

SIG na avaliação de alternativas para a localização do Novo Aeroporto de Lisboa

Sérgio Bento¹, Raquel Pinho¹, Miguel Coutinho¹ e Carlos Borrego^{1,2}

¹IDAD – Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, Campus Universitário, 3810-193 Aveiro, Portugal,
e-mail: sec@idad.ua.pt

²Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Campus Universitário 3810-193
Aveiro, Portugal

Resumo

No âmbito do trabalho desenvolvido para identificar e avaliar alternativas de localização para o Novo Aeroporto de Lisboa (NAL), o Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi essencial para a selecção rápida da alternativa ambientalmente menos impactante. A utilização desta ferramenta permitiu, de uma forma rápida, juntar na mesma base de trabalho uma panóplia de informação, possibilitando uma análise integrada de uma vasta área do território.

Daqui resultou a selecção de todos os locais possíveis de localização, de acordo com os pressupostos estabelecidos, seguindo-se uma análise mais detalhada, através da definição e cálculo de indicadores ambientais. Este cálculo resultou da aplicação das diversas ferramentas do SIG, possibilitando o desenvolvimento de uma matriz comparativa entre os vários locais alternativos estudados.

Palavras-chave: GIS, aeroporto, dados geográficos, indicadores, matriz comparativa

1. Introdução

Os estudos de selecção de localização para o NAL remontam a 1969. Desde então foram estudadas várias alternativas tendo este processo terminado em 1999 com a selecção da alternativa Ota. Durante três décadas a viabilidade das alternativas estudadas centrava-se na análise individual dos impactes de cada uma das alternativas em função da sua localização sem ocorrer uma avaliação conjunta e mais abrangente das alternativas e do território em que estavam inseridas.

Desde a tomada de decisão de construir o NAL na Ota iniciou-se um debate nacional face aos elevados custos da construção, devido à complexidade topográfica e hidrológica. Perante estas preocupações, a Confederação da Indústria Portuguesa (CIP) solicitou um estudo IDAD com o objectivo de avaliar eventuais alternativas de localização do NAL.

A pertinência de efectuar uma nova avaliação à viabilidade do território e ambiente da região de Lisboa para a localização do NAL prende-se ainda com os seguintes factores: disponibilidade da ferramenta SIG que permite uma análise integrada do território e uma avaliação conjunta das possíveis alternativas de localização; existência de uma maior diversidade de dados geográficos; e à existência de dados mais recentes, como por exemplo os Censos 2001, sendo de salientar a intensa dinâmica demográfica na região de estudo durante os últimos 25 anos. Só no concelho de Vila Franca de Xira, por exemplo, a população aumentou mais de 39% entre 1981 e 2001.

2. Comparação de alternativas

O tratamento da informação espacial no passado era realizado basicamente através da utilização de mapas em papel. Hoje em dia, existem softwares, designadamente o SIG, que permitem o uso de tais informações e a sua análise numa base comum para auxiliar na tomada de decisão.

A utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é de extrema importância devido ao facto da generalidade da informação ser geo-referenciável, o que oferece um campo de aplicação vasto e diversificado para o mesmo conjunto de componentes de modelação. Um dos campos de aplicação do SIG é a resolução de problemas de localização, ou seja, a identificação da melhor localização para uma dada infra-estrutura ou equipamento (MATOS, 2001).

A avaliação de alternativas para a localização do Novo Aeroporto de Lisboa (NAL) teve como objectivo determinar a viabilidade ambiental de uma infra-estrutura aeroportuária num raio de 50 km a partir da gare do Oriente. O SIG foi essencial para uma avaliação integrada e abrangente do território em análise e na determinação rápida e fidedigna de locais com viabilidade ambiental, através das seguintes fases:

- Identificação de áreas para a localização do NAL;
- Avaliação dos locais alternativos de localização (indicadores ambientais e matriz comparativa).

2.1 Identificação de áreas para a localização do NAL

No sentido de impedir a repetição dos problemas ambientais identificados nos casos das localizações da Ota e Rio Frio definiram-se os seguintes critérios de selecção: 1) impedir sobreposições com áreas naturais classificadas; 2) ampliar a distância ao corredor ecológico

primário Tejo-Sado delineado no PROT-AML; 3) minimizar a afectação de áreas de montado; 4) minimizar a afectação de áreas húmidas; e 5) minimizar a população a afectar.

