

Editan:

Grupo de investigación en Desarrollo Sostenible y Planificación Territorial

Grupo de investigación Geo-Ambiental

Grupo de Investigación de Análisis de Recursos Ambientales (ARAM)



Nieto Masot, A. (Ed.)

***APLICACIONES TIG EN EL
ANÁLISIS TERRITORIAL.
Transferencia a Universidad, Sector
Público y Empresas***

©Nieto Masot, A. (Ed.), 2015
© De los textos, sus autores, 2015

Colaboraciones:

Grupo de Investigación en Desarrollo Sostenible y Planificación Territorial de la Universidad de Extremadura
Grupo de Investigación Geo-Ambiental de la Universidad de Extremadura
Grupo de Investigación de Análisis de Recursos Ambientales de la Universidad de Extremadura

Primera edición: octubre - 2015

Diseño cubierta: Ana Nieto Masot
Texto y Fotografías interior: autores y archivos correspondientes

Impresión: Copegraf S. L.
Cáceres
Avenida Virgen de Guadalupe, 18
10001 Cáceres
Cáceres

ISBN: 978-84-608-2535-7

Impreso en España

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derecho Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

A UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO NA DETERMINAÇÃO DA APTIDÃO BIOGEOFÍSICA DO TERRITÓRIO OTALEX C

Luis Quinta-Nova¹, Paulo Fernandez¹, Natália Roque¹, Suzete Cabaceira¹, José Cabezas², Luis Fernández-Pozo², Beatriz Ramirez²

¹Instituto Politécnico de Castelo Branco - Escola Superior Agrária, Quinta da Senhora de Mércules, Apartado 119, 6001-909 Castelo Branco. PORTUGAL

²Grupo Análisis de Recursos Ambientales (ARAM), Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas s/n, 06006. Badajoz. ESPAÑA.

RESUMO

É consensual que a escolha dos usos mais adequados às aptidões edafo-climáticas, complementada com critérios socioeconómicos, promove uma utilização sustentável dos espaços rurais. Existem, no entanto, diferentes metodologias utilizadas para a definição da capacidade e potencialidade do solo para a implementação de usos agroflorestais ou manutenção de ecossistemas naturais e seminaturais, nomeadamente culturas agrícolas, povoamentos florestais, territórios agro-silvo-pastoris, áreas prioritárias para a conservação da natureza. Muitas 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 agroflorestal no território transfronteiriço OTALEX C (Alentejo-Extremadura-Centro), para o efeito recorreu-se a um conjunto de variáveis edáficas e topográficas. Foram igualmente incorporadas as condicionantes legais e a ocupação do solo. A avaliação da aptidão foi efetuada com recurso ao método de análise espacial multicritério Analytic Hierarchy Process (AHP).

O resultado obtido com esta metodologia, confrontado com a matriz de uso existente, permite identificar as áreas onde a ocupação e gestão está de acordo com a aptidão do espaço, bem como as áreas onde o uso deverá ser alvo de uma reconversão ou apenas a uma alteração de modo de gestão.

Palavras-chave: análise multicritério, Analytic Hierarchy Process, aptidão agroflorestal, sistemas de informação geográfica

ABSTRACT

It's generally agreed that the choice of the most suitable uses based in soil and climatic factors, complemented with socio-economic criteria, promotes sustainable use of rural land. There are, however, different methodologies for defining the soil suitability to agro-forestry systems or natural and semi-natural ecosystems, including agricultural uses, forest plantations, agro-forestry areas and priority areas for nature conservation. Many of these methods rely on decision support systems based on multicriteria spatial analysis.

In this study we intended to determine the different levels of suitability for agro-forestry use in the cross-border territory OTALEX C (Alentejo-Extremadura-Centro), to the effect we used a set of soil and topographic variables. The legal constraints and land cover were also included. The suitability evaluation was performed using the Analytic Hierarchy Process (AHP).

The results obtained with this methodology, faced with the existing land use matrix, allow to identify areas where the use and management it's in accordance with their suitability, as well as areas where the use must be subject to a conversion or at least to a change of management mode.

