

Modelo de identificação das zonas de maior aptidão para a produção da cultura do mirtilo no centro de Portugal

Filipe André dos Santos Pinto^{1,2}
Manoel do Couto Fernandes^{1,2}
Paulo Márcio Leal de Menezes^{1,2}
Pedro Jorge Reis Sousa¹

¹ Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação – Universidade Nova de Lisboa
Código Postal – 1070-312 – Campus de Campolide – Lisboa Portugal
filipesantospinto@gmail.com
manoel.fernandes@ufrj.br
pmenezes@acd.ufrj.br
pedrojrsousa@hotmail.com

² Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
Departamento de Geografia - Lab. de Cartografia (GEOCART)
Av. Brig. Trompowski, SN - 21941- Cidade Universitária - Rio de Janeiro - RJ, Brasil

Abstract. The blueberry (*Vaccinium corymbosum*) is a waxy colour fruit that we can find in regions with harsh winter. This small fruit, known as the "King of Antioxidants" and the "Fruit of Youth", this small fruit is characterized by its antioxidant properties, low calorie, sugar content, high in fiber, vitamins and a diverse range of minerals. This article discusses a model for identifying areas of high suitability for the production of blueberry crop in the central region of Portugal, more precisely in the districts of Aveiro, Viseu and Guarda. To design this model we used the methods of Multi-Criteria Evaluation in order to be able to compare all criteria (factors and constraints) that influence the blueberry crop. For the ability evaluation we used the Weighted Linear Combination method as a technique for suitability analysis, and the technique developed by Saaty, Analytical Hierarchy Analysis, as the definition of the weights assigned to the different criteria. As final results, we obtained three suitability maps for the blueberry crop, through the analysis of different distributions of weights for the respective criteria. This variation allowed us to assess the sensitivity of the study area on the criteria that influence the production of blueberries.

Palavras-chave: spatial modeling, multi-criteria analysis, decision, modelação espacial, análise multicritério, decisão.

1. Introdução

O Mirtilo (*Vaccinium corymbosum*) é uma baga de cor azul-ceroso, que cresce num pequeno arbusto que alcança 1m a 1,5m de altura. Este fruto encontra-se em regiões nas quais o Inverno é rigoroso, dado que necessita em média de 700 a 1000 horas anuais de temperatura entre os 10°C e os 12°C, Serrado, et al. (2008). A localização estratégica das empresas produtoras de Mirtilo em Portugal deve-se sobretudo a fatores económicos e a condições edafoclimáticas. Devido a fatores competitivos, a grande parte deles económicos, os produtores nacionais têm normalmente que realizar um esforço na diferenciação do seu produto ao nível da qualidade, uma vez que dificilmente conseguirão competir a nível do preço e quantidade com outros produtores internacionais. Neste sentido o objetivo deste trabalho é a construção, análise e discussão de um modelo que identifique as zonas de maior aptidão para a instalação e produção deste fruto. Existem alguns trabalhos relacionados com a área de estudo da identificação de zonas de aptidão através de análises multicritério, mas relacionados com a cultura do mirtilo não foram encontradas referências para se proceder a uma comparação. Existem no entanto, algumas fontes que relatam as condições propícias para a produção deste fruto, e portanto será essa a base deste trabalho na definição dos critérios de análise na construção do modelo.

1.1 Área de estudo

Como área de estudo deste trabalho foram selecionados três Distritos da região Centro do País, Aveiro, Viseu e Guarda. O Distrito de Aveiro localiza-se, na sua maior parte, abaixo dos 100 m de altitude, com uma paisagem nesta região dominada pela ria de Aveiro, e pelos rios da bacia hidrográfica do Vouga, sendo que para oriente e para norte, o relevo torna-se mais acidentado. O Distrito de Viseu caracteriza-se por ser uma superfície acidentada com um clima que apresenta elevadas amplitudes térmicas, com invernos rigorosos e húmidos e verões quentes e secos. O Distrito da Guarda é uma região montanhosa com um clima rigoroso de extremos, apresentando Invernos bastante rigorosos com temperaturas bastante baixas e verões quentes e secos. Na Figura 1, apresenta-se um mapa da área de estudo selecionada.

