

CARTOGRAFIA DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO EM APICULTURA

Por: Paulo Fernandez^{1,2},
João Marques¹, Ofélia Anjos^{1,3}

¹IPCB/ESA – Instituto Politécnico de Castelo Branco – Escola Superior Agrária, Castelo Branco, Portugal

²ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora, Évora, Portugal

³Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal

Resumo

O planeamento metódico do território permite, extrair o potencial de cada região e preservar os recursos naturais.

Os municípios do Crato e de Portalegre, apresentam boas condições edafoclimáticas para a de um mel de prática apícola, apresentando uma floração sucessiva e diversificada, o que conduz à produção excelente qualidade. A área de estudo encontra-se na Zona Controlada sob gestão da Apilegre.

Este estudo enquadra-se no seguimento de outros trabalhos anteriormente desenvolvidos pela mesma equipa e pretende integrar vários parâmetros biofísicos, através de uma metodologia de análise espacial, para apoio à tomada de decisão na instalação de apiários.

As cartas de zonas com potencial apícola e as zonas interditas são elementos importantes no apoio ao ordenamento apícola e que podem ser melhorados com a integração de novas variáveis, tais como: a influência do uso de pesticidas na agricultura e a proximidade a fontes de radiação eletromagnética.

Palavras-chave: Análise Espacial, Ordenamento do Espaço Rural, Potencial Apícola, SIG

INTRODUÇÃO

A apicultura é uma atividade de importância relevante para o mundo rural e em crescimento em Portugal. Por outro lado as abelhas são parceiros essenciais para o sucesso da agricultura devido aos seus serviços de polinização (Gallai *et al.* 2009).

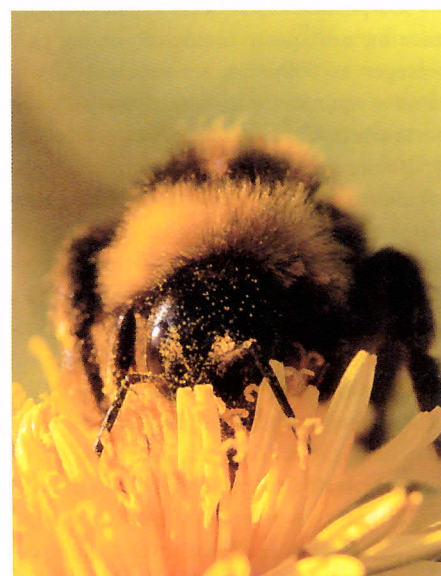
A produção mundial de mel tem conhecido um acréscimo permanente nos últimos anos, em número de efetivos (média 2,2% ao ano) e em produção de mel (média de 2,1% ao ano). Em termos de produção passou-se das 1 254 830,10 ton produzidas em 2000 para 1 540 242,10 em 2010 (FAO, 2012). Em Portugal este acréscimo tem sido também significativo havendo ainda potencialidade para um crescimento maior, pelo facto de a Europa ser deficitária em relação aos produtos da colmeia e nomeadamente ao mel (Gonçalves, 2013).

Para uma melhor gestão e organização de uma atividade em crescimento torna-se urgente criar mecanismos de ordenamento, gestão e tomada de decisão para esta atividade.

Em vários campos da decisão e do ordenamento do território o conhecimento espacial das variáveis de interesse é fundamental para uma boa política de ação e decisão. O ordenamento do espaço rural de um modo geral e especificamente o ordenamento apícola do território é uma temática pluridisciplinar que deve ser abordado considerando várias vertentes e diferentes variáveis características de cada região.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ferramentas que permitem integrar informação espacial (geográfica) sobrepondo a vários tipos de informação relevante para o estudo em causa, ajudando a visualizar, compreender e interpretar dados espaciais de forma a revelar relações, padrões e tendências espaciais. Nos últimos anos, a informação geográfica tornou-se uma ferramenta indispensável para a gestão do território nas mais diversas áreas de atuação. As características físicas de um espaço condicionam de forma determinante o uso e a ocupação do território, bem como os modelos de gestão e ordenamento do mesmo.

A utilização de SIG, que permitem a aquisição e processamento de dados georreferenciados bem como a sua manipulação e análise para posterior elaboração de cartografia temática e implementação de sistemas de apoio à decisão, são ferramentas indispensáveis para o correto Planeamento e Ordenamento das mais diversas atividades. A atividade apícola, não é exceção e dado que é uma atividade dependente de várias condicionantes é necessário uma análise integrada com recurso à produção de cartografia específica para o setor.



Segundo Anjos *et al.* (2013), a sobreposição de diferentes fontes de informação geográfica através de análise espacial permite identificar zonas com potencial apícola e zonas interditas. Segundo os mesmos autores os SIG permitem simular cenários de deslocalização dos apiários de forma que a sua localização geográfica cumpra os requisitos legais. A informação elaborada sob a forma de cartografia temática constitui uma ferramenta de gestão da atividade de apícola.

Alguns trabalhos têm sido efetuados sobre a temática do ordenamento apícola com recurso a metodologias SIG no sentido de criar modelos de apoio à tomada de decisão (Maris *et al*, 2008; Lidónio *et al*, 2010; Anjos *et al*, 2010; Amiri *et al*, 2011; Roque, 2011; Amiri *et al*, 2012; Marques *et al*, 2012; Anjos *et al*, 2013; Roque *et al*, 2013).