Keywords: agro-forestal suitability, Analytic Hierarchy Process, geographic information systems, multicriteria analysis

1. INTRODUÇÃO

O projeto OTALEX C, cofinanciado pelo Programa Operacional de Cooperação Transfronteiriça Espanha Portugal (POCTEP), vem na sequência de uma série de projetos de cooperação transfronteiriça cujo objetivo principal tem sido a permuta de informação sobre estes territórios numa perspetiva de planeamento e gestão territorial concertados entre administrações locais, regionais e nacionais dos dois países. Neste contexto criou-se, em 2007, a primeira Infraestrutura de Dados Espaciais transfronteiriça entre Portugal e Espanha, a IDE-OTALEX(www.ideotalex.eu), que constituiu o Observatório Territorial e Ambiental Alentejo e Extremadura, ao qual em 2011 se incorporou a região Centro de Portugal.

Com a constituição da IDE-OTALEX criou-se um sistema de indicadores para a monitorização do desenvolvimento nessa área, que no total das três regiões abrange cerca de 92500 km² (Figura 1).

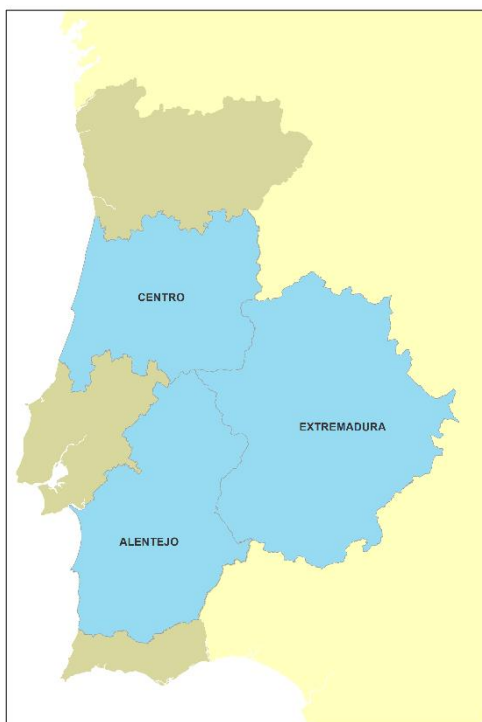


Figura 1. Área em estudo: OTALEX C.

O ordenamento do espaço agroflorestal constitui um instrumento necessário para que as várias entidades o utilizem de acordo com as suas aptidões, contribuindo para um aproveitamento integrado e economicamente sustentável do espaço rural. Considerando-se que a aptidão natural do território para um determinado uso resulta da conjugação 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.

Segundo Roy (1996) a análise multicritério é uma ferramenta matemática que permite comparar diferentes alternativas (ou cenários), fundamentada em vários critérios, 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, Steiner e Rushman, 2001).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Na Figura 2 é apresentada a metodologia utilizada para a determinação das aptidões para as utilizações agro-florestais, designadamente para Floresta de produção, para Áreas agrícolas em regime intensivo e para Áreas agrícolas em regime extensivo/ Áreas de uso múltiplo.