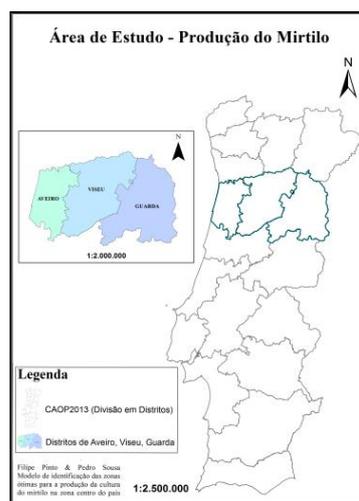


Figura 1: Área de Estudo

2. Metodologia

Segundo Eastman (2001) a Teoria de Decisão trata da lógica pela qual se chega a uma escolha entre alternativas. Por Decisão entende-se, uma escolha entre alternativas em que estas podem representar diferentes caminhos de atuação, diferentes hipóteses sobre uma teoria, diferentes classificações/quantificações, sendo este conjunto de alternativas designado de Quadro de Decisão, Ramos e Mendes (2001). Para se tomar qualquer decisão são necessários Critérios, definidos como regras que testam o grau de ajustamento das diferentes alternativas ao processo de decisão, sendo que estes podem dividir-se em dois tipos, os Fatores e as Restrições, Vettorazzi (2006). Um Fator é um critério que realça ou diminui a aptidão de uma alternativa específica para uma atividade considerada, normalmente medido numa escala contínua. Uma Restrição serve para limitar as alternativas a serem consideradas. Em muitos casos, as restrições podem ser expressas na forma de mapas Booleanos, com as áreas a excluir codificadas com o valor zero (0) e as áreas a incluir codificadas com o valor um (1), Vettorazzi (2006). Em aplicações que utilizam os SIG aliados a metodologias que pretendem ir ao encontro de um objetivo envolvendo múltiplos critérios de análise, é frequente utilizar a Avaliação Multicritério (AMC).

2.1 Análise Multicritério

Esta técnica é uma ferramenta de avaliação de alternativas, particularmente interessante quando se pretende explorar várias hipóteses de combinação de critérios, permitindo considerar diferentes cenários de avaliação. Segundo Malczewski (2004) a AMC envolve a aplicação, bem como, a manipulação de dados georreferenciados e conceitos definidos pelo decisor com base em regras de decisão específicas. As potencialidades dos SIG relativamente aos dados espaciais e não-espaciais, aliados à capacidade de combinar os mesmos com os

conceitos dos decisores, em alternativas de decisão, são de extrema importância na AMC. Tendo em conta o objetivo deste trabalho, será abordado o método de Combinação Linear Ponderada (CLP) como técnica de análise de aptidão e a Análise Hierárquica de Processos (AHP) como definição dos pesos a atribuir aos diferentes critérios.

2.1.1. Método Combinação Linear Ponderada

A Combinação Linear Ponderada (CLP) é baseada no conceito de média ponderada, e de acordo com Malczewski (2000) é frequentemente aplicado a análises de aptidão do uso do solo em diversas aplicações, sendo uma das razões, a fácil implementação em ambientes SIG, utilizando operações de álgebra de mapas e modelação cartográfica. A CLP consiste no somatório da combinação dos diferentes critérios aplicando-se um peso a cada um deles, como é demonstrado na seguinte fórmula (Equação 1):

$$S = \sum_i^n w_i x_i \quad (1)$$

Sendo: S a Aptidão, w_i o Peso do Fator i , e x_i a pontuação (de critério) do fator i .

Nos casos em que são aplicadas Restrições Booleanas (sim ou não, 0 ou 1), tendo em conta que os dados estão em formato *raster*, o procedimento é alterado através da multiplicação do valor obtido em (1) pelo produto das restrições. O resultado é a atribuição do valor 1 às células consideradas positivamente e do valor 0 às restantes que não serão consideradas no mapa final.

2.1.2. Definição de pesos

Para a combinação dos mapas de critérios através da CLP é necessário atribuir os pesos a cada critério que expressam a ordem de importância no processo de avaliação, Eastman (2001). Segundo Cabral et al. (2012) uma das técnicas mais utilizadas para a atribuição de pesos é a comparação par a par de fatores, desenvolvida por Saaty nos anos 80, que ficou conhecida como Análise Hierárquica de Processos (AHP). Este método tem sido utilizado em inúmeras aplicações baseando-se em três princípios do pensamento analítico, Construção de hierarquias, Estabelecimento de prioridades, Consistência lógica. O princípio de funcionamento da AHP assenta numa matriz quadrada $n \times n$, onde as linhas e colunas correspondem aos n critérios analisados para o problema em questão. Assim, o valor a_{ij} representa a importância relativa do critério da linha i face ao critério da coluna j . Sendo esta uma matriz recíproca significa que, apenas a metade triangular inferior necessita de ser estimada, invertendo-se os valores atribuídos a cada campo. A diagonal principal assume sempre valores iguais a 1, pois deriva da comparação de um critério com o próprio. Segundo Martins (2010), o cálculo do peso dos critérios é concretizado através da hierarquização par a par, com recurso a uma escala quantitativa contínua de 9 pontos com amplitudes diametralmente opostas, conforme se demonstra na Figura 2.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extrema-mente	Muito	Forte-mente	Modera-damente	Igual-mente	Modera-damente	Forte-mente	Muito	Extrema-mente
← Menos importante				Mais importantes →				

