, é muito mais simples que o utilizado no cálculo das áreas de influência. Aplicando este modelo, obtém-se uma superfície *raster*, cujos valores das células correspondem ao número de observadores que conseguem vislumbrar esse território (Figura 6).

Mais uma vez, através da ajuda do SIG, pudemos efectuar uma análise complexa, de uma forma muito mais rápida, flexível e interactiva, superando claramente os problemas de uma abordagem tradicional ao problema.

## 9. Conclusão

Os SIG têm-se assumido como sistemas importantes em várias áreas do conhecimento, sendo o seu potencial contributo tanto maior, quanto mais importante for a componente espacial presente em cada disciplina. As questões relacionadas com a localização, como as acessibilidades ou as áreas de influência, não são de forma alguma preocupações exclusivas da Geografia, embora assumam nesta disciplina o seu expoente máximo, em termos de importância e teorização. Certos estudos arqueológicos e históricos têm uma componente territorial tão forte que apresentam problemas e metodologias idênticas aos estudos geográficos, só que adaptados às condições do passado.

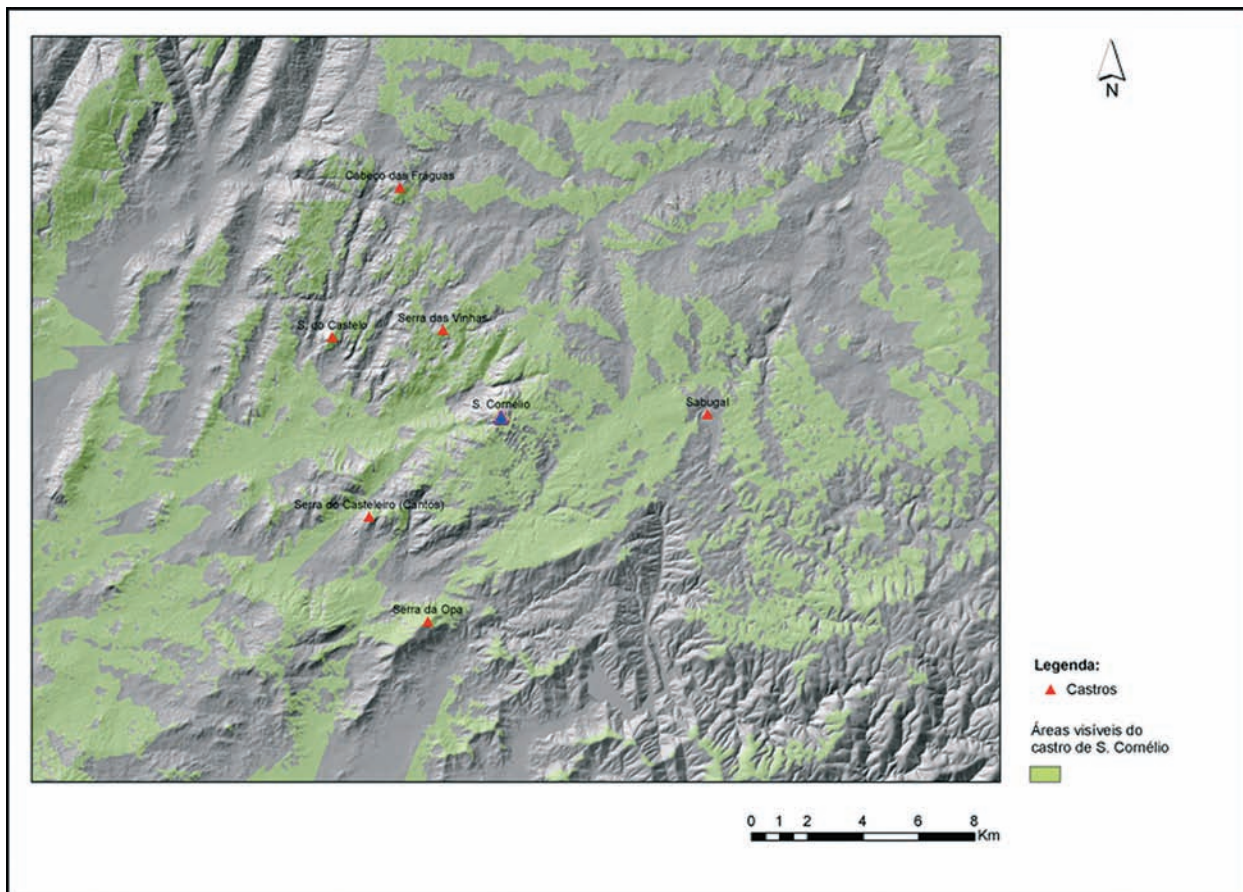


Fig. 5. Bacia de visão (ponto de observação no castro de S. Cornélio).