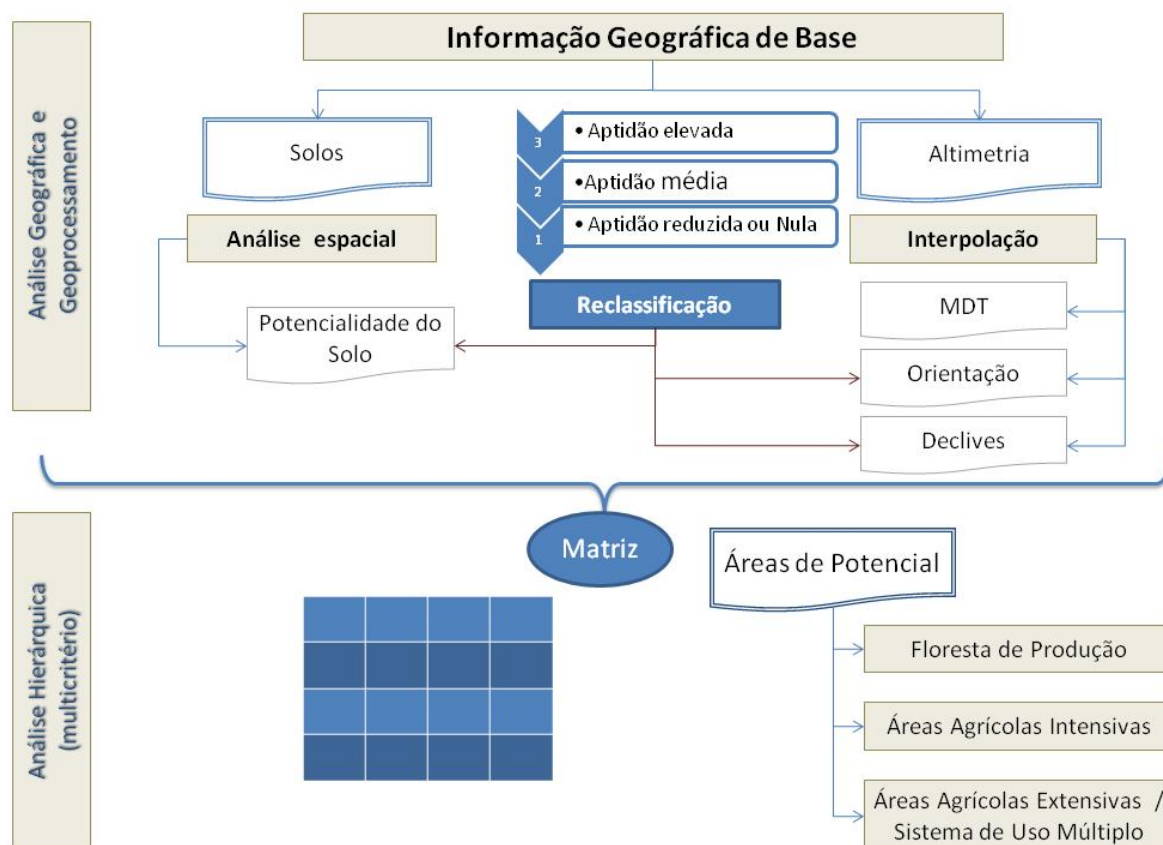


Figura 2. Modelo metodológico.

A identificação das aptidões agro-florestais foi efetuada com base na integração de um conjunto de fatores biofísicos com recurso ao programa ArcGIS 10.2, tendo por base as exigências edafo-climáticas 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.

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.

Tabela 1. Potencialidades genéricas 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.
Massas de água	-	Sem aptidão

A agregação dos solos em classes representativas da sua potencialidade baseia-se nas suas propriedades, designadamente: textura, estrutura, capacidade utilizável, reserva mineral, matéria orgânica, natureza dos minerais de argila, capacidade de troca cationica, grau de saturação, pH entre outros, bem como nos fatores de formação do solo, processos gerais de pedogénese, que representam aspetos relevantes na avaliação das características definidoras do potencial de fertilidade, a que se associa a aptidão do solo para produzir ao longo do tempo (UNESUL, 1996).

Com base nos dados altimétricos foi gerado um modelo digital de terreno (MDT). A partir do MDT foram produzidos os temas de exposições e de declives. Estes últimos foram reclassificados de acordo com a sua importância como fatores condicionantes à utilização agroflorestal do território. O declive corresponde a um fator limitante à utilização do solo, influenciando no acesso da maquinaria e na suscetibilidade à erosão do solo. Já a exposição das encostas determina a quantidade de radiação solar incidente, influenciando o microclima.

Os diferentes temas foram classificados em três níveis de aptidão: reduzida ou nula (1), moderada (2) e elevada (3). 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. São desenvolvidas matrizes de comparação par a par, utilizando uma escala de nove níveis. A comparação par a par, entre os n critérios, é realizada a partir de uma matriz quadrada $n \times n$, onde os critérios estão dispostos na mesma ordem ao longo das linhas e das colunas.

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 2.

Tabela 2. 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).

Como corolário, procedeu-se a uma análise espacial que visou confrontar o uso atual no território em estudo com as potencialidades do solo identificada. Para o efeito recorreu-se à operação *combine* que permite gerar combinações de valores associados aos dois temas. A partir do tema gerado verificou-se o grau de adequação dos usos às características dos solos (Tabela 3).

Tabela 3. Ranking dos critérios.