Figura 2: Escala de comparação de critérios

Para salvaguardar que a estimativa do peso entre os pares de critérios não é definida de forma aleatória, Saaty incorporou a esta técnica, o cálculo da Taxa de Consistência (TC), e segundo Malczewski (2006) estabelecendo que um bom nível de consistência é inferior a 0.10, enquanto os valores superiores ou iguais a 0.10, deverão traduzir-se na reorganização da matriz de comparação de critérios.

2.2 Dados do modelo

Serrado, et al. (2008) enuncia que o local, solo, clima e disponibilidade de água são os principais fatores a considerar quando se pensa em cultivar plantas de mirtilo para produção de frutos. O conhecimento destes fatores-chave nas várias fases de crescimento da planta e dos respectivos frutos, bem como, das necessidades é essencial para uma produção de qualidade e com quantidades economicamente vantajosas.

2.2.1. Solo

Segundo Serrado, et al. (2008), o arbusto de mirtilo necessita de solo para a fixação das raízes e para um abastecimento de água e dos minerais necessários ao crescimento e formação do fruto, assim sendo, e como referiu Trehane (2004), as características físicas e químicas do solo são importantes. As cultivares do grupo *Northern Highbush* (NH) requerem uma acidez e alcalinidade dos solos medida a partir do pH, entre 4.0 e 5.2, sendo que o valor ótimo situa-se entre 4.3 e 4.8 para se manter o equilíbrio de minerais que as plantas necessitam, Trehane (2004). Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA (2007), o mirtilo tem preferência por solos arenosos, franco-arenosos ou medianamente argilosos, não muito profundos. O tipo de solo que proporcione uma base com bom arejamento e drenagem, caracterizado também por uma larga percentagem de partículas de areia, é o indicado para que as raízes finas e fibrosas se possam expandir. Como facto adicional é preferível que exista uma quantidade entre 20 a 30% de partículas argilosas no solo, pois favorece a retenção de água no verão, bem como potencia a fixação das raízes. Cultivares deste tipo que tenham sido plantadas em solos recentemente usados para floresta beneficiam dos resíduos das muitas gerações de folhas e outros detritos que potenciam bastante o crescimento destas plantações. Pelo contrário, solos que tenham sido afetados pelo flagelo dos incêndios não são muito adequados, porque os níveis elevados de potássio nas cinzas são prejudiciais, Trehane (2004).

2.2.2. Clima

Este fator influencia de maneira diferente a produção de mirtilo, conforme a fase de desenvolvimento em que se encontra a planta, determinando o seu potencial de produção. As cultivares de mirtilo têm duas fases de vegetação distintas, o repouso vegetativo onde o frio é o fator mais importante, e a fase vegetativa em que a temperatura, a precipitação e a radiação solar são determinantes. Segundo Trehane (2004), no repouso vegetativo para a planta ter um período suficiente de dormência, tem que passar, no mínimo, por 700 horas, a cerca de 7°C, sendo que a maioria das cultivares não é afetada por temperaturas de inverno de -18°C, desde que não passem por grandes variações. Na fase vegetativa, no período da primavera, as plantas são vulneráveis aos ventos frios tardios que possam ocorrer após a abertura das flores. No verão, as temperaturas acima dos 30°C podem levar à morte das folhas, principalmente em cultivares de rápido crescimento vegetativo que estejam completamente expostas ao sol, pelo facto de as raízes não conseguirem sugar suficientemente a água para compensar as perdas por transpiração levada a cabo pelas folhas.

2.2.3. Exposição e orientação das encostas

As plantações de mirtilo, durante a sua fase vegetativa dão preferência a uma boa incidência solar, e uma orientação Norte-Sul diminui os riscos de geadas que podem afetar a fase de formação do fruto.

2.2.4. Necessidade de água

Segundo Bowling (2000), desde a plantação e ao longo dos 4 a 5 primeiros anos de cultura, o mirtilo exige um aprovisionamento regular de água para se desenvolver e frutificar normalmente. Nos períodos de maior calor é necessário observar a reação das plantas, sendo que poderá ser necessário regá-las duas vezes por dia. Krzewinska (2004) refere que na fase

de formação do fruto a necessidade de água é crítica, e após a colheita, uma deficiência no aprovisionamento hídrico pode comprometer a produção do ano seguinte. Na Tabela 1 são apresentados os dados utilizados na realização deste trabalho para os fatores Solo, Clima, Exposição e Orientação, e Necessidade de Água.

