

António Costa
Faculdade de Letras da Universidade do Porto,
Departamento de Geografia ~ afonso.costa@gmail.com



Alberto Gomes
Faculdade de Letras da Universidade do Porto,
Departamento de Geografia ~ albgomes@gmail.com

A aplicabilidade dos SIG na detecção de áreas com potencial arqueológico

Cartografia e Tecnologias de Informação em Geografia

1. Introdução

Desde o final do Plistocénico, o ser humano tem manipulado e domesticado os recursos globais, transformando o mundo num sistema de interconexão e sobreposição de paisagens culturais (Periman, 2005). A actividade humana e, conseqüentemente, o uso do solo é um palimpsesto cumulativo, mas descontínuo de resíduos, mais duradouros, que documentam o comportamento humano (Barton *et al.*, 2002).

A protecção desses resíduos, a que chamamos vestígios arqueológicos, tem sido assegurada em Portugal através de gestores de recursos culturais, como é o caso do Instituto de Gestão do Património Arqueológico¹ (IGESPAR) e pela lei de bases do património cultural (Decreto-lei n.º 107/2001, de 8 de Setembro). Contudo, o crescente desenvolvimento de infra-estruturas e empreendimentos públicos e privados fez com que prazos e custos de grandes obras fossem acrescidos face à existência de vestígios arqueológicos que apenas são detectados no decorrer das mesmas. Como tal, se os gestores de recursos culturais dispusessem de, modelos prévios de localização de áreas com potencial arqueológico, poderiam utilizar esses modelos nas propostas de ordenamento do território que formulam (Kvamme, 1998). Neste contexto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), graças ao *interface* gráfico que permitem visualizar a projecção de informação geográfica, deram um grande impulso à confecção destes modelos.

¹ <http://www.igespar.pt/pt/>

2. Definição do Problema

O desafio principal que se coloca é comprovar a eficácia de modelos de localização de áreas com potencial arqueológico como ferramenta de auxílio aos gestores de bens culturais no ordenamento do território. Este tipo de modelos, designados por modelos preditivos (MP), consiste essencialmente numa “técnica que visa a previsão da probabilidade de ocorrência de um elemento em áreas desconhecidas, com base no conhecimento adquirido das áreas amostradas, podendo fornecer a introspecção de um padrão de suspeito”² (Conolly e Lake, 2008).

São possíveis dois tipos abordagens aplicadas aos MP na definição de áreas com potencial arqueológico, a dedutiva e a indutiva. A primeira baseia-se nas características sociais, económicas e culturais de forma a compreender o comportamento humano. Este tipo de análise baseia-se em teorias antropológicas e etnográficas para definir quais as variáveis que levaram à fixação do Homem, sem o recurso à análise estatística para definir o seu peso num MP (Kvamme, 2006). O segundo baseia-se em leituras do enquadramento biofísico das estações arqueológicas (EA), de forma a perceber a sua implantação, com o intuito de poder-se extrapolar os valores e resultados para a área de estudo considerada (Niknami, 2006), sendo este mais apto para ser aplicado em estudos dirigidos à problemática do ordenamento do território.

A importância da análise estatística para compreender e visualizar fenómenos arqueológicos não é novidade, pois nos anos 60 do século passado a escola da “Nova Arqueologia” impôs a importância de quantificar e de predizer como abordagem científica (Gamble, 2001), ao mesmo tempo que defendeu técnicas que facilitem afirmações precisas acerca do passado (Binford, 1972). Esta corrente viria a ser interrompida, por Ian Hodder, que afirmou que o processo era demasiado importante para ser deixado aos processualistas (Hodder, 2005), e juntamente com outros autores britânicos (Shanks, 1992; Tilley, 2004), introduziu outro tipo de problemáticas que não podem ser explicadas directamente através do processo científico (Gamble, 2001).

O presente artigo apresenta um exercício reflexivo sobre um MP gerado para o NW de Portugal, testando a sua validade como ferramenta auxiliar dos gestores de recursos culturais na tomada de decisão. Em Portugal, a aplicação deste tipo de modelos ou mesmo dos SIG à arqueologia, ainda se encontra pouco difundida, contudo, ocorreram dois momentos importantes que devem ser referenciados. O primeiro momento, em 1999, dá-se com a realização do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular, em Vila Real, do qual foram publicadas actas em vários volumes, sendo o volume X intitulado “SIG’s aplicados à Arqueologia da Península Ibérica”. O segundo, consistiu na realização, em Tomar, no decorrer do ano 2005, de um encontro nacional de Aplicações Informáticas à Arqueologia³, inserido na promoção nacional do evento internacional da *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*⁴.

2.1. Área de Estudo

Na realização do MP a área de estudo considerada, está circunscrita aos limites da província do Entre Douro e Minho. Com um total de 7256 Km², esta área engloba os distritos de Viana do Castelo, Braga e do Porto (ver Figura 1), num total de 42 concelhos e de 1188 freguesias.

² “a technique that seeks to predict the probability of encountering a phenomenon in unsampled areas based on knowledge gained from sampled areas, may provide insight into a suspected pattern”

³ Este encontro voltou-se a repetir em 2007, na cidade de Leiria.

⁴ Informação complementar em <http://www.leidenuniv.nl/caa/>



Figura 1. Área de estudo

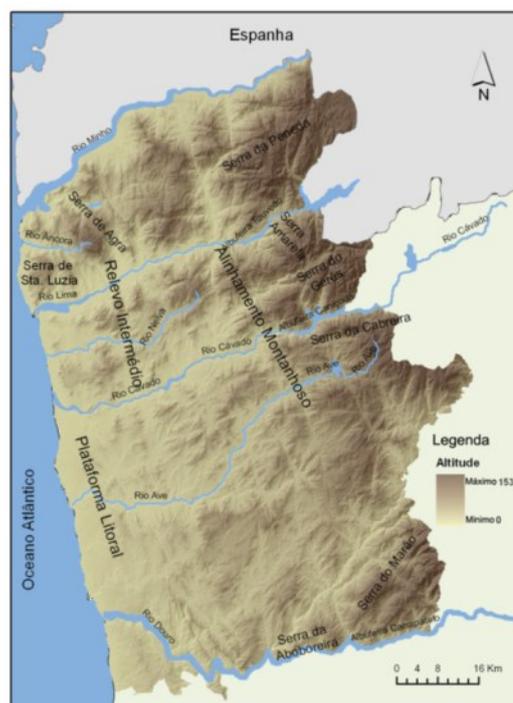


Figura 2. Altimetria da área de Estudo

A área de estudo abarca, a ocidente, a área baixa e aplanada da plataforma litoral que contrasta com os limites impostos pelos fortes declives das montanhas do interior, concretamente a Aboboreira, o Marão, a Cabreira, o Gerês, a Amarela e a Peneda (ver Figura 2).