Para além das variáveis apresentadas nos estudos anteriormente referidos como importantes para a apicultura, outros fatores devem ser tidos em consideração devido a possibilidade de afetarem a vida da colónia de abelhas e serem potenciais fatores impulsionadores do desaparecimento de colmeias conhecido como *Colony collapse disorder* (CCD). Os campos eletromagnéticos artificiais, como antenas de telemóvel e postes de alta tensão têm sido indicados como algumas causas potenciais do desaparecimento e mortalidade de colónias de abelhas. Estes estudos indicam uma influência forte no sistema de navegação das abelhas perturbando o seu sistema de comunicação e localização (Kumar *et al* 2011; Favre, 2011; EFSA, 2009; Hayes, 2007; Diagnose-Funk 2007; Harst *et al*. 2006).

Os pesticidas são uma substância química ou um agente biológico usados para proteger as colheitas, no entanto, alguns estudos apontam para alterações no comportamento das abelhas e sua mortalidade (Johnson *et al*, 2010; Thompson, 2003; Johansen, 1977). O uso de produtos fitofarmacêuticos (pesticidas de uso agrícola) nos ecossistemas agrícolas tem vindo a ser apontado como uma das causas para a morte das abelhas e colapso das colónias, podendo não só afetar as abelhas por toxicidade a níveis letais como afetar o seu comportamento impedindo o seu regresso às colmeias.

Este trabalho pretende demonstrar a importância do ordenamento apícola recorrendo a ferramentas SIG através da apresentação de um caso prático de aplicação nos municípios de Crato e de Portalegre. Este estudo é uma continuação da investigação desenvolvida por Anjos *et al*. (2013), em que pretende adicionar ao modelo já proposto mais algumas variáveis com importância para o ordenamento apícola.

A colaboração da Apilegre (Associação dos Apicultores do Nordeste do Alentejo), através do fornecimento de grande parte dos dados para a elaboração deste trabalho foi fundamental para a sua execução.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange os municípios de Portalegre e de Crato pertencentes ao Distrito de Portalegre (Figura 1).

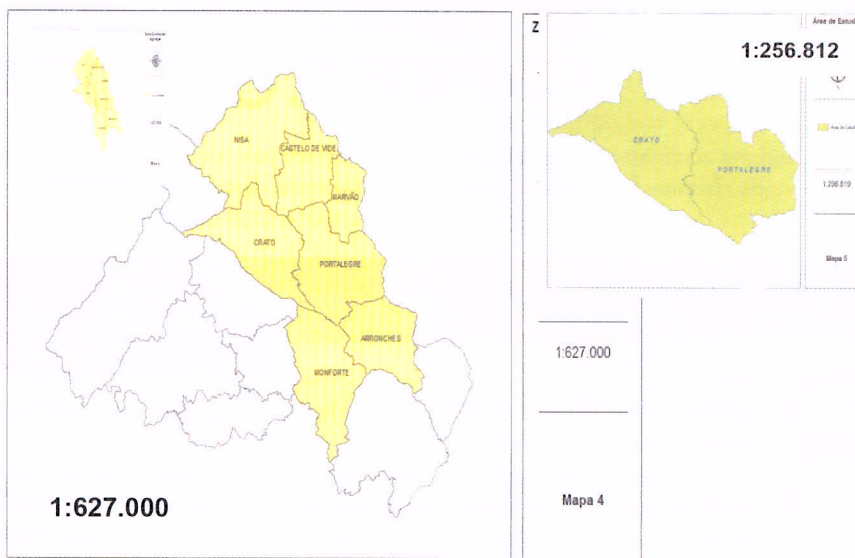


Figura 1
Enquadramento geográfico da área de estudo. Fonte: Anjos *et al*, 2013

O município de Portalegre possui 4 grandes zonas, que devido à sua riqueza florística e biodiversidade, apresenta um potencial apícola importante: áreas de montado, matas e corredores húmidos.

A área de estudo é predominantemente ocupada por florestas e áreas de vegetação arbustiva ou herbácea, seguidas por áreas agrícolas heterogêneas, principalmente culturas de regadio e sequeiro, às quais se associam pomares, alguma vinha e montados (Corine Land Cover, 2006).

Os dados iniciais para a elaboração da cartografia de base do presente trabalho foram apresentados por Anjos *et al*. (2013), onde, numa primeira fase foi efetuada a integração numa base de dados geográfica dos seguintes níveis de informação: ocupação do solo; hidrografia; morfologia do terreno; rede viária e aglomerados populacionais. Através de uma metodologia de análise espacial foi elaborada cartografia temática para representar o potencial apícola da área de estudo. A localização geográfica dos apiários foi efetuada através de um Sistema de Posicionamento Global (GPS). A localização permitiu elaborar uma Carta de Conflitos de Apiários, na qual são representadas as áreas de sobreposição entre as zonas exclusivas de cada apiário.

