



O contributo da análise espacial multicritério para a utilização sustentável do solo

O contributo da análise espacial multicritério para a utilização sustentável do solo

The contribution of spatial multi-criteria analysis for the sustainable use of soil

Luís Quinta-Nova^{1,2} e Natália Roque¹

Resumo

A seleção dos usos do solo mais adequados às aptidões edafoclimáticas, é complementada com critérios socioeconómicos, que promovem uma utilização sustentável dos espaços rurais. Para a definição da capacidade e potencialidade do solo, existem diferentes metodologias, com o propósito de se adequar aos usos agroflorestais ou ainda para a manutenção de ecossistemas naturais e seminaturais, nomeadamente no que concerne as culturas agrícolas, povoamentos florestais, territórios agro-silvo-pastoris e áreas prioritárias para a conservação da natureza. A maioria dessas metodologias recorrem a sistemas de apoio à decisão, baseados na análise espacial multicritério. Neste estudo pretendeu-se determinar os diferentes níveis de aptidão para a utilização de culturas agrícolas, povoamentos florestais e sistemas agro-silvo-pastoris no território da Beira Baixa. Para o efeito recorreu-se a um conjunto de variáveis topográficas, edáficas e climáticas, tendo como base um modelo digital do terreno, cartografia de solos e cartografia fitossociológica e biogeográfica. A avaliação da aptidão foi efetuada com recurso ao método de análise espacial multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP) em ambiente SIG.

Palavras-chave: Análise multicritério, aptidão do solo, floresta, agricultura, sustentabilidade, SIG.

Abstract

It is generally agreed that the choice of the most appropriate uses for cultivation skills, complemented by socio-economic criteria, promoting the sustainable use of rural areas. There are, however, different methodologies used to define the

¹ Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Quinta da Senhora de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Portugal. Inova@ipcb.pt.

² Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade, Escola Superior Agrária, 6001-909 Castelo Branco, Portugal.

capacity and ground potential for the implementation of agro-forestry uses or for the maintenance of natural and semi-natural ecosystems, including agricultural crops, forest plantations, agro-forestry-pastoral territories and priority areas for nature conservation. Many of these methods rely on decision support systems based on multi-criteria spatial analysis. In this study we sought to determine the different levels of suitability for use of agricultural crops, forest stands and agro-silvopastoral systems within the Beira Baixa subregion. For this purpose resorted to a set of climatic, soil and topographic variables, based on a digital terrain model, mapping soil and phytosociological and

Keywords: multi-criteria analysis, soil fitness, forest, agriculture, sustainability, SIG.

1. Introdução

Considerando que a aptidão natural do território para um determinado uso resulta da conjunção de fatores relacionados com a capacidade intrínseca desse território no que respeita aos fatores ambientais, com as potencialidades que advêm da transformação do território pelo homem. O ordenamento do espaço agro-florestal é um instrumento indispensável para que as várias entidades que o utilizam possam fazê-lo de acordo com as suas aptidões, contribuindo para um aproveitamento integrado e economicamente sustentável do espaço rural.

Segundo Roy (1996) a análise multicritério é uma ferramenta matemática que permite comparar diferentes alternativas (ou cenários), assenta na seleção dos critérios, que potenciam e limitam o seu uso, com o objetivo de apoiar a tomada de decisão. A análise multicritério tem sido aplicada em vários estudos no âmbito do planeamento ambiental e territorial (Malczewski, 2004; Collins *et al.*, 2001).

2. Material e Métodos

Na Figura 1 é apresentada a análise geográfica e geoprocessamento das variáveis utilizadas na determinação das aptidões para as diferentes utilizações.

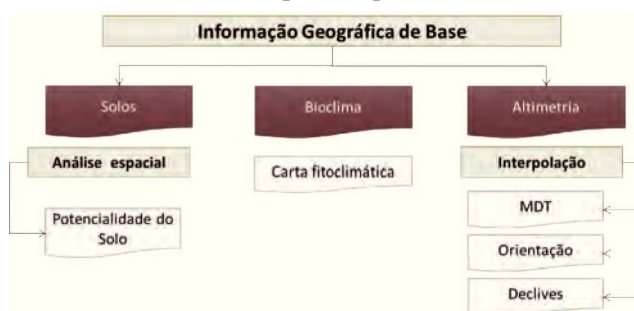


Fig. 1 – Análise geográfica e geoprocessamento.

O território da Beira Baixa é composto pelos municípios de Oleiros, Proença-a-Nova, Vila Velha de Rodão, Castelo Branco, Idanha-a-Nova, e Penamacor.