A plataforma litoral (ver Figura 2) é ampla nos arredores da cidade do Porto (aprox. 20km de largura) e vai-se estreitando à medida que seguimos para norte, não passando de uma estreita faixa da orla costeira a norte do Rio Lima (Araújo, 1991). Este nível aplanado da plataforma litoral prolonga-se para leste por amplas reentrâncias, em forma de golfos sinuosos, que entram, para o interior, algumas dezenas de quilómetros ao longo dos vales de rios que correm praticamente ao nível do solo (Ferreira, 1983). Nesta bordadura aplanada que se encontra junto à costa assentam depósitos plio-pleistocénicos. Mais para o interior, a plataforma litoral é delimitada por alinhamentos de pequenas colinas, designadas no conjunto por “relevo marginal”, que no geral não superam a cota de 400 metros de altitude.

O relevo intermédio (ver Figura 2) surge como uma unidade de transição que confina, a oeste, com os limites da plataforma Litoral e a este com os relevos das serras do Minho e do alinhamento Marão-Alvão. Esta área caracteriza-se pela sua topografia acidentada, possuindo várias depressões que se desenvolvem ao longo dos principais rios e impõe fortes declives entre os topos das colinas e áreas baixas e aplanadas do fundo dos vales. No que respeita a cotas, a área ocidental, possui cotas que raramente ultrapassam os 500 metros, enquanto as elevações a oriente atingem cotas um pouco superiores a 700 metros (Soares, L., 2008).

As montanhas interiores são compostas por vários alinhamentos orográficos formados pelas serras da Peneda, Soajo, Amarela, Gerês, Cabreira, Alvão e Marão. Estas serras estabelecem a fronteira entre o Minho, Espanha e Trás-os-Montes (ver Figura 2). A diferença morfológica destas duas regiões é perfeitamente visível através de desníveis importantes, longas vertentes com fortes declives e vales profundamente encaixados moldados “à densa rede de falhas e fracturas” (Soares, 2008).

2.2. Cronologia

A área cronológica e cultural tratada neste estudo reporta-se à Cultura Castreja, aludindo às estações arqueológicas (EA) do noroeste de Portugal, que terá surgido no final da Idade do Bronze e terá terminado no século I d.C. (Silva, 1999)

A investigação arqueológica deste tipo de locais deverá ter começado em 1875 por Martins Sarmiento, na Citânia de Briteiros, em Guimarães (Silva, 1999), continuando-se as investigações até ao dia de hoje. Trata-se de uma cultura, que apesar de possuir subunidades, apresenta uma nitidez cultural (Silva, 2007), particularmente, na presente área de estudo.

Face ao significado e ao espírito guerreiro destes povos, a implantação de habitats teve sempre em conta o seu posicionamento estratégico, assim como, os recursos existentes - fluviais, marítimos, agro-pastoris, minérios, rotas comerciais, entre outros (Silva, 1983/1984). Em termos genéricos, face ao que se conhece e se encontra estudado (Valério, 2006), a implantação destes habitats foi estabelecida, tendencialmente, em sítios topograficamente estratégicos, onde essa topografia pudesse ser aproveitada como sistema de defesa, fortificando-a mediante a construção de muralhas, fossos e até pedras fincadas (Silva, 2007). No seu interior, além de casas de habitação, começam a surgir edifícios/espços públicos de carácter religioso, político ou militar, como é o caso de grandes estruturas circulares ladeadas de bancos, santuários, balneários ou mesmo fornos de cozer pão ou cerâmica (Silva, 1983/1984).

Quanto à cronologia, os Castros terão surgido, numa primeira fase, com o final da Idade do Bronze Atlântico e a I Idade do Ferro, correspondendo à 1ª metade do Iº Milénio a.C. até ao século VI a.C. (Silva, 1983/1984).. Os habitats localizam-se, maioritariamente, em remates de esporões topográficos de média altitude, privilegiando o controle de recursos fluviais, agrícolas e mineiros (Silva, 1999). A segunda fase surge por volta dos séculos IV/V a.C., com expedições dos Túrdulos e dos Célticos e trocas comerciais púnicas (Silva, 1999, 2007) até II a.C.. No início desta fase é sistematizada a arquitectura de planta circular, com paredes pouco espessas, de duas faces, ligadas por saibro. Já no final desta fase foi introduzido o vestíbulo nas habitações castrejas, demonstrando a especialização do espaço familiar (Silva, 1999). A terceira fase vai desde o século I a.C até ao século I d.C. onde se define uma proto-urbanização e um reordenamento do território, sob critérios político/militares, já que é nesta fase que se dá a campanha de Décimo Junius Brutus. O modelo de habitat “tradicional” castrejo deixa de fazer sentido com a conquista e conseqüente pacificação do noroeste de Portugal pelos romanos (Silva, 1995).

3. Materiais e Métodos

3.1. Materiais

O modelo preditivo construído assenta na selecção de variáveis que ajudam a prever um padrão num determinado comportamento. Como em qualquer modelo deste tipo, consideramos dois tipos de variáveis, as que não dependem de nenhuma outra para existir, ditas variáveis independentes, e as que resultam da manipulação das variáveis independentes, consideradas dependentes.

Dessa forma, na construção do MP houve a necessidade prévia de definir as variáveis independentes que vão influenciar o comportamento da variável dependente (Conolly e Lake, 2008), ou seja, seleccionar que variáveis físicas influenciaram a localização dos Castros. Recorrendo a todas as fontes de informação disponíveis estabelecemos, inicialmente, 14 variáveis independentes (ver tabela 1). Como nem todas as variáveis independentes estão

directamente disponíveis, com recurso a programas SIG foram produzidas informações complementares, de forma a possuímos a maior quantidade de informação possível (ver tabela 1).

Tabela 1. Variáveis Independentes utilizadas.