Numa segunda fase procedeu-se à integração, nos modelos anteriores, da localização de antenas de telemóvel (GSM), redes de transporte de energia em muito alta tensão e áreas agrícolas de aplicação de pesticidas (vinhas, pomares e culturas de regadio). Não se efetuou o estudo do tipo de produto químico ou biológico utilizado nem época de aplicação. Neste caso utilizou-se 1000 metros como distância mínima aos apiários. Em trabalhos futuros pretende-se efetuar uma reclassificação com base no tipo de agroquímico recorrendo a modelos de multicritério (Roque *et al*, 2011; Roque *et al*, 2013).

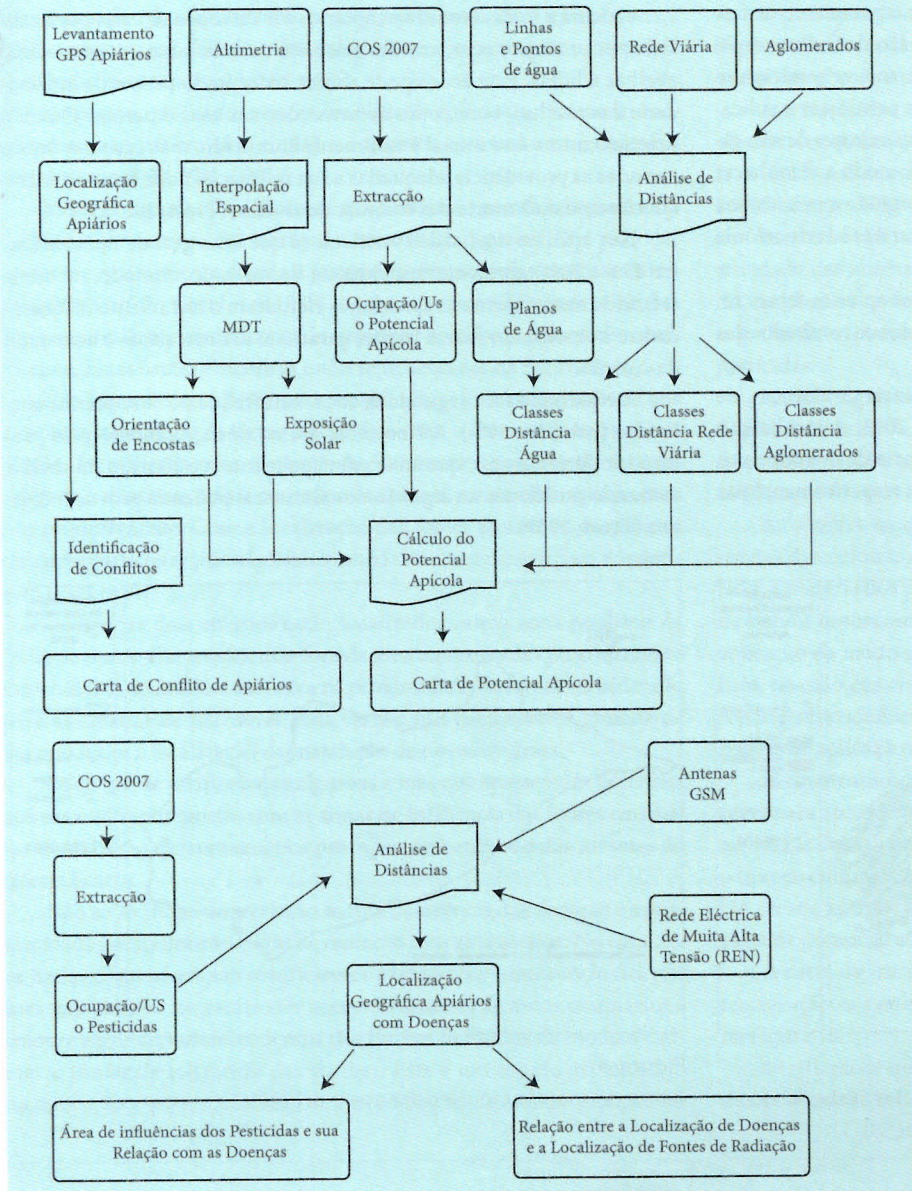
Numa última fase foi efetuada a sobreposição dos locais onde existiu ocorrência de doenças das abelhas de declaração obrigatória no triénio de 2010 a 2012. Este procedimento permite analisar a existência de uma relação entre proximidade às fontes emissoras de radiação e de aplicação de pesticidas com a possível incidência de doenças.

Na Figura 2 está representado o modelo de análise espacial, utilizado para classificação do potencial apícola e identificação de potenciais conflitos de localização dos apiários. São identificados os procedimentos de geoprocessamento utilizados e a cartografia temática intermédia e final elaborada nos estudos. Os procedimentos de análise espacial foram efetuados no programa ArcGIS 10 - ArcInfo com as extensões 3D Analyst e Spatial Analyst.

O estudo foi desenvolvido no sistema de referência PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989. As transformações para este sistema de referência foram realizadas

Figura 2

Modelo de análise espacial.



de acordo com o método de Grelhas NTV2 desenvolvido por Gonçalves (2010). As grelhas no formato NTV2 permitem a conversão entre os vários data locais utilizados em Portugal e o datum ETRS89. A transformação com grelhas tem erro médio quadrático de 9 cm no caso do datum Lisboa (Gonçalves, 2010).