O SIG veio também melhorar a actividade arqueológica no gabinete municipal do Sabugal. As dificuldades decorrentes do processo de registo e estudo dos dados recolhidos na Carta Arqueológica Municipal, devidamente descritas no 2º capítulo, foram superadas através da aplicação do SIG, colmatando as lacunas registadas.

A utilização de um SIG, possibilitando a ligação entre elementos alfanuméricos e gráficos, através de uma base de dados (*Personal Geodatabase*), permite uma acessibilidade muito maior à informação, já que consente a execução de pesquisas ou *queries*, envolvendo uma ou várias características das diversas entidades analisadas.

Por outro lado, o facto de estar georreferenciada, podendo ser visualizada juntamente com outros suportes temáticos, incluindo cartas militares ou ortofotos, torna fácil e intuitiva a sua localização, através do seu posicionamento relativo em relação a outros objectos.

Com o SIG, em que os dados estão armazenados num servidor central, é possível uma efectiva partilha da informação arqueológica com outros serviços municipais que dela careçam, bastando para isso instalar os visualizadores nos respectivos serviços. A relação entre esses conteúdos e os outros dados presentes no servidor poderá se feita através da sua localização, recorrendo às ferramentas de análise espacial típicas dos SIG, ou então, recorrendo ao campo com o código de Freguesia, presente em toda a informação.

Por outra parte, é possível a integração dos dados em várias escalas no sistema, desde os levantamentos topográficos pormenorizados até à Carta Geológica. De referir ainda que os dados serão introduzidos e mantidos no Gabinete de Arqueologia, recorrendo a formulários previamente elaborados, para que a informação esteja sempre actualizada e devidamente validada.

