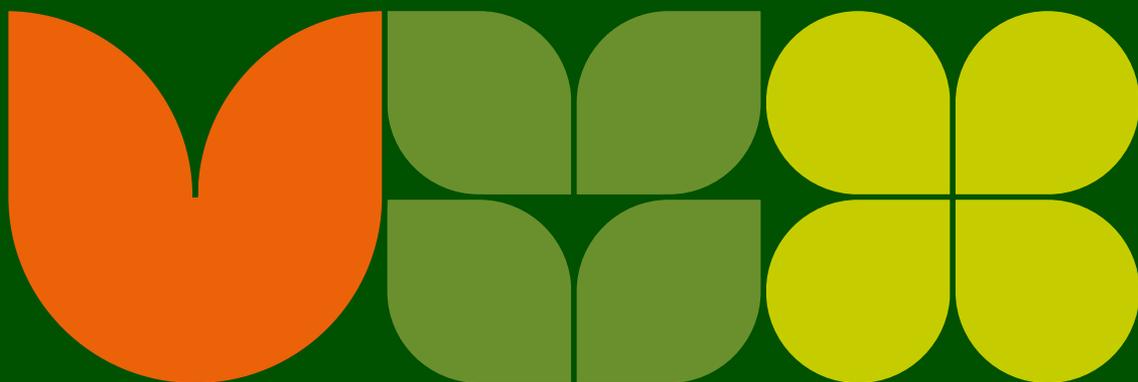


# agricultura e florestas

impactos, vulnerabilidades e adaptação  
às alterações climáticas







AGRICULTURA E FLORESTAS

impactos e vulnerabilidades  
às alterações climáticas

Alexandre Vaz Correia  
José Lima Santos

2015

## 1. Sumário

Este estudo pretende avaliar a vulnerabilidade da agricultura e da floresta na Região Autónoma da Madeira às alterações climáticas. Utilizaram-se os impactos estudados no projecto CLIMAAT II (Correia et al. 2006a, 2006b), que serviram de base para a construção de uma cadeia de impactos que relaciona os impactos directos com os factores de exposição climática, a sensibilidade e a capacidade adaptativa actual. Os impactos directos foram analisados dentro deste esquema conceptual, determinando-se as vulnerabilidades actuais e futuras, e a respectiva incerteza associada.

A vulnerabilidade da agricultura é muito elevada, devido à redução da disponibilidade hídrica nos cenários futuros. Esta redução pode vir a ter um impacto muito negativo na agricultura na Madeira, evidenciando a necessidade de desenvolver medidas de adaptação tanto no sector da agricultura (e.g., aumentar a eficiência de rega) e no sector dos recursos hídricos. Os impactos de pragas, doenças e infestantes podem também aumentar em consequência do aumento da temperatura, aumentando a vulnerabilidade dos sistemas agrícolas. Num cenário de redução acentuada da área agrícola, o crescimento de vegetação espontânea, em zonas próximas a aglomerados urbanos, pode contribuir para agravar o risco de incêndio florestal.

A vulnerabilidade da floresta é menor que a da agricultura, dado que a disponibilidade de água não se torna limitante para a produção florestal nos cenários climáticos futuros. Quando analisada isoladamente, há potencial para um aumento da produtividade florestal, e uma expansão das áreas com aptidão florestal em altitude. No entanto, os riscos de incêndio florestal, tendo em conta o histórico recente, e os riscos de ocorrência de pragas e doenças e de proliferação de espécies invasoras exóticas, podem anular ou mesmo inverter esta tendência positiva. As oportunidades potenciais para a floresta da Madeira estão portanto dependentes de uma redução significativa do risco estrutural de incêndio (através de gestão de combustíveis ao nível da paisagem, por exemplo), por ventura ainda além do que se encontra já em planeamento, e de medidas que visem melhorar a gestão silvícola.