De acordo com os critérios de selecção, procedeu-se ao levantamento da informação existente relativamente às seguintes características da área em análise: uso do solo; distribuição populacional; servidões; áreas de interesse natural; orografia; vulnerabilidade do aquífero.

O SIG permitiu agregar e sobrepor toda a informação geográfica obtida na mesma base de dados, resultando na produção de um mapa ilustrativo da respectiva distribuição territorial. Este mapa possibilitou uma identificação rápida de três áreas com viabilidade ambiental na área em análise, ou seja, nas quais se cumprem os critérios definidos.

A área 1 localiza-se nas proximidades de Fonte da Telha actualmente ocupada por uma extensa área de pinhal; a área 2 localiza-se a Norte da cidade de Setúbal; e a área 3 é uma extensa área de espaços florestais, em parte classificados como degradados, localizados na zona Nascente do Campo Tiro de Alcochete (CTA).

Posteriormente, procedeu-se a uma análise mais detalhada das dinâmicas territoriais de cada uma destas três áreas, da qual resultou a eliminação da área 1 devido aos seguintes factores: 1) forte pressão urbanística de carácter turístico-residencial planeados para essa área; 2) excesso de população na envolvente; 3) acessos rodoviários próximos do congestionamento; e 4) impossibilidade de criar uma rede articulada de acessibilidades face às características geográficas do local.

Daqui, resultaram duas áreas com viabilidade para a construção do NAL: a área 2 no concelho de Palmela, designada por Poceirão; e a área 3 que abrange parte dos concelhos do Montijo e de Benavente, designada por zona H.

Nestas áreas foram “ensaiados” os locais mais adequados para a implantação do polígono do NAL de acordo com as características do território e condicionantes aeronáuticas. Face à base de dados previamente construída, a identificação de 7 locais alternativos de localização foi fácil e rápida (Figura 1), devido à capacidade de processamento e resposta do SIG.

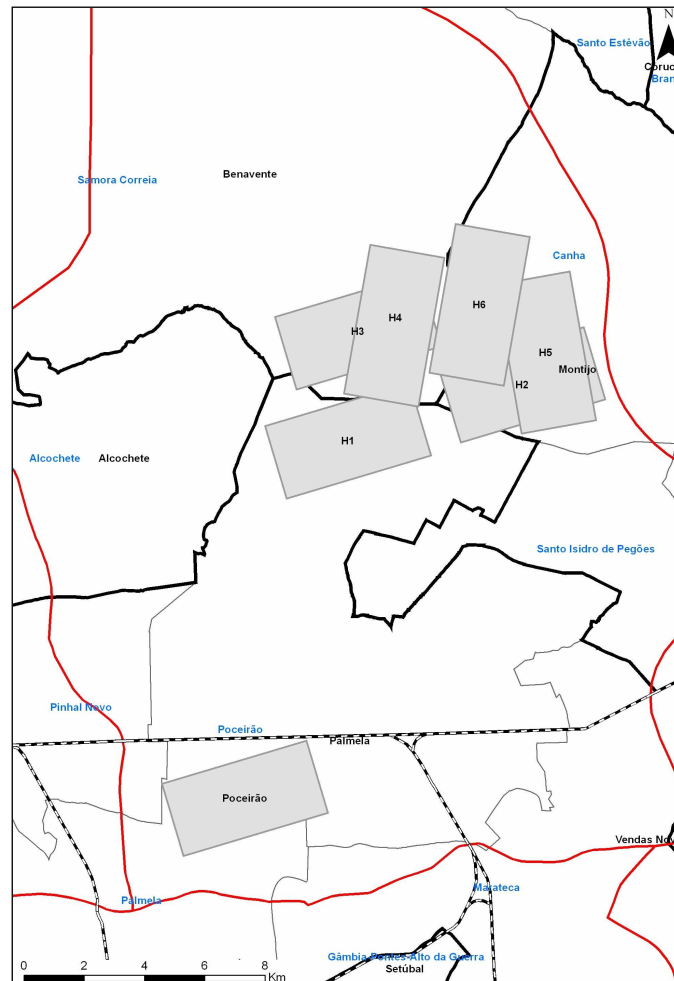


Figura 1 – Locais alternativos de localização do NAL.