A informação utilizada nas diferentes fases de análise encontra-se esquematizada de seguida:

- 1) A criação de Carta de Potencial Apícola para a Área de Estudo resultou da integração das seguintes variáveis:
 - 1.1) Ocupação do solo, baseada na classificação da Carta de Ocupação do Solo 2007 (IGP), disponibilizada pelo Instituto Geográfico Português (IGP) de acordo com a classificação de Nível II. Os corpos de água foram selecionados na COS 2007. Foi considerado como aceitável a instalação de apiários a 500 metros das zonas de flora com potencial apícola;
 - 1.2) Orientação de encostas, através da produção de um Modelo Digital do Terreno (MDT) para a Área de Estudo. O MDT foi elaborado com base na altimetria à escala 1/25000. As áreas com potencial apícola são as localizadas em encostas temperadas, quentes e muito quentes;

- 1.3) A Radiação Solar foi calculada com base no MDT e utilizando os valores de Azimute e Elevação às 9, 12 e 15 horas do dia 15 de cada mês do ano de 2013 (Sun Earth Tools, 2013) foram criadas modelos raster de exposição do sol para cada um dos meses e posteriormente, foi feito um modelo raster de sombreamento médio para o ano de estudo;

- 1.4) A hidrografia integra as linhas de água (ribeiras e ribeiras), pontos de água (poços e pequenas charcas) e planos de água (albufeiras). Esta informação geográfica foi cedida pelas Câmaras Municipais de Crato e de Portalegre. Foi definida uma área envolvente de 500 metros em torno das linhas, pontos e planos de água;

- 1.5) As condicionantes à instalação de apiários foram introduzidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 203/2005, de 25 de novembro. As shapefiles que serviram de base foram cedidas pela Câmara Municipal de Portalegre e do Crato.

- 2) Carta resultante da sobreposição do potencial apícola com as condicionantes e a ocorrência de doenças:

- 2.1) Carta de apiários, define a zona na envolvente de cada apiário de acordo com o Decreto-Lei n.º 203/2005.

- 2.2) Carta de doenças resulta da introdução na base de dados dos apiários dos resultados das análises anatomopatológicas realizadas e que foram disponibilizadas pela Associação de Apicultores Apilegre.

- 3) Informação relativa à localização de campos eletromagnéticos artificiais e de zonas de pomar:

- 3.1) A delimitação de áreas suscetíveis à influência por pesticidas foi elaborada através da extração das seguintes classes: culturas temporárias de regadio, vinhas e Pomares na cartografia de ocupação de solo;

- 3.2) A localização geográfica dos postes de alta tensão e antenas de telemóvel foram cedidas pelas Câmaras de Portalegre e do Crato.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo foram utilizadas como dados de base a carta de potencial apícola e carta de localização de apiários elaborados por Anjos *et al.* (2013). Neste trabalho é apresentada a carta resultante dessa informação de modo a

situar a cartografia produzida a partir da carta de potencial apícola anteriormente elaborada (Figura 3).

Existem vários organismos que podem atacar as abelhas causando problemas ao seu desenvolvimento, tanto na fase de larva quanto na fase adulta. Na grande maioria as doenças das abelhas são de fácil controle quando detetadas e tratadas a devido tempo, por isso é necessário um controle eficaz dos apiários com recurso a análises periódicas e aplicação de tratamentos adequados. Neste contexto, os apicultores devem estar atentos à situação sanitária das suas colónias, de modo a reconhecer os sintomas que indicam a presença de doenças, de modo a evitar a sua disseminação ou agravamento de modo a não colocar a saúde da colónia em risco, nem das colónias vizinhas.

Dada a importância do controle das doenças nos apiários foram recolhidos, organizados e armazenados na base de dados os resultados das análises efetuadas nos apiários.

Foi elaborada a cartografia temática da ocorrência de doenças, de declaração obrigatória, nos anos de 2010, 2011 e 2012. A localização geográfica dos apiários onde se verificou a ocorrência de doenças, nos anos de 2010, 2011 e 2012, encontra-se representada respetivamente nas Figuras 4, 5 e 6.

Quando foram detetadas doenças nos diferentes apiários, foi efetuado de imediato o seu controlo e tratamento garantido assim a saúde e continuidade das colónias.

A doença mais comum nos apiários é a Varroose. A Varroose é causada por um ácaro ectoparasita, que pode ocorrer tanto em crias como abelhas adultas. Este ácaro pode causar redução do peso e da longevidade das abelhas, bem como deformações nas asas e pernas. Quando detetado numa fase inicial é facilmente eliminado, mas caso não sejam tomadas as providência adequadas a sua infestação pode levar ao enfraquecimento ou à morte das colónias de abelhas (Prost, 2007).

Nos apiários analisados verificou-se que uma grande maioria (entre 45% e 70%) apresentava incidência de varroose, contudo, tal como referido anteriormente os apicultores efetuaram o tratamento recomendado e homologado para a região, garantido assim a saúde e bem-estar da colónia.