Critérios	Classes	Aptidão		
		Floresta de Produção	Áreas agrícolas em regime intensivo	Áreas agrícolas em regime extensivo/ Sistemas de uso múltiplo
Potencialidade do solo	Classe I	1	1	2
	Classe II	3	2	3
	Classe III	3	2	3
	Classe IV	2	3	2
	Classe V	2	3	2
	Massas de água	1	1	1
Declives	0 - 10%	3	3	3
	10% - 20%	2	2	3
	20% - 30%	2	2	2
	Superior a 30%	1	1	1
Exposições	Áreas planas	3	2	2
	Encostas quentes	3	2	2
	Encostas temperadas	3	3	3
	Encostas frias	3	2	2

3. RESULTADOS

Com base nas operações de modelação da altimetria obtiveram-se os temas de declives e exposições, representados nas Figuras 3 e 4, respetivamente.

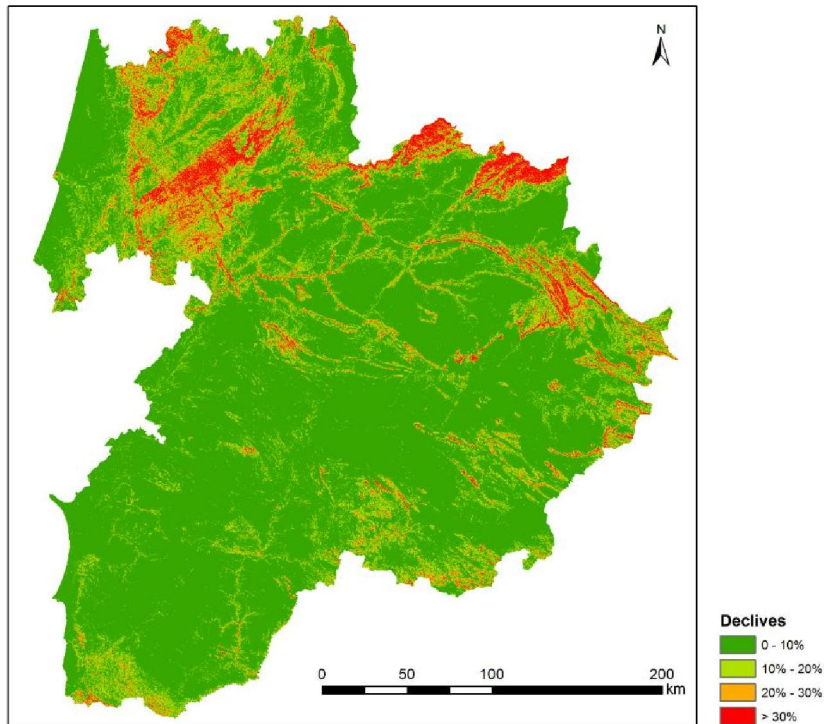


Figura 3. Declives.