Tabela 1: Tabela de Dados de entrada no Modelo sobre a cultura do Mirtilo

Fatores	Designação	Descrição	Data	Fonte	Resolução Espacial / Escala	Sistema de Coordenadas
Solos	Carta de Acidez e Alcalinidade dos Solos	pH dos solos	1980	Agência Portuguesa do Ambiente	1/1 000 000	GCS_Datum_Lisboa_Hayford Lisboa_Hayford_Gauss_KCeoE
	Carta dos Solos (consoante a representação da FAO)	Tipos de solo	1978	Agência Portuguesa do Ambiente	1/1 000 000	GCS_Datum_Lisboa_Hayford Lisboa_Hayford_Gauss_KCeoE
	CORINE Land Cover	Ocupação e uso do solo	2006	Instituto Geográfico Português	UMC 25 ha 1/100 000	GCS_ETRS_1989 ETRS_1989_TM06-Portugal
	Carta da Capacidade de Uso do Solo	Capacidade de uso do solo	1982	Agência Portuguesa do Ambiente	1/1 000 000	GCS_Datum_Lisboa_Hayford Lisboa_Hayford_Gauss_KCeoE
Clima	Carta Média da Temperatura Máxima para as épocas de Primavera/Verão entre 1981-2010	Média da Temperatura Máxima entre 1981-2010 para as épocas de Primavera/Verão	1981-2010	Instituto Português do Mar e da Atmosfera	100 m	GCS_ETRS_1989 ETRS_1989_TM06-Portugal
	Carta Média da Temperatura Mínima para as épocas de Outono/Inverno entre 1981-2011	Média da Temperatura Mínima entre 1981-2010 para as épocas de Outono/Inverno	1981-2011	Instituto Português do Mar e da Atmosfera	100 m	GCS_ETRS_1989 ETRS_1989_TM06-Portugal
Exposição e Orientação	Carta Orientação de encostas	Derivada a partir do DEM obtido pela Shuttle Radar Topography Mission da NASA	-	Página pessoal do professor José Alberto Gonçalves	80 m	GCS_ETRS_1989 ETRS_1989_TM06-Portugal
	Carta de Geadas (n.º meses por ano)	Quantificação das Geadas por meses durante o ano	1975	Agência Portuguesa do Ambiente	1/1 000 000	GCS_Datum_Lisboa_Hayford Lisboa_Hayford_Gauss_KCeoE
Necessidade de Água	Carta Escoamento - Quantidade de Água na rede hidrográfica (mm)	Quantidade de Água na Rede Hidrográfica	1975	Agência Portuguesa do Ambiente	1/1 000 000	GCS_Datum_Lisboa_Hayford Lisboa_Hayford_Gauss_KCeoE
	Carta de Precipitação Média para as épocas de Primavera/Verão entre 2000-2003	Interpolação IDW dos valores de Precipitação Média Mensal de Portugal entre 2000-2003 para as épocas de Primavera/Verão	2000-2003	Base de dados de precipitação mensal em Portugal Continental do Instituto de Meteorologia distribuído pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera	100 m	GCS_ETRS_1989 ETRS_1989_TM06-Portugal
	Carta de Precipitação Média para as épocas de Outono/Inverno entre 2000-2004	Interpolação IDW dos valores de Precipitação Média Mensal de Portugal entre 2000-2003 para as épocas de Outono/Inverno	2000-2004	Base de dados de precipitação mensal em Portugal Continental do Instituto de Meteorologia distribuído pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera	100 m	GCS_ETRS_1989 ETRS_1989_TM06-Portugal
	Carta Administrativa Oficial de Portugal 2013	CAOP 2013	2013	Direção-Geral do Território	1/25 000	GCS_ETRS_1989 ETRS_1989_TM06-Portugal