A Nosemose foi a segunda doença mais frequente nos apiários analisados (entre 9 e 50%). A Nosemose é uma doença causada pelo protozoário *Nosema apis*, que afeta principalmente o estômago da abelha, causando problemas na digestão dos alimentos podendo provocar diarreia (Prost, 2007).

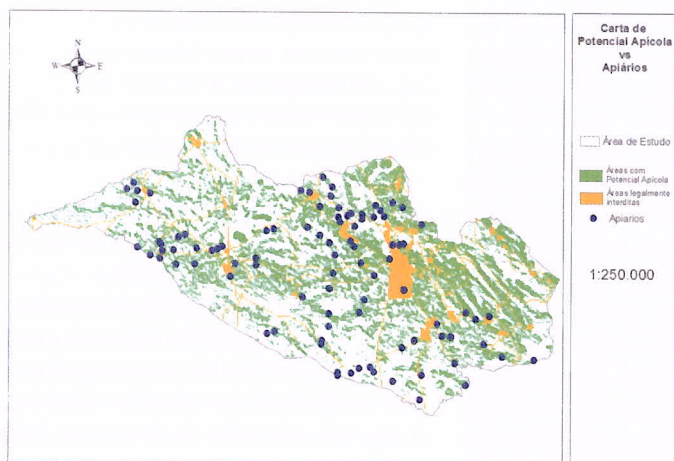


Figura 3
Carta de zonas com potencial apícola versus localização de apiários registados em 2012. Fonte: Anjos *et al*, 2013.

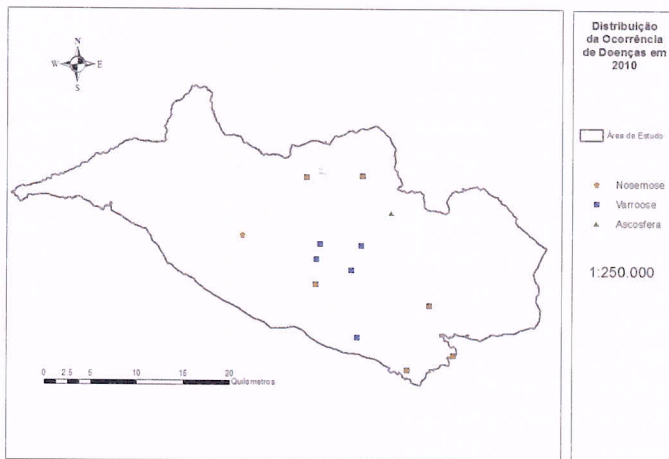


Figura 4
Carta de incidência de doenças em 2010.

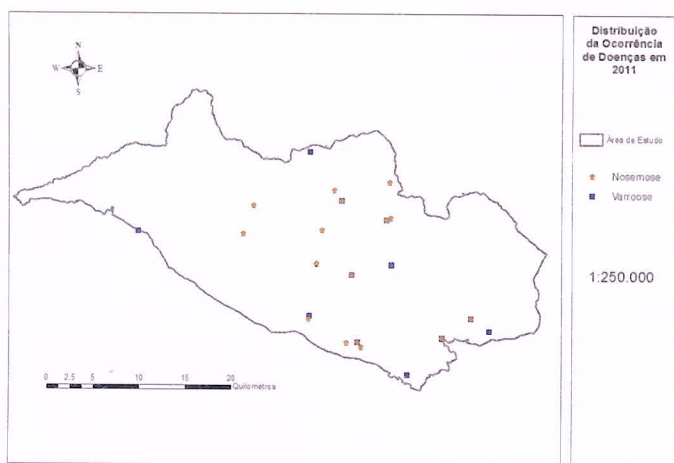


Figura 5
Carta de incidência de doenças em 2011.

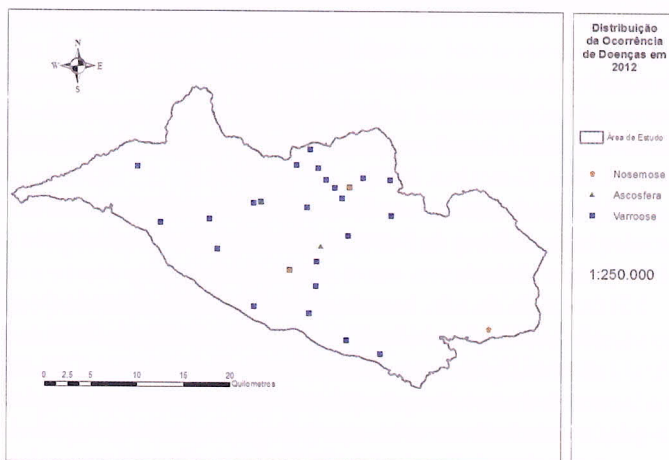


Figura 6
Carta de incidência de doenças em 2012.

A Ascosferiose é uma micose produzida pelo fungo *Ascosphaera apis*, que afeta exclusivamente as larvas com três ou quatro dias de vida, podendo esta doença causar alguns prejuízos se não forem tomadas atempadamente as devidas precauções (Prost, 2007). Esta doença apenas ocorreu em dois dos anos estudados e com uma percentagem de incidência muito baixa (entre 0 e 6%).