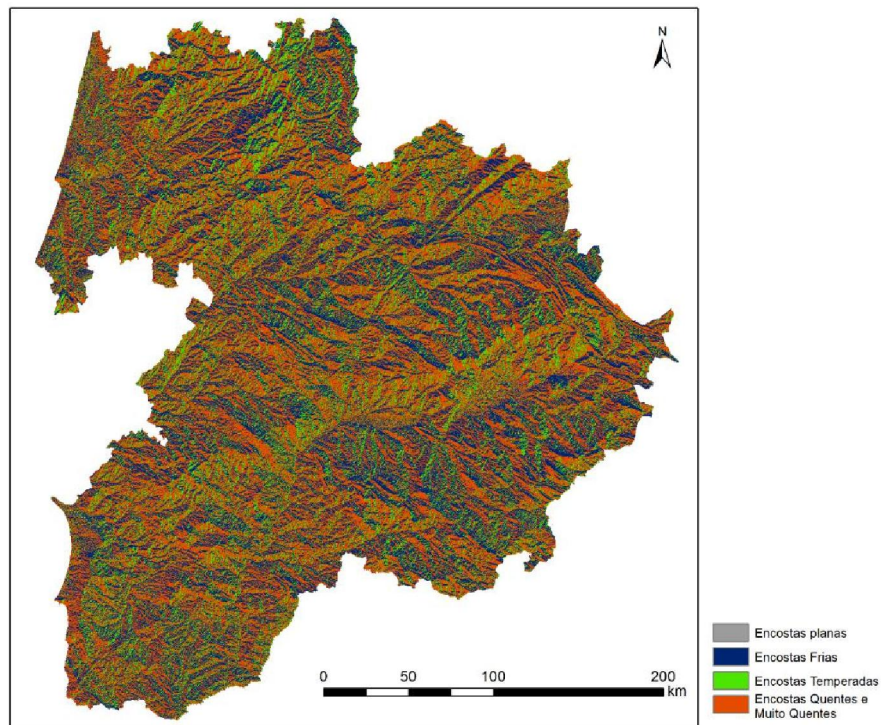


Figura 4. Exposições.

A partir da reclassificação do tema Solos obteve-se o tema referente à sua potencialidade (Figura 5), que permite identificar os usos agrícolas e florestais mais adequados às diferentes unidades edáficas, bem como as áreas sem interesse produtivo.

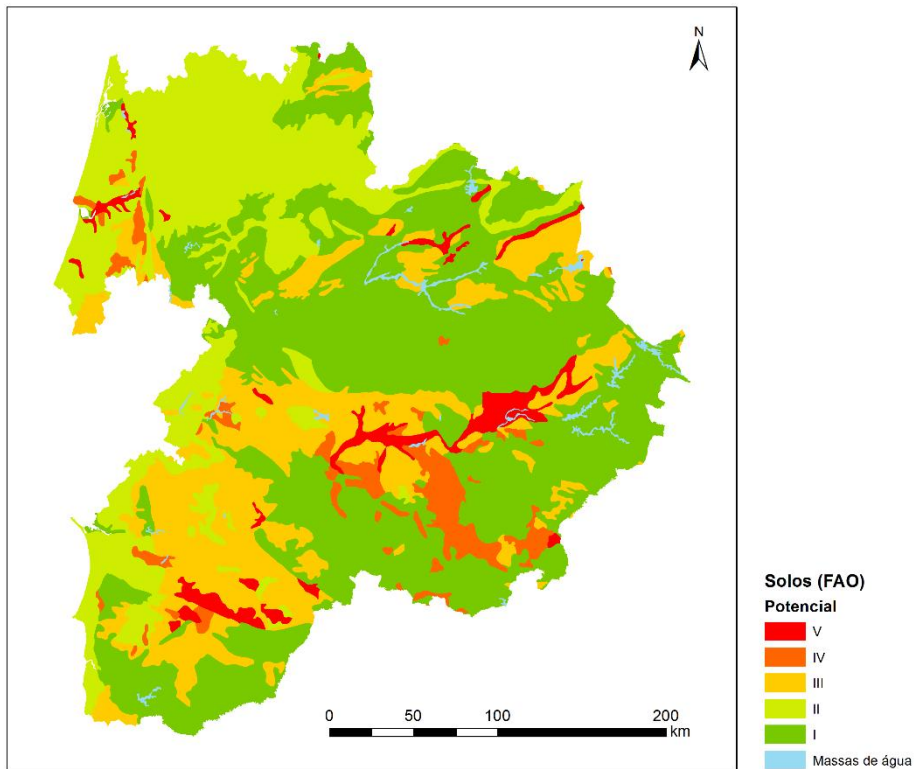


Figura 5. Potencialidade do solo.

O processo analítico hierárquico teve por base os valores apresentados na matriz da Tabela 4, em conjugação com a ponderação obtida para todos os parâmetros (Tabela 5).

Tabela 4. Resultado da análise multicritério.

Critérios	Potencialidade do solo	Declives	Exposições
Potencialidade do solo	1	7	9
Declives	1/7	1	3
Exposições	1/9	1/3	1

Tabela 5. Ponderação dos critérios.

Critérios	Valor Próprio	Vetor próprio	Ponderação
Potencialidade do solo	3.080	0.979	78,54%
Declives	-0.040	0.186	14,88%
Exposições	-0.040	0.082	6,58%

Rácio de Consistência: 0.077

Nos cartogramas seguintes são apresentados os resultados da análise hierárquica (Figuras 6, 7 e 8).