Variável	Fonte/Base	Formato/Descrição
Altimetria	SRTM	Raster, resolução espacial de 90 metros.
NDVI	Landsat7	Raster, Índice Normalizado da Vegetação, resolução espacial de 30 metros.
Tasseled Cap – Greiness	Landsat7	Raster, Transformação que destaca a reflectancia da clorofila existente na vegetação e da estrutura da folha, resolução espacial de 30 metros.
Tasseled Cap – Wetness	Landsat7	Raster, Transformação sensível à humidade existente na vegetação e na folha, resolução espacial de 30 metros.
Uso do Solo	Corine Land Cover 2000	Formato vectorial.
Orientação de Encostas	SRTM	Raster, resolução espacial 50 metros, transformação efectuada tendo por base dados do SRTM.
Precipitação	Precipitação Total / Atlas do Ambiente	Formato vectorial, dados precipitação média anual no período de 1931 a 1960
Litologia	Altas do Ambiente	Formato vectorial.
Sombreamento	SRTM	Raster, resolução espacial 50 metros, transformação efectuada tendo por base dados do SRTM.
Declives	SRTM	Raster, resolução espacial 50 metros, transformação efectuada tendo por base dados do SRTM.
Acumulação de Fluxos	SRTM	Raster, resolução espacial 50 metros, transformação efectuada tendo por base dados do SRTM
Custo às Linhas de Água	SRTM / Rede Hidrográfica (Atlas do Ambiente)	Raster, resolução espacial 50 metros, transformação efectuada tendo por base dados dos Declives e da Rede Hidrológica
Insolação	SRTM	Raster, resolução espacial 50 metros, transformação efectuada tendo por base dados do SRTM, calculo efectuada para o dia 21 de Dezembro.
Curvatura	SRTM	Raster, resolução espacial 50 metros, transformação efectuada tendo por base dados do SRTM.

O IGESPAR cedeu a localização de 304 EA (variável dependente), mas após uma validação, apenas foram consideradas 198 com localização fidedigna. Deste universo total de 198 estações optámos por utilizar inicialmente, para a criação do MP, apenas 99 (ver Figura 3), as quais foram seleccionadas aleatoriamente, deixando as restantes para a validação do mesmo.

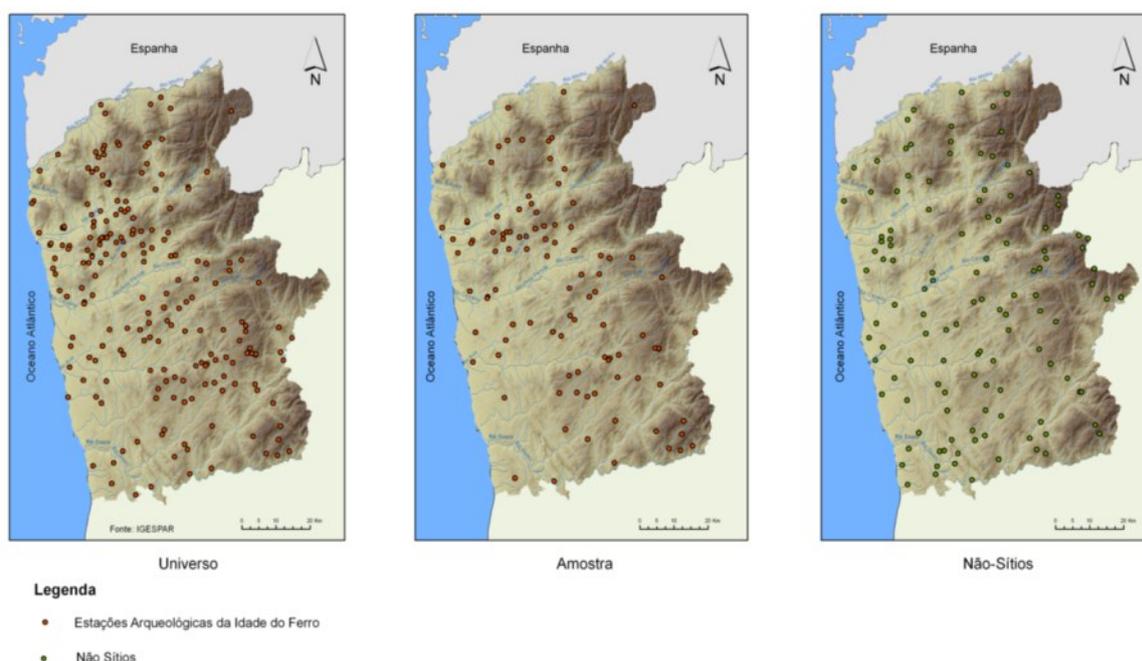


Figura 1. Definição de Universo, Amostra e Não-Sítios.

Por outro lado, foi necessário ter outros pontos que ilustrassem a diversidade no comportamento das variáveis escolhidas dentro da área de estudo, para tal recorremos à criação de 120 pontos aleatórios (ver Figura 3). Este tipo de pontos, designados por não sítios - NS (Brandt, et al., 1992), foi utilizado para cálculos estatísticos nas etapas seguintes.

3.2. Métodos

Depois de gerada a informação base foi necessário perceber até que ponto as variáveis independentes afectam a localização de EA (ver Figura 4), e à semelhança de outros autores (Mink et al, 2006; Warren e Asch, 2005) recorremos a testes não-paramétricos, nomeadamente, o teste do chi-quadrado para dados organizáveis numa escala nominal (Morais, 2005) e o teste de Man-Whitney para dados organizados por *ranking* (Conolly e Lake, 2008). Estes dois testes destinam-se a um objectivo comum, *i.e.*, a eliminação de variáveis independentes que possuam comportamentos semelhantes entre as EA e os NS, eliminando redundâncias nos dados de entrada. Se determinada variável independente apresentar significância estatística entre as EA e os NS significa que, não contribuem para a predição de áreas de potencial arqueológico, visto que os valores observados nas EA não apresentam diferenças em relação ao resto do território em estudo.