No período de 3 anos verificou-se que 10 apiários apresentaram resultados positivos em 2011 e 2012 e 2 apiários apresentaram resultados positivos em 2010, 2011 e 2012.

Existem algumas evidências de que a radiação provocada por fontes emissoras de campos eletromagnéticos artificiais prejudica a vida das colónias especialmente devido à perda de orientação das mesmas (Kirschvink *et al* 1997; Koral *et al* 1988). Assim, este fator deve ser considerado como limitante na definição do potencial apícola de uma determinada zona. Estas fontes emissoras estão representadas na Figura 7.

Não havendo, na bibliografia consultada, referência à distância que deve ser estabelecida de forma aos apiários não sofram influência da radiação, foi utilizada uma distância de 500 metros, porque esta foi considerada a distância ótima em redor da colónia para a obtenção de uma boa produtividade. Com a localização das fontes emissoras de campos eletromagnéticos artificiais foi delimitada a área exclusiva para a apicultura (Figura 8).

Apenas dois apiários estão localizados numa zona próximo da linha de muito alta tensão, mas fora da área considerada como limitante e apenas três apiários se encontra na proximidade do limite considerado para as antenas de telemóvel. Esta carta é útil para apoio à tomada de decisão sobre a localização da instalação de novos apiários.

Dado que se verificou que algumas zonas que apresentam potencial apícola estão sobrepostas com as zonas de influência das fontes emissoras de radiação eletromagnética procedeu-se à exclusão das mesmas da referida carta.

Não se verificou uma relação entre a ocorrência das doenças e a proximidade das fontes emissoras de radiação eletromagnética. No entanto, os dados disponíveis são insuficientes para extrair uma conclusão, por isso considera-se necessário ter acesso às análises de todos os apiários e colocar algumas colmeias dentro dos limites definidos de modo a estimar o limiar de tolerância das abelhas. Este é um estudo exploratório da aplicação e potencialidades de metodologias de análise espacial no

domínio da apicultura e pretende contribuir para o aperfeiçoamento de uma metodologia de ordenamento apícola a nível nacional. No entanto, é necessário efetuar um levantamento exaustivo de algumas variáveis de forma sistemática que possibilitem o refinamento de algumas metodologias e a extração de mais conhecimento nesta área. Este levantamento só é possível com o apoio das autoridades competentes do setor.

A extração das zonas com influência das fontes emissoras de radiação eletromagnética da carta de potencial apícola construída por Anjos *et al* (2013) reduz a área de potencial apícola em cerca de 3%, passa a ser 26265 hectares (Figura 9).

Existem evidências claras de que o uso de pesticidas afeta não só a atividade das abelhas como pode reduzir a qualidade do mel produzido, realizou-se neste estudo uma análise exploratória com base na cartografia de ocupação de solo sobre as áreas potenciais de aplicação e pesticidas.

Na bibliografia não são encontrados dados conclusivos sobre a distância mínima a considerar entre apiários e as zonas de aplicação de produtos químicos em pomares, pelo que se optou por considerar 1000 m.

As abelhas na qualidade de polinizadores são fundamentais para muitas das culturas que se encontram descritas nestas zonas. Por outro lado, a maioria dos produtos químicos utilizados têm a obrigatoriedade de efetuar testes com abelhas de modo a definir quantidades e épocas de aplicação de modo a que não sejam nocivas para as mesmas. Por outro lado, no caso das culturas que necessitam de polinização, muitas vezes recorre-se ao aluguer de colmeias para o serviço de polinização, fora das épocas de aplicação desses mesmos produtos.

A construção da carta com as “zonas de influência de pesticidas” serve para apoio à tomada de decisão dos apicultores não só para a transumância das colónias como para terem uma atenção redobrada, sobre o tipo de cultura e tipo de agroquímico utilizado para uma melhor gestão do seu apiário. Neste contexto, estas zonas não foram excluídas da carta de potencial apícola.

A carta da “zona de influência de pesticidas” sobreposta com o potencial apícola e os apiários da região no ano de 2012 está representada na Figura 10,

Verificou-se que dos apiários analisados nas “zonas de influência dos pesticidas” todos apresentavam patologias. Esta observação deve

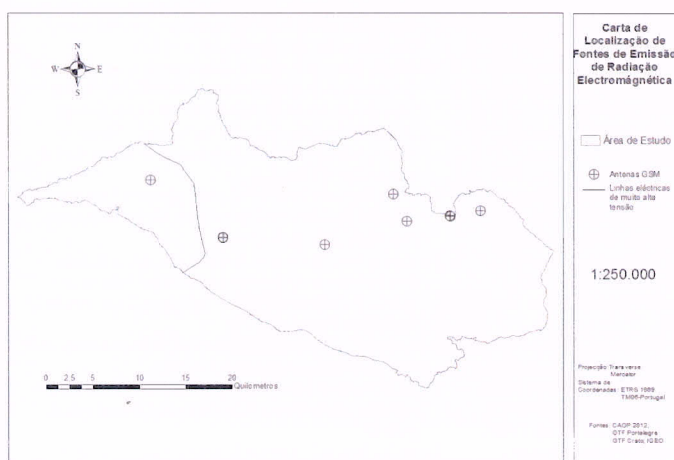


Figura 7
Localização de fontes emissoras de radiação eletromagnética.