## 2. Introdução

O objectivo principal do presente estudo é a identificação da vulnerabilidade dos sectores da agricultura e floresta da Região Autónoma da Madeira a alterações climáticas e proposta de medidas de adaptação. A vulnerabilidade é entendida como a conjugação de impactos potenciais e da capacidade adaptativa do sector, traduzida numa escala qualitativa que varia entre o “Muito positivo” e o “Crítico”. Os impactos potenciais são identificados pela interacção dos factores de exposição climática (variáveis climáticas directas, como a temperatura e precipitação) com os factores de sensibilidade física ou estrutural. Estes incluem as características físicas ou naturais dos sistemas, como tipos de solo, declive e altitude, e características da esfera social, como as influências dos mercados, locais e internacionais, e a tipologia das estruturas produtivas, empresas e comunidades. A capacidade adaptativa empregue para a determinação da vulnerabilidade inclui apenas a capacidade actual, isto é, apenas a capacidade de adaptação intrínseca do sector, relativamente às condições históricas e/ou actuais, e não medidas específicas para as alterações climáticas. As vulnerabilidades identificadas são a base para proposta de medidas de adaptação específicas, na fase seguinte do projecto.

### 3. Metodologia

Os impactos directos das alterações climáticas nos sectores da Agricultura e da Floresta da Região Autónoma da Madeira foram estudados no âmbito do projecto CLIMAAT II (Correia et al. 2006a, Correia et al. 2006b). Nesse estudo foram abordados todos os impactos climáticos susceptíveis de serem quantificados, face à informação de base disponível: alterações no uso potencial do solo para as culturas da banana, hortícolas e vinha, em consequência das alterações climáticas, respectivas necessidades de rega, tendências de evolução da produtividade para essas culturas, risco meteorológico de incêndio florestal, distribuição geográfica da vegetação natural potencial e da floresta plantada e produtividade primária potencial da floresta natural e da floresta plantada. Estes resultados constituem o essencial da informação base para o presente estudo, uma vez que no que diz respeito a cenários climáticos para o futuro não houve alterações (para este tipo de estudo são necessários dados climáticos diários de elevada resolução espacial, tais como os produzidos no projecto CLIMAAT II).

A metodologia geral seguida no presente estudo centrou-se na análise dos resultados do CLIMAAT II, que dizem respeito sobretudo a factores de exposição climática, conjugando-os com informação mais detalhada sobre os factores de sensibilidade e a capacidade adaptativa actual. Estas interacções estão sintetizadas na cadeia de impactos para a agricultura e floresta (Figura 7). Para cada um destes factores procurou-se identificar também a confiança associada, de modo a obter como resultado final a vulnerabilidade e a incerteza associada aos resultados.

A vulnerabilidade foi identificada para toda a região da Madeira. Procurou-se fazer uma caracterização ao nível da freguesia, mas por constrangimentos relacionados com a curta duração do projecto e com alguma dificuldade em aceder à informação necessária, optou-se por, nesta fase, não regionalizar a vulnerabilidade.

#### 3.1. A agricultura na Madeira

A orografia da Ilha da Madeira condiciona fortemente a actividade agrícola na região. De acordo com AGROGES (2013), cerca de 25% do território encontra-se acima dos 1000 m de altitude e 47%

acima dos 700 m. Apenas cerca de 11% (8500 ha) da superfície apresenta declives inferiores a 16%, mas estão aqui incluídas as áreas urbanas e os planaltos de altitude, impróprios para a agricultura, e 65,4% apresenta declives superiores a 25%. A agricultura confina-se a zonas de declive médio entre 16% e 25%, com todos os constrangimentos que isso representa (custos de armação de terraços e socalcos, dificuldades de mecanização, dificuldades de acesso ao terreno, etc.).

As áreas agrícolas concentram-se principalmente nas costas Sul e Este (Figura 1), pelas condições climáticas mais favoráveis, nomeadamente temperatura mais elevada e menor frequência de neblinas e nevoeiros. A maior parte das culturas são produzidas em regadio, devido à reduzida precipitação que ocorre nas cotas mais baixas, principalmente durante o período da Primavera-Verão, e à disponibilidade hídrica oriunda da precipitação nas cotas mais elevadas. No Porto Santo a situação é diferente. A orografia não é limitante para a agricultura, já que 86,4% do seu território se encontra abaixo dos 200 m de altitude (Brazão 1998).