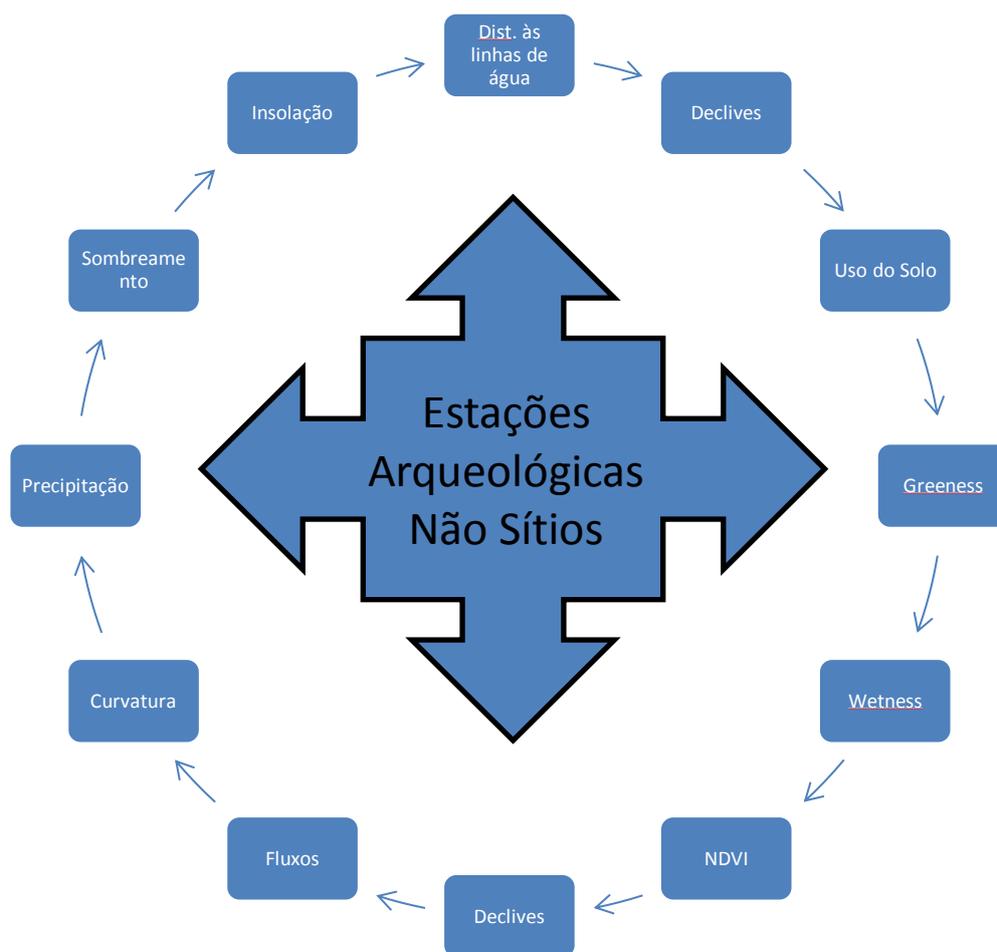


Figura 2. Organização das variáveis consideradas

De 14 variáveis independentes examinadas inicialmente, apenas 8 se mostram estatisticamente diferentes entre as EA e os NS, ou seja, apenas consideramos que 8 variáveis podem assumir alguma relevância para entender a localização de Castros.

Em muitas situações práticas, o investigador vê-se envolvido na necessidade de construir um modelo matemático com o objectivo de estudar alguns fenómenos observados. Esse modelo deve servir para predição e controle, mas ao mesmo tempo, tem de se aproximar da realidade de uma forma simples, ou seja, o modelo deve conter a informação fundamental para a sua compreensão de forma a não tornar o sistema complexo e difícil de manipular (Queiroz, 2004). Neste pressuposto, optámos por recorrer à técnica da regressão logística binária para a criação do MP. A regressão logística binária, porque temos dois tipos de dados - EA e não sítios - (Venticinque, et al. 2007), permite a previsão da probabilidade da ocorrência de determinado evento (Matos, 1995), estabelecida numa escala de 0 a 1 (Landau e Everitt, 2004).

Para a regressão logística binária foi estipulado o valor de intercepção do eixo y dos coeficientes presentes na tabela 2.

Tabela 2. Valores de Intercepção de Coeficientes

Parâmetro	Valor estimado / Coeficiente
Intercepção de Y	-1,326
Altimetria	0,003
Orientação de encosta	-0,304
Litologia	0,014

Precipitação	0,001
Declives	-0,752
Custo a Linhas de água	0,002
Curvatura	7,023
Acumulação de Fluxos	-32,655

Podemos observar que os valores dos coeficientes para a altimetria, precipitação e custo às linhas de água são muito próximos de 0, denunciando pouco contributo para o MP, ao contrário da acumulação de fluxos que possui o valor mais distante de 0. Como tal, no software SPSS⁵ foram analisadas duas regressões logísticas, uma com as variáveis existentes na tabela 2 e outra regressão que não inclui as 3 variáveis referidas. Analisando a taxa de sensibilidade de predição da primeira regressão observamos que esta possui 94,5% de sucesso. Com segunda regressão obtivemos 92,2% de taxa de sensibilidade. Ou seja, apesar da altimetria, da precipitação e do custo às linhas de água não possuírem coeficientes altos, a sua inclusão ajuda a melhorar a eficácia de predição.

Deste modo, os resultados obtidos com a regressão logística binária ajudaram a combinar todos os temas num único mapa que apresenta a probabilidade de ocorrência de EA da Idade do Ferro para a área de estudo (ver Figura 5). Podemos facilmente observar a existência de uma grande quantidade de áreas onde a probabilidade de ocorrência de EA é 0 (fraca probabilidade - áreas com valor potencial muito baixo) e áreas de maior probabilidade com valores próximos de 1 (áreas com valor potencial muito alto) que constituem, no geral, áreas muito estreitas e alongadas.