2.3 Implementação do modelo

Na primeira fase deste modelo os respetivos dados de entrada foram pré-processados – projetados para um sistema de referência único (ETRS89), selecionados conforme uma máscara da área de estudo e convertidos do formato vetorial para *raster*. Para a obtenção de uma Carta de Orientação de Encostas, foi utilizado o Modelo Digital de Terreno (MDT) de Portugal Continental derivado a partir do MDT obtido pela *Shuttle Radar Topography Mission* da NASA. Outro critério que teve um pré-processamento dos dados foi a informação relativa à precipitação mensal de Portugal Continental entre 2000 e 2003. Para tal recolheu-se a respetiva informação disponível *online* na página do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), que continha a localização georreferenciada das estações meteorológicas com os respetivos valores da precipitação mensal. Procedeu-se ao cálculo da média destes valores entre os anos referidos, e posteriormente agrupou-se por estações do ano, Primavera/Verão e Outono/Inverno. De forma a representar espacialmente e poder-se analisar visualmente estes dados recorreu-se ao método interpolador *Inverse Distance Weighted (IDW)*, para depois se reclassificar este critério de análise. Segundo Cabral (2014) este interpolador funciona bem para os casos em que temos uma amostra de pontos densa e regular, não considerando determinados padrões existentes nos dados. Mais ainda, se houver variações abruptas nos dados, este interpolador suaviza essas diferenças. É uma técnica que utiliza uma média ponderada e tem em conta que os pontos da amostra próximos da célula a estimar têm uma influência maior do que os pontos mas afastados. Devido às diferentes escalas utilizadas na medição dos critérios, foi necessário proceder-se à normalização dos critérios antes da sua combinação, para que todos os mapas de aptidão parcial fossem positivamente correlacionados. Através da normalização, as pontuações dos critérios são expressas, de acordo, com uma escala numérica consistente (i.e. 0 – 99, 0 – 255, 0.0 – 1.0). O processo de normalização é essencialmente idêntico ao processo introduzido pela norma *Fuzzy*, que estabelece que um conjunto de valores expresso numa dada escala é convertido noutra comparada à primeira, expressa assim de forma normalizada. Como resultado obtém-se uma escala entre 0.0 e 1.0, sendo que 0.0 não pertence e 1.0 pertence totalmente a um determinado conjunto de valores. Para representação final da cartografia temática foi definido para este estudo uma escala de aptidão com os seguintes níveis: 1 – Aptidão Máxima; 2 – Aptidão Média; 3 – Aptidão Mínima.

Na Tabela 2 estão presentes os dados normalizados referentes aos critérios de avaliação conforme a escala de aptidão definida, ou seja, estando os critérios mais favoráveis à

plantação do mirtilo associados ao nível 1 de aptidão e os menos favoráveis ao nível 3. Para os critérios que não são recomendáveis à plantação desta cultura, é associado o valor “Restrito”, para que nos mapas de aptidão final zonas com estas características não sejam consideradas.

Tabela 2: Dados Normalizados referentes aos Critérios de Avaliação

	Valor Escalar Normalizado	Valor do Atributo Original
CORINE Land Cover (nomenclatura CLC)	1	211/212/213/221/222/223/231/241/242/243/244
	2	311/312/313/321/322/323/324
	3	331/333/332
Carta de Orientação de encostas [°]	1	Restrito
	2	112.5° - 202.5°
	3	67.5° - 112.5°
Carta dos Solos (consoante a representação da FAO)	1	Restrito
	2	valores ≤ 0° (terras planas) PROZOSOLOS/AMBISOSOLOS
	3	REGOSOSOLOS/LIVISSOSOLOS/LITOSOSOLOS RANKERS
Carta de Acidez e Alcalinidade dos Solos (pH)	1	Restrito
	2	SOLOS/CHAKS/FLUVISSOSOLOS Entre 4.6 e 5.5/Entre 4.6 e 5.5 + (5.6 a 6.5)
	3	Entre 5.6 e 6.5/Entre 5.6 e 6.5 + (4.6 a 5.5)/Entre 5.6 e 6.5 + (7.4 a 8.5) Inferior ou igual a 4.5/Entre 7.4 e 8.5 + (<= 4.5)/Entre 7.4 e 8.5/Entre 6.6 e 7.3 + (7.4 a 8.5)
Carta de Geadas (n.º meses por ano)	1	Restrito
	2	Entre 1 e 2 meses
	3	Entre 2 e 3 meses
Carta de Escoramento - Quantidade de Água na rede hidrográfica - Valores médios anuais (mm)	1	Restrito
	2	Entre 1000 e 1400 mm/Entre 1400 e 1800 mm
	3	Entre 400 e 600 mm/Entre 600 e 800 mm/Entre 800 e 1000 mm
Carta Média da Temperatura Máxima Primavera/Verão [°C]	1	Restrito
	2	Entre 150 e 200 mm/Entre 200 e 300 mm/Entre 300 e 400 mm/Entre 25 e 50 mm/Entre 50 e 100 mm/Entre 100 e 150 mm
	3	Entre 24.9°C - 25°C
Carta Média da Temperatura Mínima Outono/Inverno [°C]	1	Restrito
	2	Entre 3.9°C - 4.9°C
	3	Entre 4.9°C - 5.1°C
Carta de Precipitação Média Primavera/Verão (mm)	1	Restrito
	2	Entre 51.97 mm - 64.81 mm
	3	Entre 39.62 mm - 51.97 mm
Carta de Precipitação Média Outono/Inverno (mm)	1	Restrito
	2	Entre 24.41 mm - 39.62 mm
	3	Entre 178.60 mm - 225.82mm
Carta da Capacidade de Uso do Solo (Classes A.P. Ambiente)	1	Restrito
	2	Entre 133.78 mm - 178.60 mm
	3	Entre 73.41 mm - 133.78 mm
Carta da Capacidade de Uso do Solo (Classes A.P. Ambiente)	1	Restrito
	2	Classe A / Classes A-C
	3	Classe C / Classes A-F
Taxa de Consistência	1	Restrito
	2	Classe F / Classes C-F
	3	-