2.2 Avaliação dos locais alternativos de localização

Esta fase consistiu na avaliação mais detalhada dos locais alternativos de localização a partir de: 1) análise de indicadores ambientais; 2) matriz comparativa.

2.2.1 Indicadores ambientais

A partir dos critérios inicialmente definidos, procedeu-se à selecção de indicadores ambientais, possíveis de quantificar face à informação disponível na base de dados, tendo em vista a construção de uma matriz que agilizasse a comparação das várias alternativas.

Número de sobreiros estimados para a zona de implantação (ISOB)

O número de sobreiros existentes foi estimado tendo em conta a caracterização do uso do solo e a metodologia de cálculo adoptada.

Para uma primeira interpretação do uso do solo foi utilizada a informação mais actualizada do CLC'2000. Contudo, o COS'90 tem como grande vantagem apresentar um maior detalhe, tanto a nível espacial como nas tipologias de uso de solo, o que se revela particularmente

importante na estimativa dos vários tipos de floresta. Deste modo, tendo como base de partida os dados incluídos no COS'90, através do SIG, procedeu-se à sua actualização a partir da seguinte informação:

- CLC'2000;
- Fotografias por satélite obtidas através do sistema informático Google Earth;
- Extenso levantamento fotográfico realizado no terreno a 7 de Maio de 2007.

A metodologia de cálculo adoptada teve por base a tipologia de floresta contendo sobreiro (B) e/ou azinheira (Z), tendo sido consideradas as taxas de ocupação por estas espécies e os respectivos níveis de densidade, tendo sido atribuídos vários pesos de modo a poder comparar o número de árvores existente em cada mancha. Para o cálculo do número de árvores existente foi estimada a área ocupada por cada árvore em condições de montado puro muito denso. Utilizou-se o valor de 172 m² por unidade, correspondente a um raio de 7,4 m da copa.

O SIG permite uma interpretação do território, cujo detalhe depende da escala da informação de base disponível. Neste âmbito, face à escala de análise local que se pretende na maioria dos casos, há necessidade de ajustar a informação disponível e geo-referenciada existente normalmente a uma escala acima de 1: 250000, recorrendo a outras fontes de informação (trabalho de campo, imagens aéreas, entre outros), cujo resultado obtido deverá ser fiável.

Área ocupada por eucaliptos na zona de implantação (IEUC)

A área ocupada por eucaliptos teve por base a caracterização do uso do solo actualizada, e mais concretamente, as áreas ocupadas por eucaliptais de grande densidade.

Número de desalojados estimados para a zona de implantação (IHAB)

A estimativa da população a desalojar na zona de implantação resultou do cruzamento do polígono com os dados de população correspondentes aos Censos 2001, devidamente discretizados ao nível da localidade. A ferramenta do SIG permite cruzar facilmente informação alfanumérica e vectorial, obtendo resultados quantitativos fiáveis para a escala de análise pretendida.

Número de habitantes que se estima ficarem expostos a um nível de ruído Leq superior a 65 dB(A) (IR65) e Número de habitantes que se estima ficarem expostos a um nível de ruído Leq entre 55 e 65 dB(A) (IR55)

Para efectuar a estimativa rápida da população afectada pelas actividades aeroportuárias adoptou-se uma metodologia desenvolvida pela empresa Aeroports de Paris (AdP) (NAER, 1998). Segundo a AdP, é possível definir duas zonas de dimensões típicas a que correspondem os seguintes níveis de ruído:

- Zona 1: uma área de 2,7 km por 9,6 km (26 km²), com orientação equivalente à das pistas e centrada com a zona de implantação, no interior da qual se estima um valor de Leq superior a 65 dB(A);
- Zona 2: uma área de 3,7 km por 23,7 km (88 km²), com características semelhantes às descritas anteriormente, no interior da qual se antecipa que o valor de Leq se situará entre 55 e 65 dB(A).

Do cruzamento destes polígonos com a distribuição da população discretizada a nível da localidade, obteve-se uma estimativa da população afectada por níveis elevados de ruído.

Fracção da área da zona de implantação ocupada por terrenos afectos a uso militar (IMIL)

Corresponde à fracção da área do polígono que se encontra no interior do Campo de Tiro de Alcochete (CTA), sendo facilmente obtida a partir da operação de sobreposição.