Para a determinação das potencialidades do solo procedeu-se à edição da tabela de atributos do tema solos, reclassificando-se os solos nas suas potencialidades genéricas de acordo com a Tabela 1, definida em UNESUL (1996).

Tabela 1 □ Características e potencialidades do solo.

Classe de potencialidade	Características dos solos	Uso potencial
I	Solos muito variados que apresentam severas ou muito severas limitações a um uso produtivo direto devido a problemas de espessura efetiva, riscos de erosão ou pedregosidade. Com fertilidade muito baixa.	Mata e matos com funções essencialmente de proteção e recuperação. Em alguns casos mais favoráveis, pastagem permanente melhorada e integrada no sistema montado.
II	Solos de textura grosseira, sem problemas graves de erosão, em geral de fertilidade muito baixa a baixa.	Sistemas florestais (pinhal e montado de sobro), pastagens, vinha, suscetíveis de utilização arvense ou hortícola intensiva dispondo-se de água e matéria orgânica.
III	Solos mediterrâneos sem problemas graves de erosão. Fertilidade baixa a mediana.	Sistemas culturais arvenses cerealíferos, hortícolas ou frutícolas e até pratenses e florestais apropriados, pouco intensivos.
IV	Solos mediterrâneos para-barros e solos calcários sem problemas de erosão. Fertilidade mediana a boa.	Sistemas culturais arvenses cerealíferos intensivos, frutícolas, pratenses, montados ou florestais. Particularmente aptos para olival e proteaginosas se de reação alcalina.
V	Apresentam uma fertilidade elevada.	Suscetíveis de usos diferenciados consoante a drenagem, textura e disponibilidade de água de rega: Sistemas de regadio e Sistemas de sequeiro. Sistemas florestais intensivos.
Afloramentos rochosos	-	Sem aptidão
Áreas sociais	-	Sem aptidão

Fonte: UNESUL (1996)

Com recurso a cartografia referente ao potencial dos solos, bioclima, orientações e declives, desenvolveu-se a análise AHP para a determinação do potencial natural dos solos para floresta de produção, culturas agrícolas de regadio; culturas agrícolas de sequeiro; montado ou bosque de sobreiro; montado ou bosque de azinheira; bosque de carvalho negral (Figura 2).

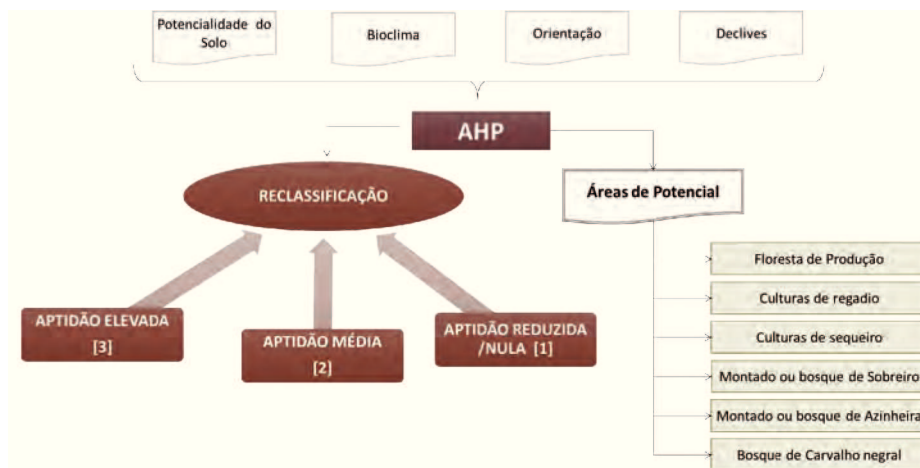


Fig. 2 □ Análise Multicritério

A identificação das aptidões agro-florestais foi efetuada com base na integração de um conjunto de fatores biofísicos usando a extensão desenvolvida por Malczewski (2004). Considerando as exigências edafoclimáticas das espécies cultivadas e as condições ótimas de exploração associadas aos diferentes usos, tendo sido utilizada como cartografia vetorial de base, a altimetria, os solos e ocupação do solo.

Resultados e Discussão

Os diferentes temas foram classificados em três níveis de aptidão: reduzida ou nula (1), média (2) e elevada (3), Tabela 2. Com base nos temas resultantes da reclassificação em níveis de aptidão, calculou-se a aptidão mediante a aplicação de um método de análise espacial multicritério - o Analytic Hierarchy Process (AHP) ou Processo Analítico Hierárquico (Saaty, 1980).