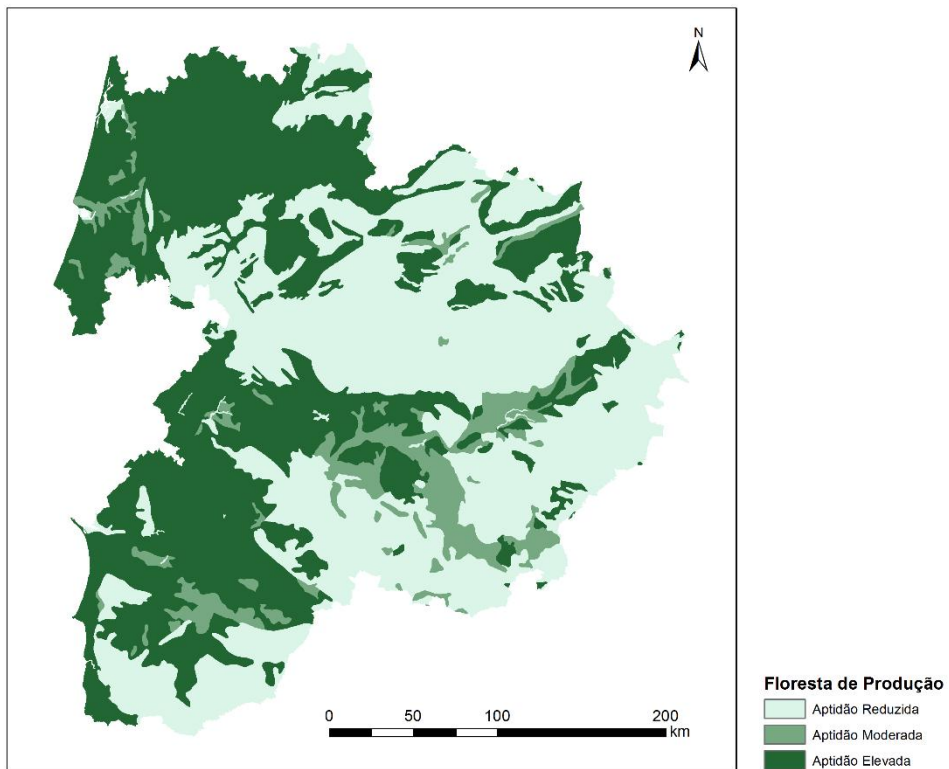


Figura 6. Áreas com aptidão para a Floresta de Produção.

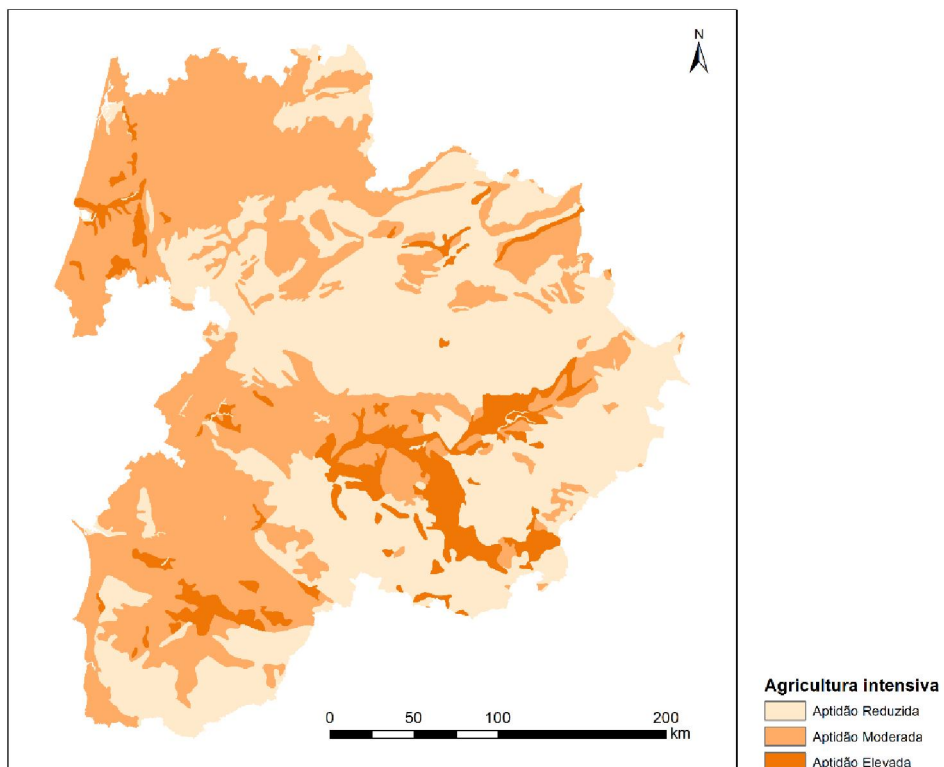


Figura 7. Áreas com aptidão para a Agricultura em regime intensivo.