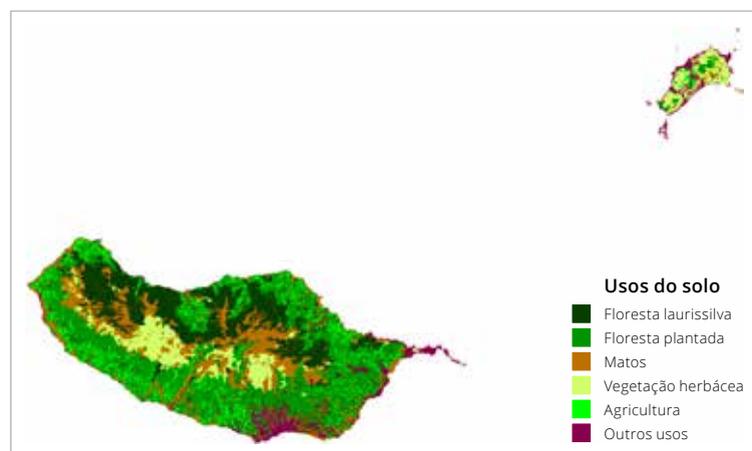


Figura 1. Usos do solo (COS 2007).

Os elevados custos de produção associados às condições naturais da Ilha da Madeira, e o elevado custo/reduzida disponibilidade de solos devido à ocupação/expansão urbana, são responsáveis por uma tendência de abandono dos espaços agrícolas, que se tem verificado nas últimas décadas, embora os dados do Recenseamento Agrícola de 2009 evidenciem alguma recuperação (AGROGES 2013).

A Região Autónoma da Madeira tem 13611 explorações agrícolas, que ocupam uma superfície total de 7137,97 ha (média de 0,52 ha por exploração) e uma superfície agrícola útil de 5428,41 ha (média de 0,40 ha por exploração). A decomposição da utilização das terras pode ser vista na Tabela 1, onde destacamos as áreas das culturas analisadas no presente estudo (vinha, culturas hortícolas e frutos sub-tropicais).

Tabela 1. Utilização das terras na Região Autónoma da Madeira

Tipo de Superfície	Área (ha)
Superfície total	7137.96
Superfície Agrícola Utilizada (SAU)	5428.41
Terra arável	2242.31
Cereais para grão	61.31
Prados temporários e culturas forrageiras	79.07
Batata	542.35
Culturas industriais	118.43
Cana-de-açúcar	114.88
<b>Hortícolas extensivas</b>	<b>230.02</b>
<b>Hortícolas intensivas</b>	<b>780.14</b>
Flores e plantas ornamentais	54.27
Batata doce e inhame	304.40
Restantes culturas temporárias	2.91
Pousio	69.41
<b>Horta familiar</b>	<b>183.07</b>
Culturas permanentes	2482.39
Frutos frescos	277.85
<b>Frutos subtropicais</b>	<b>848.93</b>
Anona	79.85
Abacate	23.37
Banana	696.86
Citrinos	99.89
Frutos de casca rija	104.19
<b>Vinha</b>	<b>1131.20</b>
Castas europeias	502.17
Produtores directos	623.90
Uva de mesa	5.13
Restantes culturas permanentes	20.33
Pastagens permanentes	520.64
Matas e florestas	762.43
Superfície Agrícola não Utilizada (SANU)	614.59
Outras superfícies	332.53
Superfície Irrigável	4465.98

A mão-de-obra é predominantemente familiar, a tempo parcial (Figura 2), e o rendimento agrícola pesa menos de 25% para 59,4% das explorações (Tabela 2). Das fontes de rendimento exteriores às explorações destacam-se as pensões e reformas, e, em menor grau, os salários do sector terciário.