Segundo o processo analítico hierárquico os pesos e prioridades a atribuir aos critérios resultam de um conjunto de julgamentos subjetivos realizados por participantes envolvidos no processo.

O desenvolvimento das comparações par a par de critérios exige a adoção de uma escala que expresse e possibilite a normalização dos julgamentos efetuados. Neste trabalho adotou-se a escala proposta por Saaty (1980), composta por nove níveis numéricos, apresentados na Tabela 3.

Tabela 2 - Modelo de classificação das variáveis

Critérios	Classes	Aptidão					
		Pinhal de produção (<i>Pinus pinaster</i>)	Culturas agrícolas de regadio (regime intensivo)	Culturas agrícolas de sequeiro (regime extensivo)	Montado ou bosque de sobreiro (<i>Quercus suber</i>)	Montado ou bosque de azinheira (<i>Quercus rotundifolia</i>)	Bosque de carvalho negral (<i>Quercus pyrenaica</i>)
Potencialidade do solo	Classe I	1	1	1	2	2	2
	Classe II	3	2	3	3	3	3
	Classe III	3	2	3	3	3	3
	Classe IV	2	3	3	3	3	3
	Classe V	2	3	3	3	3	3
	Áreas sociais	1	1	1	1	1	1
	Afl. rochosos	1	1	1	2	2	2
Declives	0 - 10%	3	3	3	3	3	3
	10% - 20%	3	1	2	3	3	3
	20% - 30%	2	1	1	2	2	2
	> 30%	1	1	1	2	2	2
Bioclima	AM	3	3	3	2	2	2
	AM.SM	3	3	3	3	1	3
	IM	1	3	3	1	3	1
	MA.AM	2	3	3	2	1	2
	SA	3	3	3	1	1	1
	SA.AM	3	3	3	2	1	1
	SA.MA.AM	3	3	3	2	2	2
	SA.OA	1	3	3	1	1	1
	SA.SM	2	3	3	2	2	2
	SM	3	3	3	3	2	3
SM.IM	1	3	3	2	2	2	
Exposições	Áreas planas	3	3	3	3	3	3
	Enc. quentes	3	2	2	3	3	2
	Enc. temper.	3	3	3	3	3	3
	Enc. frias	3	2	2	2	3	3

3 - aptidão elevada; 2 - aptidão média; 1 - aptidão reduzida ou nula

Tabela 3: Escala de comparação de critérios.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Bastante	Muito	Pouco	Igual	Pouco	Muito	Bastante	Extremamente
Menos importante				Mais importante				

Fonte: Saaty (1980).

O processo AHP é concluído pela determinação da importância relativa de cada critério/subcritério e pela validação da consistência destas operações. Se o índice de razão de consistência (RC) for inferior a 10% ($RC < 0,1$) significa que existe uma coerência na comparação par a par da matriz. Como o valor da Razão

de Consistência (RC) foi de 0,1136 (muito próximo de 0,1), admite-se a existência de uma boa consistência na comparação par a par da matriz (Tabela 4 e 5).

Tab. 4 □ Resultado da análise multicritério

Variáveis	Bioclima	Solo	Declive	Exposições
Bioclima	1	3	7	9
Solo	1/3	1	5	7
Declive	1/7	1/5	1	5
Exposições	1/9	1/7	1/5	1

Tab. 5 □ Ponderação dos critérios

Variáveis	Valor próprio	Ponderação
Bioclima	4,307	57,74%
Solo	-0,033	28,82%
Declive	-0,033	9,94%
Exposições	-0,242	3,78%

Na Figura 3 apresenta-se a quantificação em três classes: aptidão elevada, média ou reduzida do potencial natural dos solos para os seguintes usos: floresta de produção, culturas agrícolas de regadio; culturas agrícolas de sequeiro; montado ou bosque de sobreiro; montado ou bosque de azinheira; bosque de carvalho negral.

Conclusões

A AHP mostrou-se também adequada na avaliação da aptidão da área de estudo, por permitir a integração dos vários critérios estudados em função dos pesos atribuídos, sendo uma ferramenta interativa muito útil na análise do território, que possibilita a tomada de decisão e a resolução de problemas.

Esta metodologia permite a exploração da aptidão natural do território, com base num conjunto de fatores biofísicos, contribuindo para uma reflexão sobre a adequação das ocupações atuais e futuras face à capacidade de carga do meio.