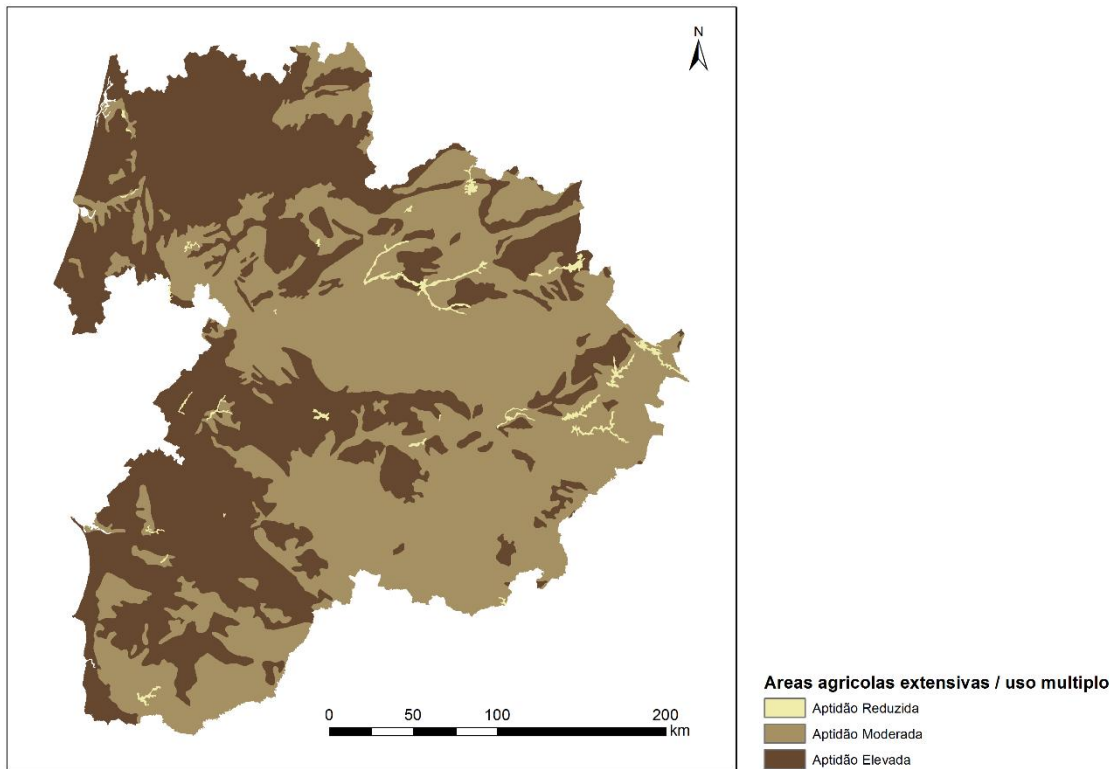


Figura 8. Áreas com aptidão para a Agricultura em regime extensivo / Sistema de uso múltiplo.

Na Figura 9 pode verificar-se o grau de adequação dos usos à aptidão potencial dos solos.