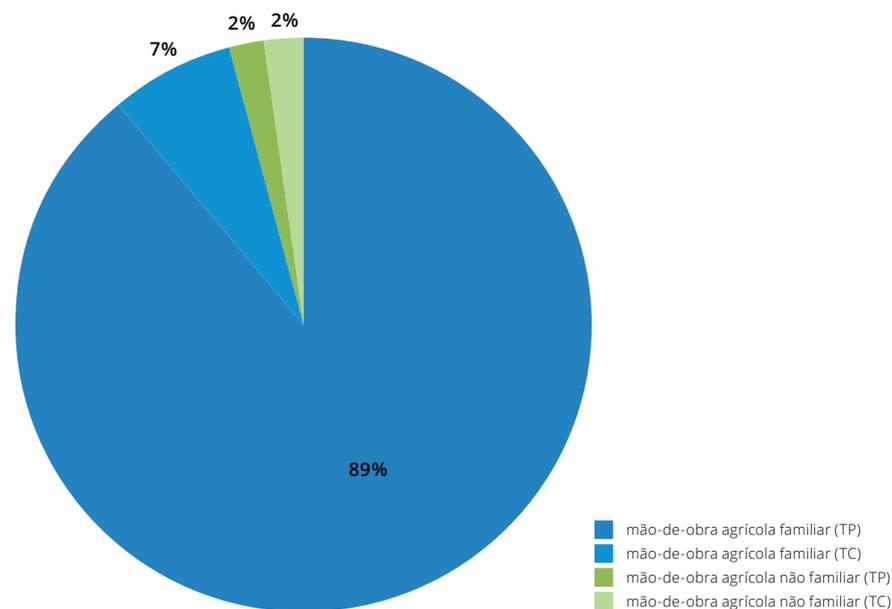


Figura 2. Tipo de mão-de-obra agrícola por regime de duração de trabalho (TP - Tempo Parcial; TC - Tempo Completo).

Tabela 2. Origem do rendimento do agregado familiar do produtor (RA 2009, cit. AGROGES 2013)

	Exploração Agrícola	Salários do Sector Primário	Salários do Sector Secundário	Salários do Sector Terciário	Actividade Empresarial	Pensões e Reformas	Outras Origens
< 25%	59,4	2,3	2,2	4,6	0,6	7,7	5,5
25 a 50%	23,4	2,4	3,4	7,3	1,2	11,8	1,7
50 a 75%	10,9	3,0	4,5	9,3	2,0	18,6	1,3
>=75%	6,2	2,8	4,1	12,9	1,9	20,4	1,1

### 3.1.1. Caracterização da agricultura por freguesias

A percentagem da População Agrícola Familiar em relação à população total da freguesia (Figura 3) é uma medida da importância da agricultura para a população das freguesias. A média para a R.A.M. é 33%, muito superior à média para Portugal (8%). Observa-se que nas freguesias da vertente Norte este indicador é muito elevado, sendo predominantemente superior a 50%, ao passo que na Zona do Funchal, predominantemente urbana, situa-se abaixo dos 6%.

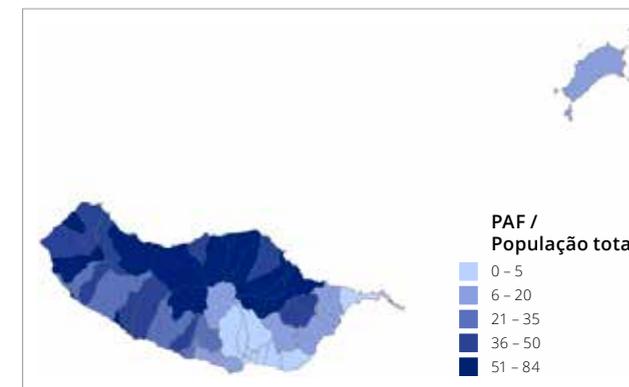
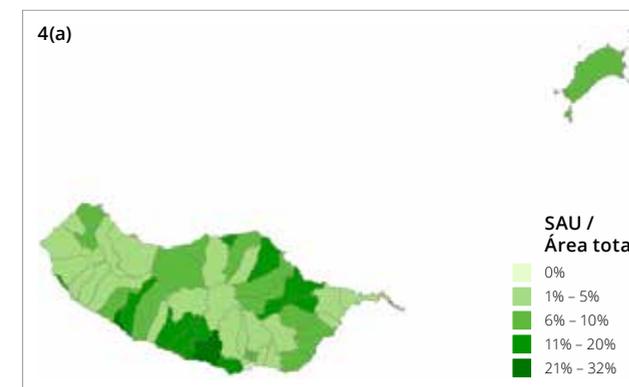


Figura 3. Percentagem da População Agrícola Familiar por população total da freguesia.