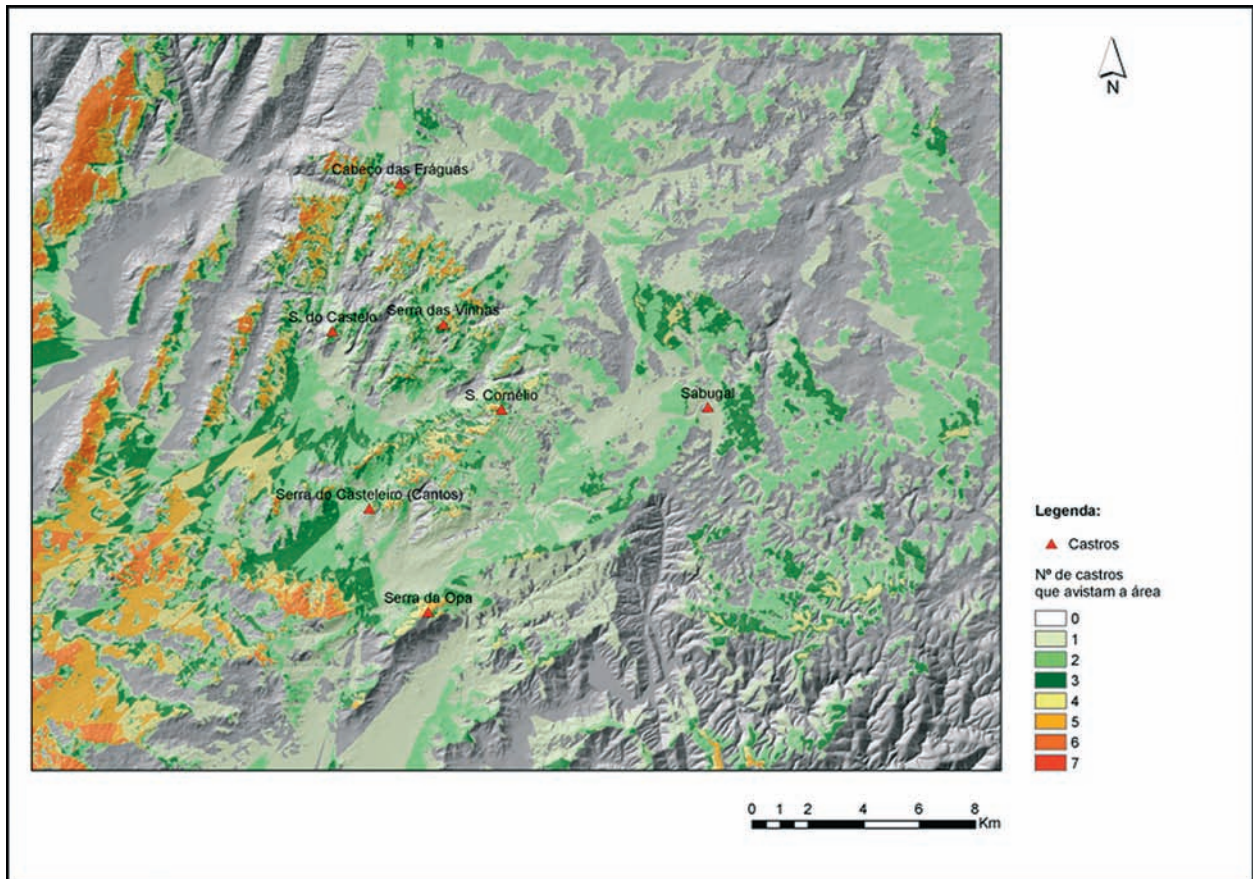


Fig. 6. Bacia de visão (ponto de observação em todos os castros).

A importância do SIG não se esgota na gestão da informação, ela prende-se também com outros dois aspectos fundamentais: a elaboração de estudos com recurso à análise espacial e a produção de saídas gráficas. Como vimos atrás neste trabalho, o SIG é uma ferramenta preciosa na elaboração de estudos espaciais e até na validação de teorias e metodologias existentes, sendo tanto mais preciso, quanto mais

rigorosa for a informação que o suporta. Com este sistema, conseguiu-se tornar a elaboração de alguns estudos, como por exemplo as áreas de influência e as bacias de visão, muito mais rápida e flexível, e a sua apresentação muito mais rica e intuitiva, contribuindo para a descoberta, estudo e análise do património arqueológico municipal.

## Notas

[\*] Comunicação apresentada ao Workshop APA “Documentação e Sistemas de Informação de Registos Arqueológicos”, realizado em Lisboa nos dias 11 e 12 de Novembro de 2005.

## Bibliografia

- ARONOFF, S. (1989) - *Geographic Information Systems: a management perspective*. Ottawa: WDL Publications.
- BARCELÓ, J. A.; PALLARES, M. (1996) - A critique of GIS in Archaeology. From Visual Seduction to Spatial Analysis. *Archeologia e Calcolatori*. Roma. 7, p. 327-335.