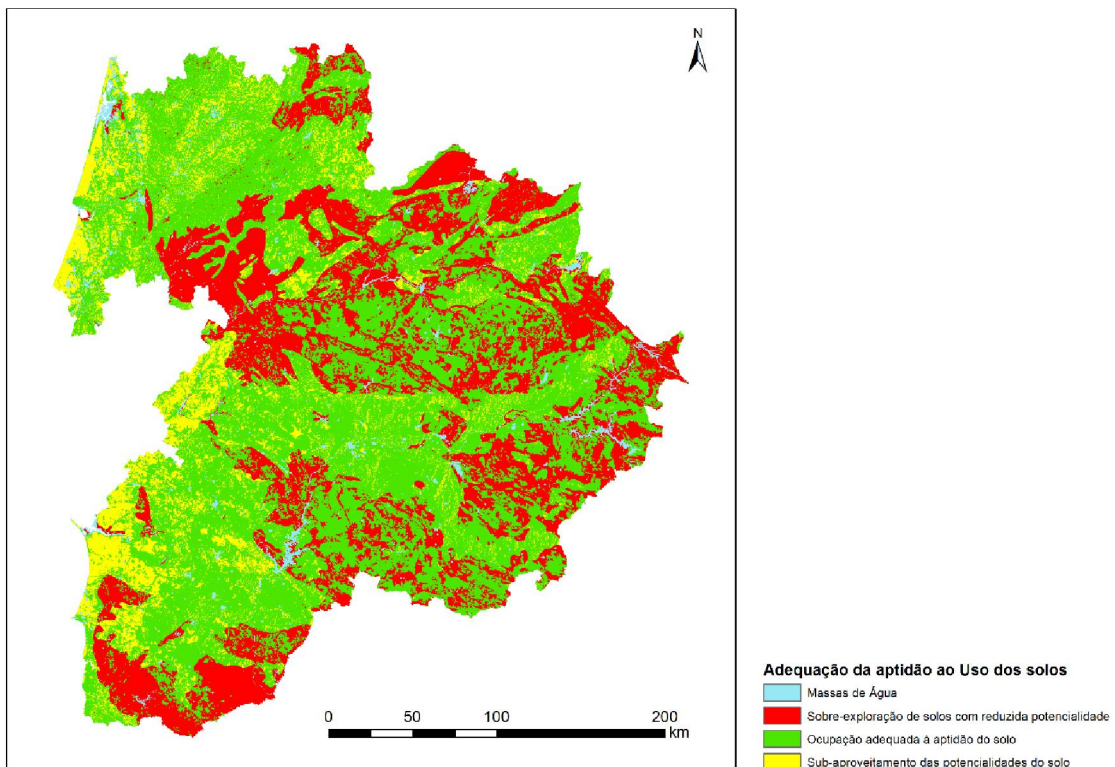


Figura 9. Adequação da ocupação agroflorestal na área OTALEX C.

Da análise efetuada verifica-se que 56% do território OTALEX C se encontra com ocupação adequada à aptidão do solo; 29% encontra-se em sobre-exploração de solos com reduzida potencialidade; e 12% do

território está a ser subaproveitado, tendo em consideração as potencialidades do solo. Os restantes 3% estão afetos às massas de água.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, desenvolveu-se um modelo de avaliação espacial multicritério em ambiente SIG para a determinação da aptidão natural do território OTALEX C para utilizações agroflorestais, designadamente para floresta de produção, áreas agrícolas em regime intensivo e áreas agrícolas em regime extensivo/Áreas de uso múltiplo.

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.

Numa abordagem posterior, serão incorporados fatores bioclimáticos no sentido de determinar as aptidões para diferentes povoamentos florestais e culturas agrícolas.

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. “Observatório Territorial e Ambiental Alentejo-Extremadura-Centro” (Ref.^a 0345_OTALEX_C_4_E).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- Direção Geral do Território (2006) Corine Land Cover (CLC), Série cartográfica de ocupação do solo, à escala 1:100 000.
- For ESDB v2.0: The European Soil Database distribution version 2.0, European Commission and the European Soil Bureau Network, CD-ROM, EUR 19945 EN, 2004".
- Infraestrutura de dados espaciais OTALEX C. <http://www.ideotalex.eu/OtalexC/>
- Malczewski, J. (2004), “GIS - based land-use suitability analysis: a critical overview”, *Progress in Planning*, v. 62, n. 1, pp. 3-65.
- Panagos Panos. The European soil database (2006) *GEO: connexion*, 5 (7), pp. 32-33.
- Panagos P., Van Liedekerke M., Jones A., Montanarella L. European Soil Data Centre: Response to European policy support and public data requirements. (2012) *Land Use Policy*, 29 (2), pp. 329-338. doi:10.1016/j.landusepol.2011.07.003
- 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.