Comprimento da ZPE atravessada a altitude inferior à recomendada (IZPE)

Este valor foi obtido através da distância entre o início das pistas e o limite da ZPE. Quando essa distância for superior a 6100 m deve-se considerar que não existe qualquer perturbação; nos casos em que tal não se verificar foi calculado o comprimento da ZPE atravessada por aviões a altitudes inferiores a 1000 pés¹.

Indicador de rugosidade orográfica (IORO)

A quantidade de terras a movimentar depende do *layout* final da instalação aeroportuária e das características geológicas do terreno. O SIG permitiu uma estimativa rápida e comparativa das exigências de movimentação de terras, através do índice de planitude.

¹ Segundo o DL. 290/94, que regulamenta a Zona de Protecção Especial do Estuário do Tejo, é interdito "o sobrevoo por aeronaves que circulem com o tecto de voo inferior a 1000 pés, salvo voos de aproximação para aterragem ou descolagem de aeroportos e aeródromos, voos por motivos humanitários, aeronaves em emergência, voos militares de carácter operacional urgente e voos para determinados fins agrícolas."

O índice de planitude é definido como o rácio entre a área em plano de um terreno e a sua área real superficial, equivalente ao co-seno do declive médio da plataforma. Num terreno completamente plano, sem qualquer rugosidade, este índice tem um valor de 1,00.

O cálculo deste índice resulta da construção do modelo digital de terreno, a partir da informação da altimetria, disponibilizada no website da CGIAR - Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI).

Para estabelecer a comparação através do índice de planitude de forma rápida, o detalhe da informação da altimetria utilizada revelou-se suficiente; contudo, para apurar numa fase posterior o volume real da movimentação de terras é recomendável recorrer a informação de altimetria cuja escala de representação seja a maior possível, minimizando assim os erros de detalhe.

Índice de vulnerabilidade do aquífero (IAQU)

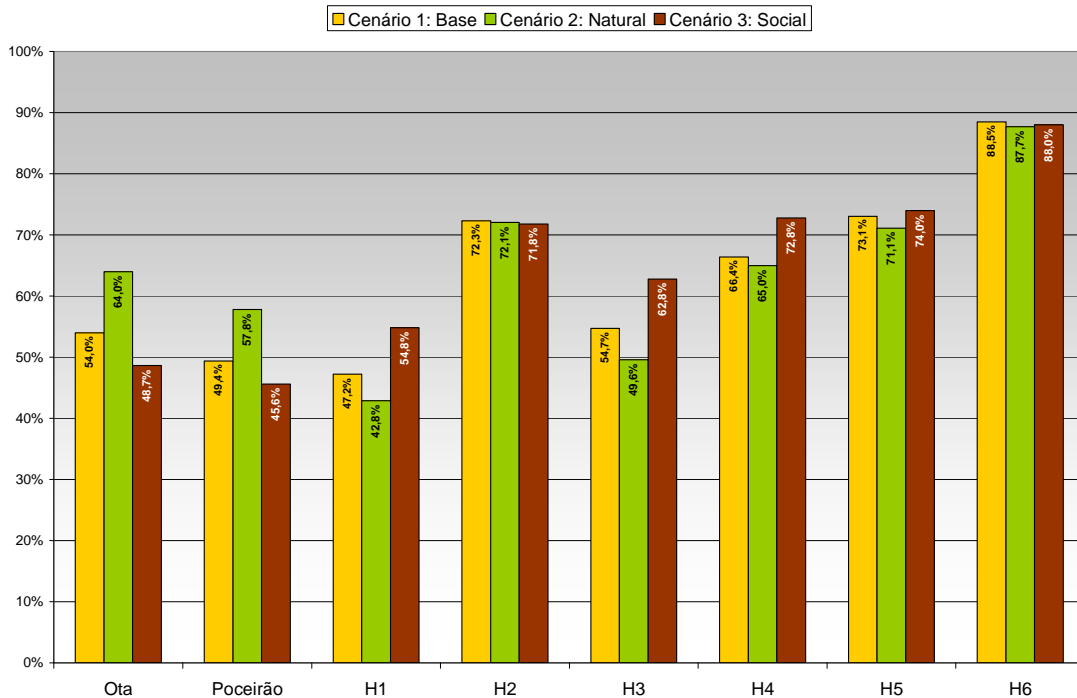
Para uma primeira análise da vulnerabilidade do aquífero superficial à contaminação, foi aplicado o Índice de Susceptibilidade, que integra os aspectos hidrogeológicos, litológicos, geomorfológicos, meteorológicos e uso do solo. Através do cruzamento entre a carta de susceptibilidade e as várias localizações alternativas foi determinado um índice de susceptibilidade médio para cada uma das áreas de implantação, aplicando uma ponderação simples decrescente com o grau de susceptibilidade à contaminação.