Posteriormente procedeu-se à Avaliação Multicritério, recorrendo ao método da CLP e à técnica AHP, para cada modelo de análise. Visto que, os critérios de avaliação deste estudo têm a mesma importância na produção da cultura do mirtilo, o primeiro modelo atribui a mesma importância a todos os onze fatores/restrições, ou seja cerca de 9% a cada um. Tendo em consideração que certos fatores podem ser manipulados nas várias fases desta cultura procedeu-se a um agrupamento por “fatores manipuláveis”, “fatores não manipuláveis”, e “fatores fixos”. Por exemplo, na preparação do terreno é possível a correção da acidez e alcalinidade dos solos com produtos apropriados. Na fase de posterior à plantação e durante a vida das cultivares é possível controlar a quantidade de água fornecida às mesmas através de sistemas de rega. Decorrendo deste facto, elaborou-se outros dois modelos, variando a atribuição dos pesos de cada fator. No segundo modelo atribuiu-se por ordem decrescente mais peso aos “fatores não manipuláveis” (cerca de 17%), a seguir aos “fatores manipuláveis” (cerca de 7%) e por último, aos “fatores fixos” (cerca de 2%). No terceiro modelo atribuiu-se por ordem decrescente mais peso aos “fatores manipuláveis” (cerca de 17%), a seguir aos “fatores não manipuláveis” (cerca de 7%) e por último, igualmente aos “fatores fixos” (cerca de 2%). Através da Tabela 3 é possível verificar a explicação anterior, bem como as Taxas de Consistência de cada definição de pesos dos fatores, relativos aos diferentes Modelos.

Tabela 3: Definição de pesos segundo o agrupamento de fatores

	Fatores	Pesos Modelo 1	Pesos Modelo 2	Pesos Modelo 3
Fatores Fixos	Carta dos Solos (consoante a representação da FAO)	0,0909	0,0183	0,0183
	CORINE Land Cover	0,0909	0,0183	0,0183
	Carta da Capacidade de Uso do Solo	0,0909	0,0183	0,0183
Fatores Manipuláveis	Carta de Acidez e Alcalinidade dos Solos	0,0909	0,0688	0,1674
	Carta Escoramento - Quantidade de Água na rede hidrográfica (mm)	0,0909	0,0688	0,1674
	Carta de Precipitação Média para épocas de Primavera/Verão entre 2000-2003	0,0909	0,0688	0,1674
Fatores Não Manipuláveis	Carta de Precipitação Média para as épocas de Outono/Inverno entre 2000-2004	0,0909	0,0688	0,1674
	Carta Média da Temperatura Máxima para as épocas de Primavera/Verão entre 1981-2010	0,0909	0,1674	0,0688
	Carta Média da Temperatura Mínima para as épocas de Outono/Inverno entre 1981-2011	0,0909	0,1674	0,0688
Taxa de Consistência	Carta de Orientação de encostas	0,0909	0,1674	0,0688
	Carta de Geadas (n.º meses por ano)	0,0909	0,1674	0,0688
		0,00	0,02	0,02

Como resultado final, obteve-se um mapa de aptidão geral, representando as áreas de aptidão, conforme a escala definida para a avaliação apresentada anteriormente. Para finalizar transformou-se o mapa de aptidão geral para formato vetorial, e pré processou-se a Carta

Administrativa Oficial de Portugal (CAOP2013) para os Distritos de Aveiro, Viseu, e Guarda. A combinação da Carta de Aptidão Geral, de cada modelo, com a CAOP2013, permitiu identificar a que Freguesia, Município e Distrito a que pertenciam as áreas de aptidão representadas no mapa.