⁵ *Statistical Package for Social Sciences*

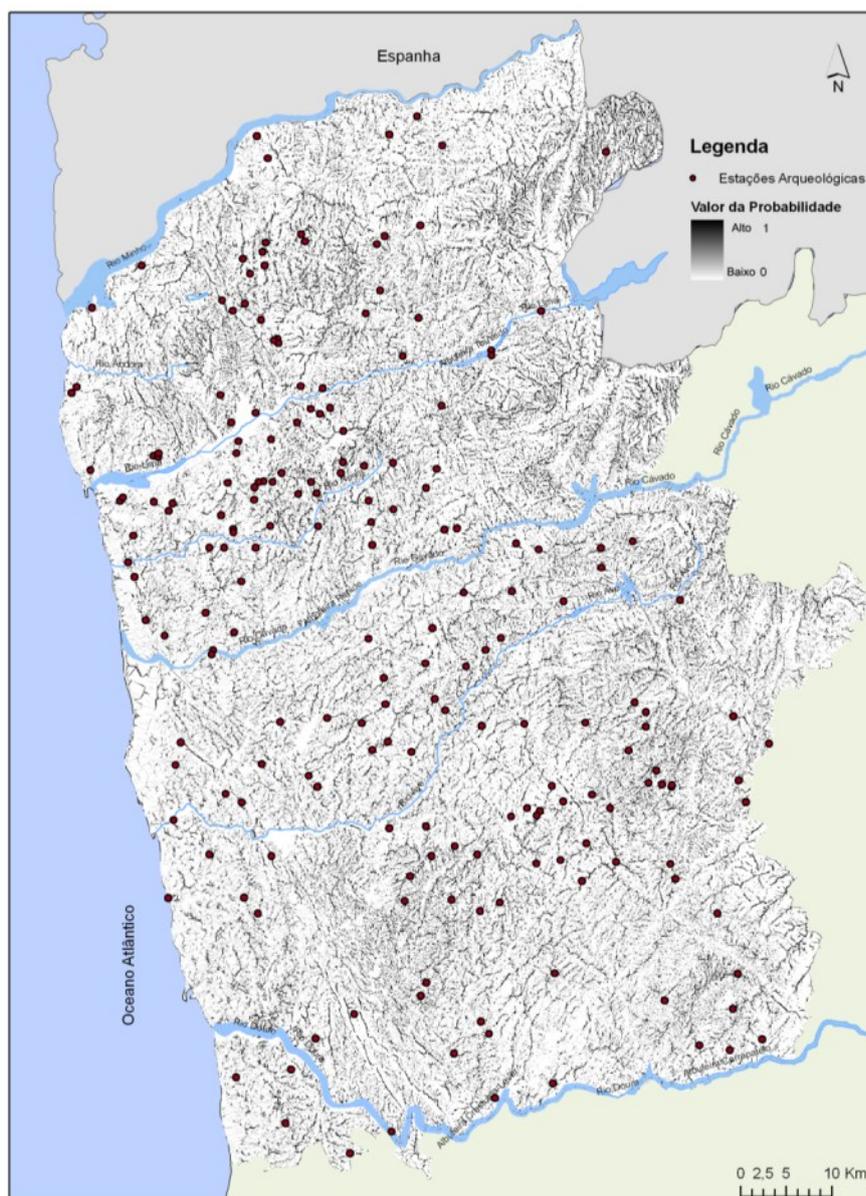


Figura 3. Modelo Preditivo.

4. Resultados

Qualquer modelo pode ser melhorado e validado, e para o nosso caso, foram usados os parâmetros relativos às 199 EA e os 120 NS, para a sua validação e afinação do grau de representatividade do resultado obtido. Respondendo à necessidade de melhorar um modelo Kvamme (1988) utilizou um gráfico capaz de definir o índice de probabilidade óptimo, ou seja, dentro da escala criada pela regressão logística binária (0 a 1), definir um valor a partir do qual o resultado é mais fiável. Trata-se de um gráfico que representa a percentagem acumulada (eixo Y) de EA e de NS confrontando-os com o grau de probabilidade (eixo X). O valor de probabilidade óptimo é definido pelo valor apresentado no eixo X quando as duas linhas, EA e NS, se cruzam. Para o MP criado, o valor de probabilidade óptimo obtido foi de 0,77 (Figura 6).

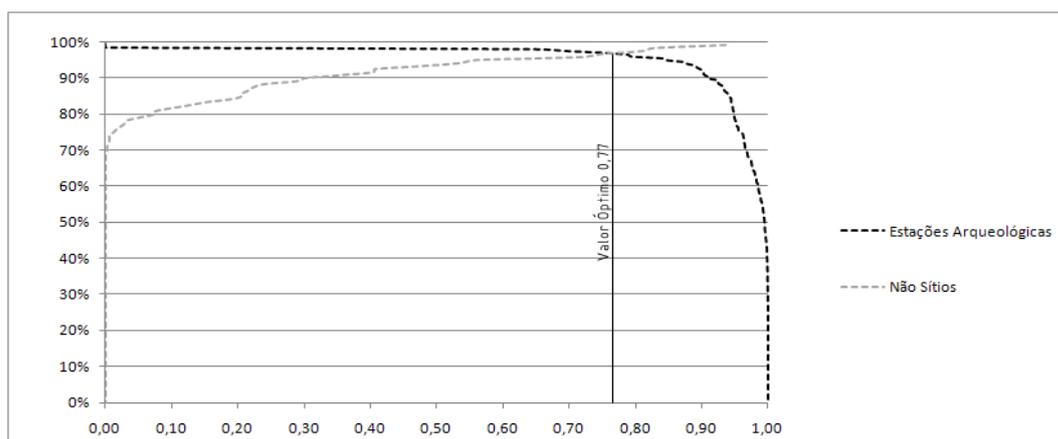


Figura 4. Definição de Valor Ótimo.

Como tal, foi criado um novo mapa (ver Figura 7) que representa apenas dois tipos de áreas, ou seja, áreas com valores inferiores a 0,77 e áreas com valores superiores a 0,77, correspondendo a áreas de muito baixa probabilidade ou de muito alta probabilidade. Perante esta nova reclassificação, 96,97% das EA e 2,50% dos NS encontram-se em áreas cuja probabilidade é superior a 0,77. Por outro lado, 97,50% dos NS e 3,03% das EA encontram-se com valores inferiores a 0,77.