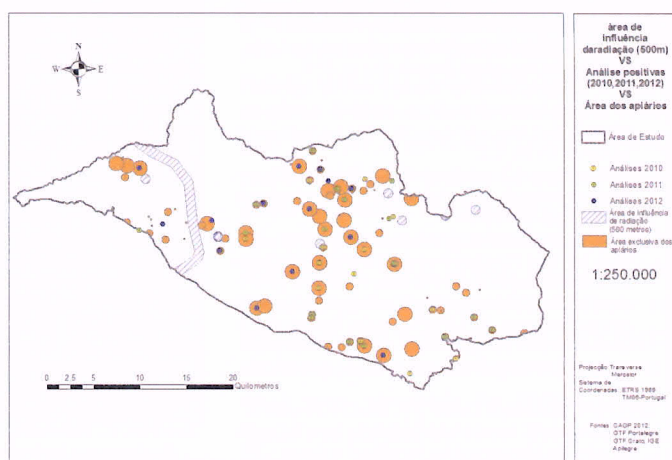


Figura 8
Área de exclusividade dos apiários vs localização de doenças vs Área de influência das fontes emissoras de radiação.

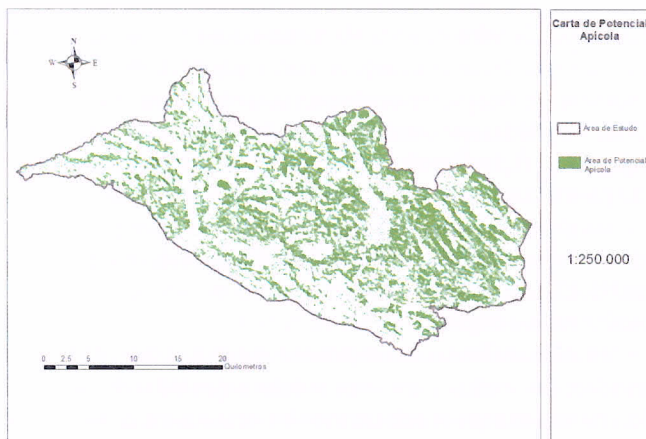


Figura 9
Carta de potencial apícola com indicação de área de influência de radiação e doenças observadas nas análises efetuadas.

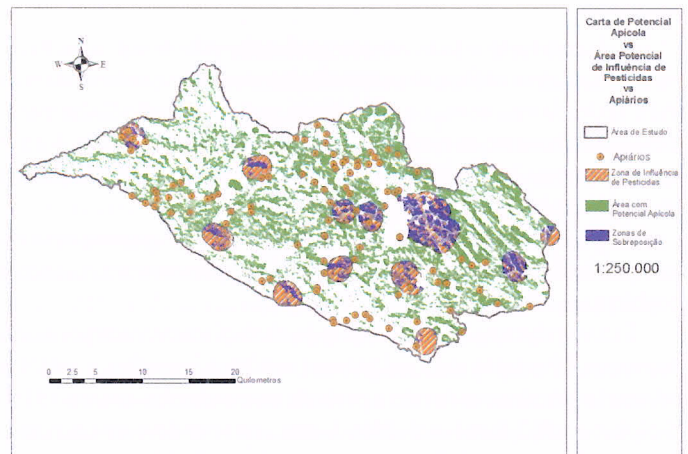


Figura 10
Área potencial de influência de pesticidas.

ser alvo de análise detalhada e estudo delineado para o efeito, pois apenas com base nestas observações não se pode tirar qualquer conclusão de causa efeito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu avaliar a importância da modelação geográfica para o ordenamento apícola e a tomada de decisão na Gestão Apícola. A sobreposição de diferentes fontes de informação geográfica através de análise espacial permite identificar zonas com potencial apícola e as zonas interditas a esta atividade. A informação geográfica elaborada neste estudo permite identificar possíveis cenários de deslocalização dos apiários de forma que a sua localização geográfica cumpra os requisitos legais e encontrem as melhores zonas de produção. A informação elaborada sob a forma de cartografia temática constitui uma ferramenta de gestão da atividade apícola.

Será, ainda, possível ainda refinar a análise efetuada neste estudo para estabelecer relações espaciais com outros fatores importantes

para a tomada de decisão da gestão Apícola. Para que todas estas metodologias constituam uma mais valia e uma ferramenta importante para a tomada de decisão na apicultura é necessário o levantamento exaustivo de dados e a colaboração de Produtores, Associações e Organismos Oficiais.

Sempre que o inventário florístico e o conhecimento das análises físico-químicas e ou sensoriais dos méis de determinada região estejam disponíveis, é possível integrar na cartografia temática produzida de modo a definir, não só zonas de potencial apícola, como também zonas diferenciadoras pela qualidade e composição do mel.

AGRADECIMENTOS

À Apilegre (Associação dos Apicultores do Nordeste do Alentejo) pelo fornecimento de grande parte dos dados para a elaboração do estudo e por todo apoio e colaboração prestado com a equipa de trabalho.

Às Câmaras Municipais de Crato e de Portalegre pelos dados fornecidos e algumas informações úteis para o trabalho.