3. Resultados e Discussão

Como resultados deste estudo, apresentam-se os mapas de aptidão geral, referentes a cada modelo de análise, presentes na Figura 3.

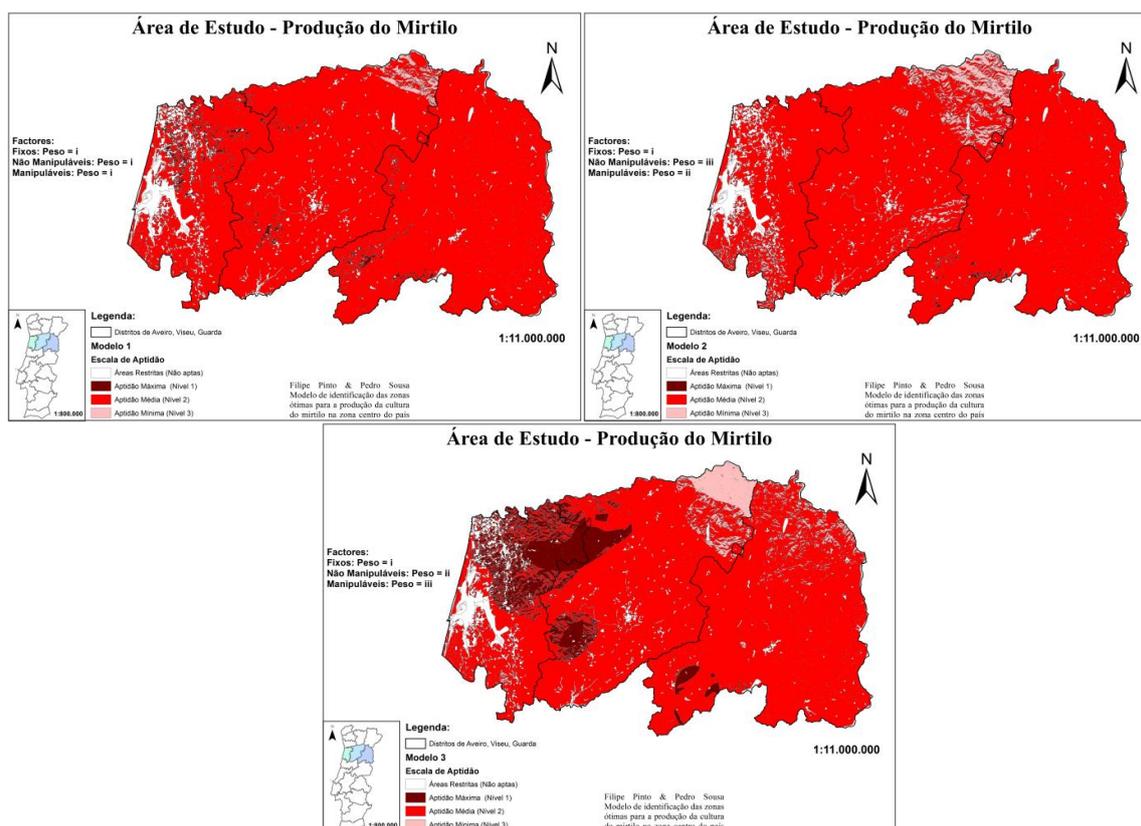


Figura 3: Mapas de Aptidão Geral

Como se pode verificar na comparação dos três mapas, as zonas de aptidão média dominam a generalidade das análises. No Mapa do Modelo 1, como foi referido, as zonas de aptidão média dominam na maior parte destes Distritos, apresentando apenas na parte Nordeste de Viseu algumas zonas de aptidão mínima. No entanto, é de salientar um dado importante, quando no Modelo 2, se atribui mais peso aos critérios não manipuláveis (cerca de 17% a cada), ou seja às Cartas de Temperatura, Orientação de Encostas e Geadas, verifica-se que a área de estudo é mais sensível a estes parâmetros, e portanto a quantidade total de zonas de Aptidão Máxima diminui, verificando-se ao mesmo tempo um aumento das zonas de aptidão mínima, na parte Nordeste de Viseu, e na parte Sul de Aveiro. No caso inverso, Modelo 3, quando se atribui mais peso aos critérios manipuláveis, ou seja às Cartas de Precipitação, Acidez e Alcalinidade dos Solos, e Quantidade de Água na Rede Hidrográfica, verifica-se um aumento significativo de atribuição de zonas de aptidão máxima, principalmente na parte Norte do Distrito de Aveiro e das zonas junto à fronteira com o Distrito de Viseu. Também algumas zonas de aptidão média passaram a aptidão máxima na parte mais a Sul do Distrito de Viseu e da Guarda, verificando-se um adensamento das áreas de aptidão mínima na parte Nordeste do Distrito de Viseu e Norte do Distrito da Guarda, em relação ao Modelo 2.