- BOSQUE SENDRA, J. (1997) - *Sistemas de Información Geográfica*. 2ª Edición. Madrid: Ediciones Rialp.
- BURROUGH, P. A. (1988) - *Principles of Geographical Information Systems for Land Assessment*. Oxford: Oxford Press.
- CARRERAS, L. (1994) - Una reconstrucción de comercio de cerámica en época romana: la red de transportes en Britannia. *Cuadernos de Arqueología*. Barcelona. 7.
- CHRISTOPHERSON G. L.; BARABE P.; JOHNSON, P. S. (1996) - *Using ARC GRID 's Pathdistance Function to Model Catchment Zones for Archaeological Sites on the Madaba Plain, Jordan*. Online papers on GIS in Archaeology.
- COWEN D. J. (1988) - GIS versus CAD versus DBMS: What are the differences? *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 54:11, p. 1551-1555.
- DAVIDSON, I.; BAILEY, G. N. (1984) - Los yacimientos, sus territorios de explotación y la topografía. *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*. Madrid. 2, p. 25-43.
- DIVISÃO DE INVENTÁRIO DO INSTITUTO PORTUGUÊS DE ARQUEOLOGIA (2002) - Endovélico, Sistema de gestão e informação arqueológica. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. Lisboa. 5:1, p. 277-283.
- IGARZABAL DE NISTAL, M. A. (1989) - Los Sistemas de información territorial en la planificación urbana y regional. *Revista Estudios geográficos*. Madrid. 194, p. 157-165.
- KVAMME, L. K. (1992) - A predictive site location model on the high plains: an example with an independent test. *Plains Anthropologist*. 37:138, p. 19-40.
- KVAMME, L. K. (1999) - Recent directions and developments in geographical information systems. *Journal of Archaeological Research*. 7:2, p. 153-201.
- LOPES M. C.; CARVALHO P.; GOMES S. M. (1997) - *Arqueologia do Concelho de Serpa*. Câmara Municipal de Serpa.
- MATOS, J. (2001) - *Fundamentos de Informação Geográfica*. 2ª Edición. Lisboa: Edições Lidel.
- MEDEIROS C.; PIRES F. (1994) - Databases for GIS. *Sigmod Records*. 23:1, p. 107-115.
- OSÓRIO, M. (2005) - Contributos para o estudo do I milénio a.C. no Alto Côa. In *Lusitanos e Romanos no nordeste da Lusitânia: Actas das II Jornadas do Património da Beira Interior*. Guarda: Centro de Estudos Ibéricos, p. 35-65.
- PERPÉTUO, J. et al. (1999) - *Tabuaço: Um passado presente*. Câmara Municipal de Tabuaço.
- RICHARDS, J. D. (1998) - Recent trends in computer applications in archaeology. *Journal of Archaeological Research*. 6:4, p. 331-382.
- SARJUAN, G. (1997) - *Los SIG y el análisis espacial en Arqueología*. V. A. Madrid.
- SILVA, M. D. O. (2000) - *O Povoamento Romano do Vale Superior do Rio Côa*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
- UNWIN, D. (1981) - *Introductory spatial analysis*. Londres: Methuen.

**Resumen:** El inventario y la cartografía de yacimientos arqueológicos realizado en los últimos años por la Oficina de Arqueología del Municipio de Sabugal, en el ámbito de los trabajos de carta arqueológica, conllevó un desarrollo metodológico con la creación de la Oficina Municipal de SIG. Las tareas llevadas a cabo por este servicio en la creación y gestión de la información geográfica, supuso una nueva contribución al registro e inventario, al igual que a la gestión, análisis y cruce de datos. En una primera fase, se procedió a la localización y a la cartografía de los sitios con recurso a GPS, guardándose su descripción en una base de datos bajo la forma de fichas individuales, posibilitando, en una fase posterior, la comparación de los distintos campos en el transcurso de estudios y análisis geoarqueológicas. Se pretende presentar una metodología de trabajo que enseñe cómo el cruce de la actividad desarrollada por la Oficina de Arqueología y la Oficina de SIG puede volverse fructuosa al nivel de la gestión y distribución de la información dentro de las instituciones municipales y en la ampliación del conocimiento proporcionado por los estudios territoriales.

**Palabras-clave:** Arqueología municipal; Carta Arqueológica; SIG; Análisis territorial.

**Abstract:** Tasks related to the inventory and cartography of archaeological sites due in last few years by the Municipality of Sabugal's Bureau of Archaeology, integrated on the project of municipal archaeological mapping, has suffered a methodological advance with the creation of the GIS Municipal Bureau. The tasks carried on by this unit creating and managing the geographic information has become a new contribution to the record and inventory of archaeological sites, as well to the management, analysis and data-cross. In a first phase, the sites were localized and mapped with GPS and their description was kept in a database as individual files, which made possible, in a second phase, the comparison of the several fields during a geoarchaeological research. It is presented in this paper a methodology showing that cross-information between the Bureaus of Archaeology and GIS could be fructuous for the management and distribution of information among the municipal services and to extend the knowledge provided by territorial investigations.

**Keywords:** Municipal archaeology; Archaeological mapping; GIS; Territorial analysis.