2.2.2 Matriz comparativa

A análise quantitativa efectuada pelo SIG aos indicadores ambientais contribuiu para a construção de uma matriz simples, de rápida interpretação e eficaz para uma comparação entre as várias alternativas. Esta matriz teve por base os seguintes pressupostos:

- Os valores dos indicadores foram adimensionalizados considerando uma distribuição linear entre o valor mínimo e o valor máximo;
- Cada indicador foi transformado numa gama entre 0 (alternativa com valor menos interessante) e 1 (alternativa melhor qualificada);
- Atribuição de graus de ponderação a cada um dos indicadores tendo em vista a sua integração num parâmetro único de avaliação global.
- Foram desenvolvidos três cenários distintos que correspondem a esquemas de ponderação diferentes: 1) Cenário-base: considerou-se que os indicadores apresentados são todos igualmente relevantes para a comparação atribuindo-se um

peso equivalente a todos os indicadores; 2) Cenário-natural: neste cenário duplicou-se o peso associado às questões relacionadas com a protecção das áreas naturais; e 3) Cenário-social: neste cenário dá-se especial destaque às perturbações mais directas sobre as populações.



Esta matriz permitiu analisar a susceptibilidade das alternativas face aos cenários e aos indicadores e concluir sobre a alternativa de localização ambientalmente menos impactante.

3. Vantagens do SIG na tomada de decisão

O SIG é uma ferramenta de rápido processamento de informação vectorial ou matricial. A fiabilidade dos resultados depende da consistência topológica e temporal da informação. Actualmente, a disponibilidade de dados geo-referenciados *on-line* é cada vez mais diversificada e de maior qualidade, permitindo uma integração fácil e imediata no SIG. Contudo, os dados nem sempre são os mais adequados para a escala de análise que se pretende, havendo muitas vezes a necessidade de proceder a uma caracterização mais detalhada da informação de base, recorrendo a outras fontes de informação.

As principais vantagens de um SIG na tomada de decisão prendem-se essencialmente com a utilização da análise multicritério na avaliação de soluções alternativas, através de:

- Indicadores simples – a selecção de indicadores ambientais simples, mas relevantes para a decisão permite: a obtenção fácil de informação de base e a sua fácil quantificação e processamento.

- Objectividade “aparente” – a quantificação de todos os indicadores para uma base comum, através das operações de análise do SIG, permite uma comparação fácil e rápida.

Esta análise multicritério proporciona resultados simples, técnicos e tangíveis, o que facilita por um lado, a tomada de decisão política e por outro lado, um maior entendimento e consequente aceitação pela comunidade em geral.

4. Conclusões

O SIG desempenhou um papel fundamental na definição de áreas com viabilidade ambiental e na quantificação dos indicadores. A objectividade “aparente” dos indicadores permitiu de uma avaliação comparativa entre as várias alternativas, rápida e simples, a qual seria impossível sem o recurso ao SIG, em tempo útil e com os recursos humanos envolvidos.

Ao contrário de uma análise individual dos impactes de cada uma das alternativas em função da sua localização realizada em anos anteriores, a ferramenta SIG utilizada neste trabalho associada às potencialidades de armazenamento de dados e às operações de análise espacial, permitiu uma avaliação conjunta e abrangente de uma vasta área de território, assegurando a identificação da alternativa de localização do NAL ambientalmente menos impactante, o que proporcionou o apoio a uma tomada de decisão.

Bibliografia

NAER, 1998, *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Novo Aeroporto – Ota*.

MATOS, J. L, 2001, *Fundamentos de informação geográfica, ED. LIDEL*, Lisboa.

IDAD, 2007, *Localizações alternativas para o Novo Aeroporto de Lisboa*, EEP 04.07-07/17, Aveiro.