4. Conclusões

A revisão bibliográfica sobre estes métodos AMC, e a utilização do método de Combinação Linear Ponderada com recurso à definição de pesos através da Análise Hierárquica de Processos, foi bastante importante para se perceber quais as metodologias e as suas potencialidades que são geralmente utilizadas nos meios académicos, na resolução deste tipo de questões. O recurso às ferramentas de geoprocessamento foi essencial para o desenvolvimento deste modelo de estudo, realçando as vantagens que estas trazem à modelação deste tipo de problemas geográficos. A escolha do tema de estudo sobre a Produção da Cultura do Mirtilo revelou-se um desafio, porque desta forma aliou-se as potencialidades da análise geográfica em ambiente SIG a uma área tradicional como a Agricultura. Cada vez mais existem projetos em que os Sistemas de Informação Geográfica são uma parte integrante num conjunto de tecnologias na resolução de um problema, e este facto vem aumentar a notoriedade do segmento de forma extremamente eficiente. Esta eficiência deve não só ser demonstrada em projetos elaborados por, e para utilizadores/profissionais da área dos SIG, mas sobretudo em áreas onde o ceticismo aplicacional ainda é bastante acentuado, considerando que este estudo de caso é um exemplo demonstrativo dessa eficiência aplicacional.

5. Citações e Referências

5.1 Artigo em periódico

Cabral, P., Silva, D. S. e. & Martins, V. N., 2012. Social vulnerability assessment to seismic risk using multicriteria analysis: the case study of Vila Franca do Campo (São Miguel Island, Azores, Portugal). *Natural Hazards*, June, Volume 62, pp. 385-404.

Krzewinska, D., 2004. *The Benefits of Vaccinium Species in Ecological Production*. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17 September, Volume 12, p. 13.

Malczewski, J., 2000. *On the Use of Weighted Linear Combination Method in GIS: Common and Best Practice Approaches*. *Transactions in GIS*, January, Volume 4, pp. 5-22.

Malczewski, J., 2004. *GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview*. *Progress in Planning*, July, Volume 62, pp. 3-65.

Malczewski, J., 2006. *GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature*. *International Journal of Geographical Information Science*, February, Volume 20, pp. 703-726.

Ramos, R. A. & Mendes, J. F., 2001. Avaliação da aptidão do solo para localização industrial. Engenharia Civil UM, Volume Número 10, pp. 7-29.

5.2 Livro

Bowling, B. L., 2000. *The Berry Grower's Companion*. Portland: Timber Press, Inc..

Cabral, P., 2014. *Sebenta de Modelação em SIG - Mestrado C&SIG (ISEGI- NOVA)*. Lisboa: s.n.

Eastman, J. R., 2001. *Decision Support: Decision Strategy Analysis in indrisi 32 release 2 - Guide to GIS and Image Processing*. Worcester: Clark Labs - Clark University.

Serrado, F. et al., 2008. *Mirtilos - Guia de boas práticas para produção, promoção e comercialização*, s.l.: Greca Artes Gráficas.

Trehane, J., 2004. *Blueberries, Cranberries and Other Vacciniums*. Portland: Royal Horticultural Society.

5.3 Dissertação/Tese

Ferreira, A. M. P. J., 2000. *Dados Geoquímicos de Base de Sedimentos Fluviais de Amostragem de Baixa Densidade de Portugal Continental: Estudo de Factores de Variação Regional*, Aveiro: s.n.

Martins, V. N. B., 2010. *Avaliação da Vulnerabilidade Socioecológica ao Risco Sísmico no Concelho de Vila Franca do Campo (Açores) - Contributo para a construção de uma comunidade resiliente*, s.l.: s.n.

Vettorazzi, C. A., 2006. *Avaliação Multicritérios, em Ambiente SIG, na Definição de Áreas Prioritárias à Restauração Florestal Visando à Conservação de Recursos Hídricos*, Piracicaba: s.n.

5.4 Consultas da Internet

EMBRAPA, 2007. Sistema de Produção do Mirtilo - Nutrição e adubação para o mirtilo. [Online] Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mirtilo/SistemaProducaoMirtilo/nutricao.htm> [Acedido em 29 Março 2014].