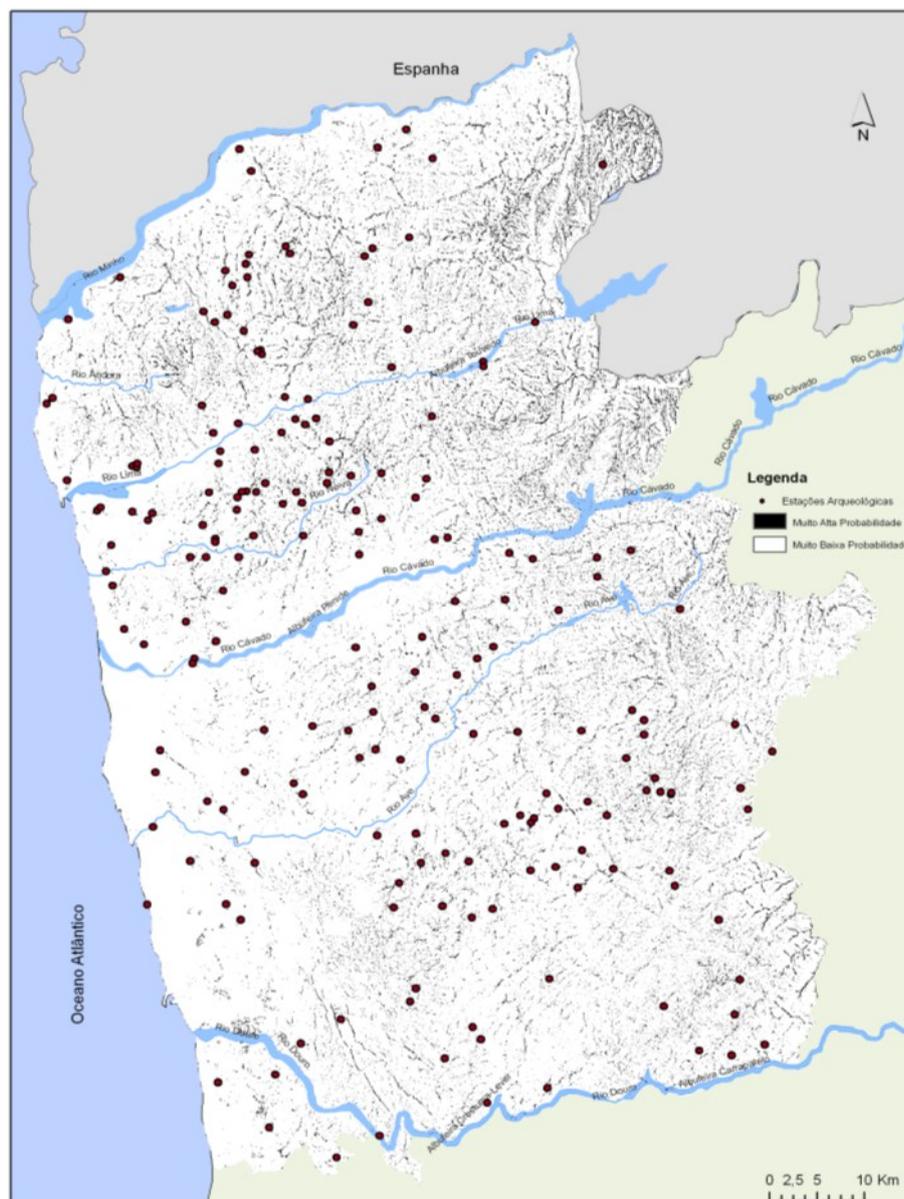


Figura 5. Modelo preditivo com aplicação do valor Ótimo.

Para avaliar o desempenho deste modelo com o valor óptimo podemos estimar o índice de ganho (Wheatley e Gillings, 2002) que varia desde o valor 1 (altamente preditiva), 0 (sem predição) e -1 (predição contrária ao que era suposto). O índice de ganho pode ser calculado pela subtração de 1 ao resultado da divisão da percentagem de área onde as EA são preditas com a percentagem de EA observadas nos sítios preditos. Neste caso, os pixéis com valores superiores a 0,77 ocupam 5,02% da área de estudo, o que permite obter um índice de ganho de 0,95, demonstrando assim a eficácia do modelo.

5. Discussão

Uma vez criado e testada a eficácia do modelo, decidiu-se comprovar a sua aplicação em duas vertentes, na primeira vertente focalizando a temática do ordenamento do território e na segunda vertente a aplicação do modelo como auxílio na investigação, nomeadamente, na prospeção arqueológica superficial⁶.

⁶ A prospeção arqueológica superficial pode ser assistemática ou sistemática. A primeira baseia-se em trabalho de campo com uma trajectória definida, onde se registam todos os achados. A segunda baseia-se na criação de um

Aproveitando a actual fase de elaboração de novos PDM⁷ em que muitos municípios se encontram, elaborou-se uma análise comparativa das áreas propostas para a protecção do património arqueológico, confrontando-as com os dados do MP criado com o valor óptimo (ver Figura 7). O município escolhido foi o da Trofa, porque actualmente possui uma nova proposta de PDM que à data da presente investigação se encontrava em discussão pública⁸. Pertencente ao distrito do Porto, o município da Trofa é composto por oito freguesias, com um total de 71,71 Km² e cerca de 38.000 habitantes (INE - dados de 2001). Encontra-se delimitado a norte por Vila Nova de Famalicão, a este por Santo Tirso, a sul pela Maia e a oeste por Vila do Conde.

Na proposta de regulamento deste PDM, na subsecção II, encontram-se identificados as zonas de protecção, nas quais se inclui o património arqueológico, a saber:

“Subsecção II

Património Arqueológico

Artigo 22º

Identificação

O património arqueológico, identificado na Planta de Ordenamento – Património, integra:

- a) Património classificado e em vias de classificação;*
- b) Zonas de Potencial Arqueológico, definidas com base em referências documentais, toponímicas ou eventuais achados.*

Artigo 23º

Zona de Potencial Arqueológico

1 - Nas áreas que integram as ZOPA, assinaladas na Planta de Ordenamento – Património, qualquer tipo de obra que implique alteração, movimentação ou remoção de solos independentemente do fim a que se destine, é sujeito a parecer da Câmara Municipal e parecer vinculativo da entidade da tutela competente, definindo o tipo de trabalhos a realizar, designadamente, acompanhamento arqueológico e ou realização de sondagens arqueológicas.

2 - As medidas de protecção e valorização preconizadas nos relatórios dos trabalhos arqueológicos exigidos por lei são objecto de parecer da Câmara Municipal e parecer vinculativo da entidade da tutela competente”.

Pela leitura dos artigos 22º e 23º do referido PDM, deparamos com a distinção de dois tipos de zonas, uma onde se insere o património classificado e em vias de classificação, outra, adequada ao tema da presente dissertação, as ZOPA, uma vez que trabalham com a potencialidade da existência de EA numa determinada área. Como tal, iremos verificar se as ZOPA coincidem com os dados do MP que construímos.

rigorosa rede, que divide a área de estudo em sectores que são prospectados de forma ordenada, sendo feito o registo minucioso de todos os achados (Bahn e Renfew, 1998).