Do ponto de vista instrumental, a exploração da metodologia pode assumir um interesse como auxiliar para os agentes da administração pública com funções na área do planeamento e gestão do território.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do programa POCTEP. Projeto □Observatório Territorial e Ambiental Alentejo-Extremadura-Centro□ (0345_OTALEX_C_4_E).

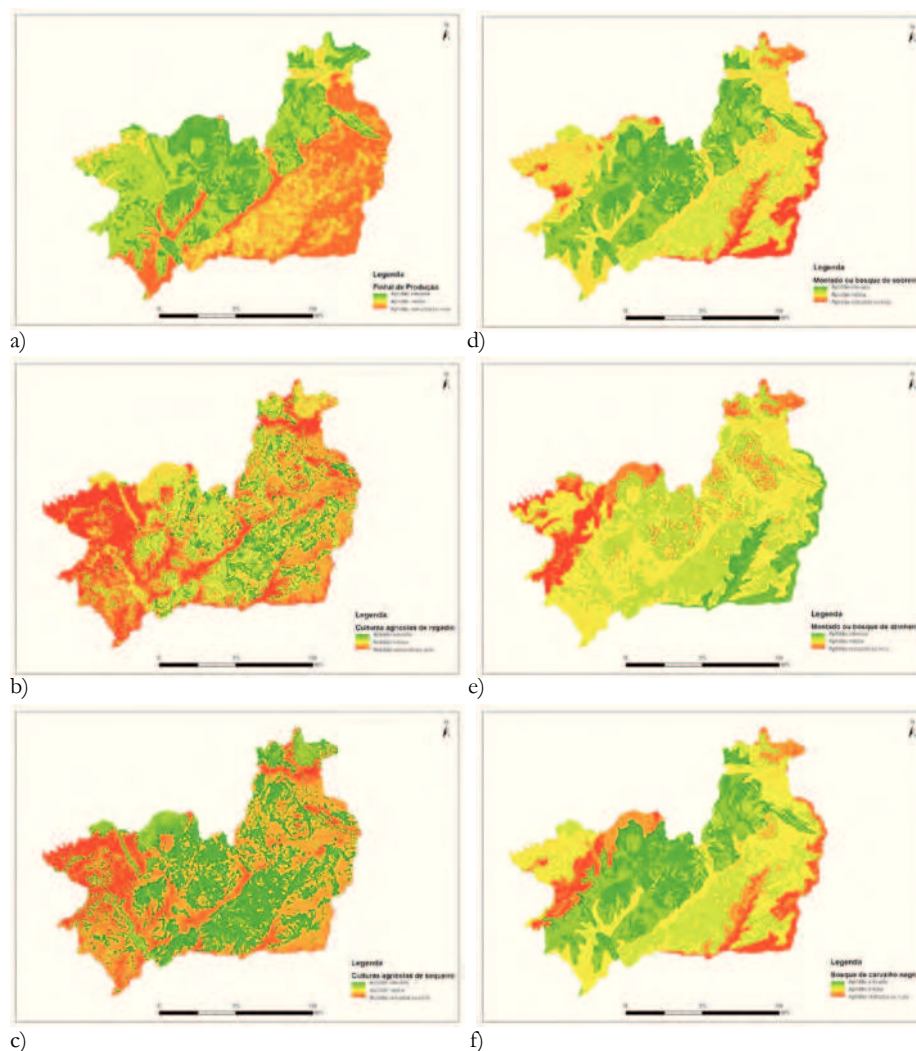


Fig. 3 □ Áreas de potencial a) Floresta de produção, b) Culturas agrícolas de regadio; c) Culturas agrícolas de sequeiro; d) Montado ou bosque de sobreiro; e) Montado ou bosque de azinheira; f) Bosque de carvalho negral.

Referências

- Collins, M. G., Steiner, F. R., Rushman, M. J. 2001. □Land-use suitability analysis in the United States: historical development and promising technological achievements□ Environment Management. v. 28, n. 5, pp. 611-621.
- Malczewski, J. 2004. □GIS - based land-use suitability analysis: a critical overview□, Progress in Planning, v. 62, n. 1, pp. 3-65.
- Roy, B. 1996. Multicriteria methodology for decision aiding. Dordrecht. Kluwer Academic.

- Saaty, T.L. 1980. The Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. 1st Ed., McGraw-Hill, New York.
- UNESUL 1996. Análise da evolução de uma área da Península de Setúbal na sequência de um processo de alteração de uso - Relatório final do projecto 16/94 do Programa estímulo à investigação no domínio do Ordenamento do território e do Desenvolvimento Urbano, Associação Universidade-Empresa do Sul, Évora