BIBLIOGRAFIA

Amiri, F., Rashid, A., Shariff, M. 2012. Application of geographic information systems in landuse suitability evaluation for beekeeping: A case study of Vahregan watershed (Iran). *African Journal of Agricultural Research*, 7(1), pp. 89-97.

Amiri, F., Rashid, A., Shariff, M., Arekhi, S. 2011. An Approach for Rangeland Suitability Analysis to Apiculture Planning in Gharah Aghach Region, Isfahan-Iran. *World Applied Sciences Journal*, 12 (7): 962-972.

Anjos, O., Marques, J., Fernandez, P., Neto, J., Alves, D. 2013. Desenvolvimento de uma metodologia SIG para ordenamento apícola. *O Apicultor* pp:2-9.

Anjos, O., Roque, N., Lidónio, E., Albuquerque, T., Peres, E., Antunes, I.M. 2010. Floral Monitoring and Biophysics parameters as a tool to beekeepers installation decision. *Proceeding (cd room) of 13th AGHE International Conference on Geographic Information Science*, 10-14 May, Guimarães, Portugal. pp:1-3.

Diagnose-Funk 2007. The big bee death. http://www.hese-project.org/hese-uk/en/papers/bigbeedeath_0407.pdf. Accessed 25 June 2013.

EFSA report (Hendriks P., Chauzat M.P., Debin M., Neuman P., Fries L., Ritter W., Brown M., Mutinelli E., Le Conte Y., Gregorc A.) 2009. Bee Mortality and Bee Surveillance in Europe. CFP/EFSA/AMU/2008/02.

FAO 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations - for a world without hunger. (<http://faostat.fao.org/>) accedido em junho de 2012.

Favre, D. 2011. Mobile phone-induced honeybee worker piping. *Apidologie*, 42:270-279.

Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., Vaissière, B.E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econ.* 68:810-821.

Gonçalves, J. 2010. Transformação de coordenadas com grellhas. Geração e implementação no ArcGIS. In: 8º Encontro Utilizadores ESRI Portugal, 3-4 de março de 2010 Lisboa.

Gonçalves, M. 2013. Apicultura e sua importância económica, Simpósio Nacional Biodiversidade e Apicultura, Castelo Branco.

Harst, W., Kuhn, J., Stever, H. 2006. Can electromagnetic exposure cause a change in behaviour? Studying possible non-thermal influences on honey bees—an approach within the framework of educational informatics. http://www.next-up.org/pdf/ICRW_Kuhn_Landau_study.pdf. Accessed 25 June 2013.

Hayes, J. 2007. Colony collapse disorder - Research update. *American Bee Journal*, 147: 1023-1025.

Johansen, C. A. 1997. Pesticides and Pollinators, *Annual Review of Entomology*, 22: 177-192.

Johnson, R., Ellis, M.D., Mullin, C.A. and Frazier, M. 2010. Pesticides and honey bee toxicity - USA. *Apidologie*, 41(3): 312-331.

Kirschvink, J.L., Padmanabha, S., Boyce, C.K. and Oglesby, J. 1997. Measurement of the threshold sensitivity of honeybees to weak, extremely low-frequency magnetic fields. *J Exptl Biol*, 200:1363-1368.

Korall, H., Leucht, T. and Martin, H. 1988. Bursts of magnetic fields induce jumps of misdirection in bees by a mechanism of magnetic resonance. *Journal of Comparative Physiology A*, 162: 279-84.

Kumar N.R., Sangwan S., and Badotra P. Exposure to cell phone radiations produces biochemical changes in worker honey bees. *Toxicol Int.* 2011 Jan-Jun; 18(1): 70-72.

Lidónio, E., Graça, F., Roque, N., Antunes, I.M., Anjos, O. 2010. Caracterização da atividade Apícola no Município de Vila Velha de Ródão. Livro de atas do IV CER – Congresso de Estudos Rurais, Mundos Rurais em Portugal – Múltiplos Olhares, Múltiplos Futuros. Universidade de Aveiro, 4 a 6 de fevereiro. pp: 86-100.

Maris, N., Mansor, S., Shafri, H.Z. 2008. Apicultural site zonation using GIS and Multi-Criteria Decision analysis. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, 31(2): 147-162.

Marques, J., Neto, J., Alves, D., Fernandez, P., Anjos, O. 2012. Desenvolvimento de Metodologia SIG para Ordenamento Apícola. II Congresso Ibérico de Apicultura, 18-20 setembro, Guadalajara, Espanha, p:97-98.

Prost P.J. 2007. Apicultura conhecimento de la abeja, manejo de la colmena, Mundi-Prensa Libros, S.A. 789p.

Roque, N., Lidónio, E., Fernandez, P., Anjos, O. 2013. Utilização de análise multicritério para avaliação do potencial apícola, pp:84-85.

Roque, N., Seco, M.E., Lidónio, E., Anjos, O. 2011. Metodologias SIG para a Obtenção de Área Vitais à Atividade Apícola. 1º Congresso Ibérico de Apicultura. 14-16 de abril de 2011, Castelo Branco Portugal

Thompson, H. 2003. Behavioural Effects of Pesticides in Bees—Their Potential for Use in Risk, *12(1-4):317-330*