⁷ “O plano director municipal estabelece a estratégia de desenvolvimento territorial, a política municipal de ordenamento do território e de urbanismo e as demais políticas urbanas, integra e articula as orientações estabelecidas pelos instrumentos de gestão territorial de âmbito nacional e regional e estabelece o modelo de organização espacial do território municipal” - Coimbra: CCDRC. Disponível em WWW: <<http://www.ccdrc.pt/prot/pdm>>.

⁸ Discussão pública de 24 de Julho a 1 de Outubro de 2009

Segundo a informação contida nas fichas de património do PDM, existem 2 zonas⁹ que podem ser comparadas, uma relativa ao Castro de Alvarelhos¹⁰ (freguesia de Alvarelhos) e a zona da Subidade (freguesias de São Cristóvão do Muro e São Mamede do Coronado). O Castro de Alvarelhos foi alvo de várias intervenções nos anos 90 do século passado, o que permitiu definir, além da ocupação da Idade do Ferro (Dias & Souto, 2004), outras ocupações, nomeadamente, durante a Idade Média (base de dados do IGESPAR). Como podemos verificar pela Figura 8, na proposta de PDM figura uma Zona Especial de Protecção bem definida, contudo, o MP detectou a área principal da EA.

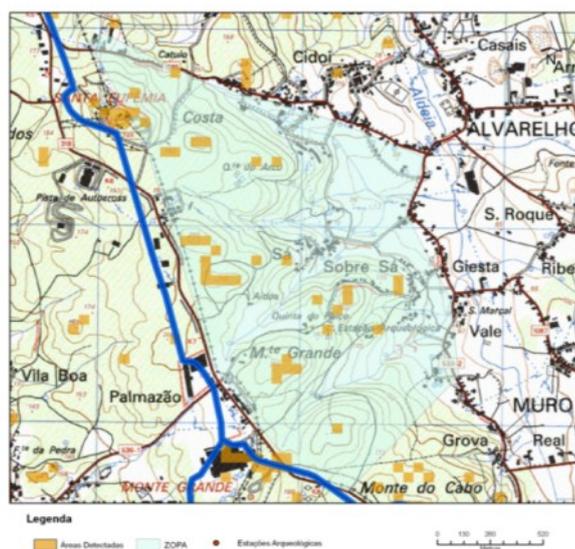


Figura 6. Castro de Alvarelhos, ZOPA e áreas detectadas no Modelo Preditivo.

A ZOPA da Subidade (com o topónimo Monte de Cima na Carta Militar) segundo a ficha de património do PDM trata-se de uma EA da Idade do Ferro (ver Figura 7) onde foi encontrado algum espólio cerâmico (Base de dados do IGESPAR). É com agrado que verificámos que esta EA se encontra também localizada no MP construído.

⁹ Existem outras 4 ZOPA, mas foram excluídas da presente dissertação por se dedicarem à protecção de EA de cronologias diferentes.

¹⁰ Esta EA, é monumento nacional desde 1910 e apesar de já se encontrar protegido por uma Zona Especial de Protecção (portaria 106/93) consta das ZOPA na presente proposta para PDM.

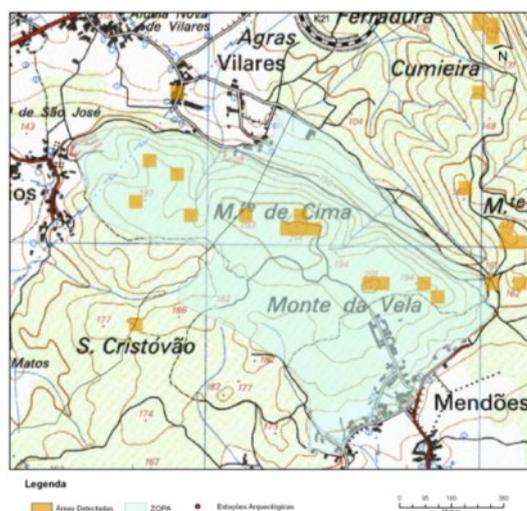


Figura 7. Subidade, ZOPA e área detectada.

No que toca à investigação, elaborámos uma proposta de áreas a prospectar, sobrepondo a título de exemplo, o MP criado com as cartas militares correspondentes na escala 1.25000, e que rapidamente, através da análise à toponímia existente pudesse indicar a presença de EA.

A primeira conclusão é que o modelo detectou uma outra estação arqueológica denominada de S. Gens de Cidai (Silva, 2007) que se localiza no topo da serra do Bougado, onde actualmente existe uma capela. Esta EA consta da base de dados do IGESPAR (com o código nacional de sítio 3759). Ao mesmo tempo, podíamos propor como sítios indicados para a prospecção, duas áreas, o “Facho”, que toponimicamente significa posto de vigia, e a área dos “Castelinhos”, que poderá indicar uma área fortificada (ver Figura 10).



Figura 8. Resultados do Modelo para o município da Trofa.

6. Conclusão

Nesta fase podemos afirmar que a elaboração de MP para a predição de potenciais áreas arqueológicas da cultura castreja, surge como uma mais-valia à protecção do património arqueológico, podendo ser utilizado na vertente de investigação e na vertente do ordenamento do território. Ao criar um MP sustentado em bons critérios, podemos criar um instrumento auxiliar que pode ser usado na elaboração de cartas de risco arqueológico (Botica et al., 2003). Com isto não se está a modelar o passado, mas antes, a modelar o presente, pela salvaguarda de áreas arqueológicas em risco (Dore e Wandsnider, 2006).

Actualmente, o nosso país já se encontra dotado de legislação adequada para a protecção do património, assim como, de institutos públicos que cumpram essa função, embora nem sempre possuem todos os meios necessários para salvaguardar o património arqueológico. São sempre necessários meios técnicos especializados que ajudem a proteger a fragilidade de estruturas arqueológicas e a minimizar impactes provocados por empreendimentos públicos ou privados (Real, 2004).

É certo que a aplicação de modelos estatísticos de forma a prever o comportamento humano é controversa, contudo, pelo trabalho desenvolvido podemos concluir que este tipo de modelos mostrou-se útil e versátil. Com um elevado índice de ganho e com a detecção de quase 97% das estações arqueológicas cuja localização foi confirmada, este modelo mostrou-se útil na definição de áreas com potencial arqueológico referente à Idade do Ferro.

No entanto, o presente modelo ainda carece de trabalho de campo direccionado para a confirmação da informação contida no modelo, contudo, parece-nos que seria útil para os gestores de recursos culturais disporem deste tipo de ferramentas como auxílio no ordenamento do território, ou seja, "...os fins justificam os meios" (Lock & Harris, 2006).

7. Bibliografia

Araújo, M. A. (1991). *Evolução geomorfológica da plataforma litoral da região do Porto*. Porto.

Bahn, P., & Renfrew, C. (1998). *Arqueología, Teorías, Métodos y Prácticas* (2º ed.). Madrid: Akal.

Barton, C. M., Bernabeu, J., Aura, J. E., Garcia, O., & Roca, N. L. (2002). Dynamic landscapes, artifact taphonomy, and landuse modeling in the western Mediterranean. *Geoarchaeology*, 17(2), 155-190.

Binford, L. R. (1972). The new archaeology: an American archaeologist gives his own opinion. *The Listener*, 87.

Botica, N., Santos, M. Y., & Lemos, F. S. (2003). *Modelo preditivo de património arqueológico*. Paper presented at the CONFERÊNCIA DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO. Retrieved from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/5595>

Brandt, R., Groenewoudt, B. J., & Kvamme, K. L. (1992). An Experiment in Archaeological Site Location: Modeling in the Netherlands using GIS Techniques. *World Archaeology*, Vol. 24, N.º 2 (Analytical Field Survey), 268-282.

Conolly, J., & Lake, M. (2008). *Geographical Information Systems in Archaeology* (3ª ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Dias, V., & Souto, P. (2004). Uma década de "Arqueoenergia". *Trabalhos de Arqueologia*, 39, 11-35.

Dore, C. D., & Wandsnider, L. (2006). Modeling for Management in a Compliance World. In M. W. Mehrer & K. L. Wescott (Eds.), *GIS and Archaeological Site Location Modeling* (pp. 66-88). Boca Raton: Taylor & Francis.

Ferreira, A. B. (1983). *Problemas da evolução geomorfológica quaternária no noroeste de Portugal*.

Gamble, C. (Ed.). (2001). *Archaeology, the basics*. New York: Taylor & Francis.

Hodder, I. (2005). Process is too important to be left to the processualists. In T. Francis (Ed.), *Theory and practice in archaeology*. London.

Kvamme, K. (1998). *Quantifying the Present and Predicting the Past*. Colorado: U.S. Department of Interior Bureau of Land Management.

Landau, S., & Everitt, B. S. (2004). *A handbook of statistical analyses using SPSS*. Boca Raton: Chapman & Hall.

Lock, G., & Harris, T. (2006). Enhancing Predictive Archaeological Modeling: Integrating Location, Landscape, and Culture. In M. W. Mehrer & K. L. Wescott (Eds.), *GIS and Archaeological Site Location Modeling* (pp. 36-56). Boca Raton: Taylor & Francis.

Matos, M. A. (1995). Manual Operacional para a Regressão Linear. In FEUP (Eds.) Available from <http://paginas.fe.up.pt/~mam/regressao.pdf>

Mink, P. B., Stokes, B. J., & Pollack, D. (2006). Points vs. Polygons: A Test Case Using a Statewide Geographic Information System. In M. W. Mehrer & K. L. Wescott (Eds.), *GIS and Archaeological Site Location Modeling* (pp. 200 - 219). London: Taylor & Francis.

Morais, C. M. (2005). Escalas de Medida, Estatística Descritiva e Inferência Estatística. In I. P. d. Bragança (Eds.) Available from <http://www.ipb.pt/~cmmm/conteudos/estdescr.pdf>

Niknami, K. (2006). *Landscape Archaeological Heritage Management in the Information Age*. Retrieved from <http://www.virtualworldheritage.org/index.cfm?pg=PapersProjects&l=en>

Periman, R. D. (2005). Modeling landscapes and past vegetation patterns of New Mexico's Rio del Oso Valley. *Geoarchaeology*, 20(2), 193-210.

Queiroz, N. M. d. O. B. (2004). *Regressão logística – uma estimativa Bayesiana aplicada na identificação de fatores de risco para HIV, em doadores de sangue*. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.

Real, F. (2004). Uma grande operação de Arqueologia preventiva e de salvamento. *Trabalhos de Arqueologia*, 39, 7-8.

Shanks, M. (1992). *Re-Constructing Archaeology* (Second Edition ed.). London: Routledge.

Silva, A. C. F. (1995). A evolução do habitat castrejo e o processo de proto-urbanização no Noroeste de Portugal durante o Iº milénio a.C. *Revista da Faculdade de Letras : História*, 12, 505-546.

Silva, A. C. F. d. (1983/1984). A Cultura Castreja no Noroeste de Portugal: Habitat e Cronologia. *Portugalia*, 04-05, 121-130.

Silva, A. C. F. d. (1999). A Cultura Castreja no Norte de Portugal. *Revista Guimarães*, 111-132.

Silva, A. C. F. d. (2007). *A cultura Castreja no Noroeste de Portugal* (2ª ed.). Paços de Ferreira: Câmara Municipal de Paços de Ferreira.

Soares, L. (2008). *A importância das formações superficiais no âmbito dos processos de erosão hídrica e movimentos de vertente noo NW de Portugal*. Unpublished Geografia Física, Universidade do Porto, Porto.

Tilley, C. (2004). *The materiality of stone : explorations in landscape phenomenology*. Oxford: Oxford International Publishers.

Valério, P., Araújo, M., & Martinez, J. S. (2006). Caracterização química de produções metalúrgicas do Castro da Senhora da Guia de Baiões (Bronze Final). *O Arqueólogo Português*, 24, 289-319.

VENTICINQUE, E. M., CARNEIRO, J. S., MOREIRA, M. P., & FERREIRA, L. (2007). O uso de regressão logística para espacialização de probabilidades. *MEGADIVERSIDADE*, 3(1-2), 25-37.

Warren, R. E., & Asch, D. L. (2005). A Predictive Model of Archaeological Site Location in the Eastern Prairie Peninsula. In T. Francis (Ed.), *Practical applications of GIS for archaeologists: a predictive modeling kit* (pp. 6 - 36). Philadelphia.

Wheatley, D., & Gillings, M. (2002). *Spatial Technology and Archaeology*. London: Taylor & Francis.