A Figura 4 ilustra a importância, em termos de área, da agricultura em cada freguesia. A Figura 4(a) representa a proporção da Superfície Agrícola Utilizada (SAU) em relação à área da freguesia, e as Figuras 4(b), 4(c) e 4(d) representam a proporção das culturas da bananeira, da vinha e de hortícolas, respectivamente, em relação à SAU da freguesia. A bananeira predomina na vertente Sul, a vinha tende a predominar na vertente Norte, enquanto as hortícolas se encontram mais distribuídas na Ilha da Madeira. Na Ilha do Porto Santo não existem frutos sub-tropicais, sendo a vinha a cultura mais expressiva de entre as abordadas neste estudo.

A vinha na Madeira ainda é constituída por cerca de 55% de produtores directo (Tabela 1), em particular na vertente Norte (Figura 5). Estas castas, americanas e híbridas entre castas europeias e americanas, são utilizadas para produzir o chamado “vinho seco”, que é proibido comercializar, pelo que a sua área tem vindo a diminuir. As razões que permitem a existência de uma área significativa são o elevado custo de substituição da vinha, a tradição do consumo de “vinho seco” na Madeira e a maior produtividade destas castas, relativamente às europeias. Todavia, a tendência será para a diminuição da área destas castas.



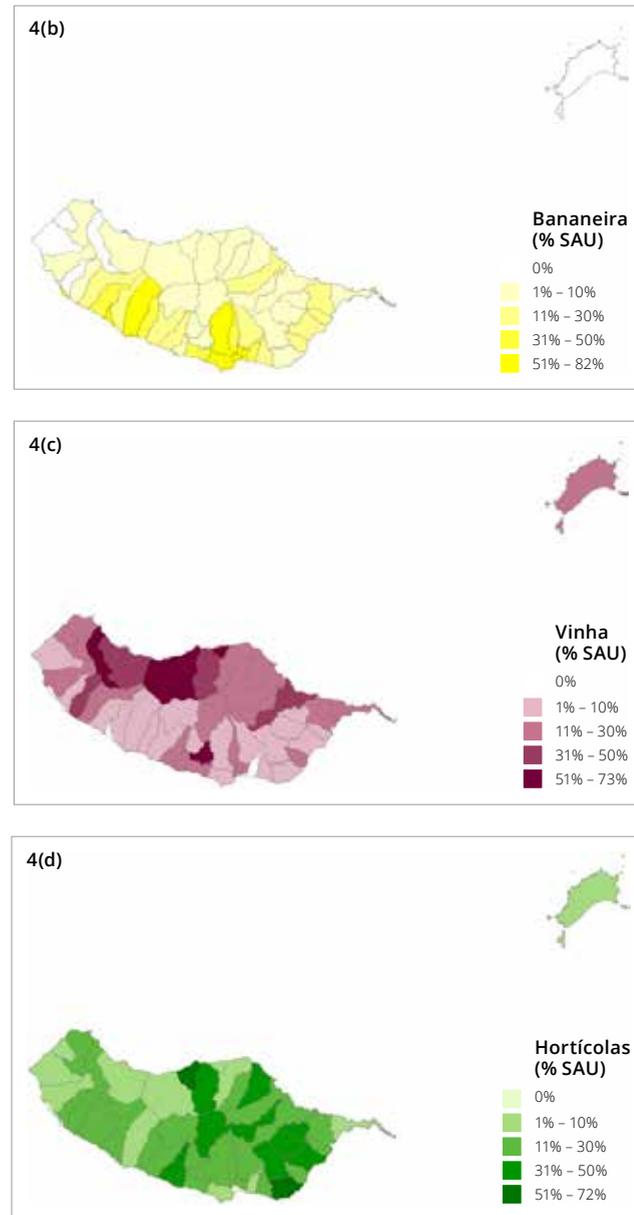


Figura 4. Percentagem da Superfície Agrícola Útil (SAU) por área total da freguesia. SAU total (a), SAU Bananeira (a), SAU Vinha (c) e SAU Hortícolas (d).

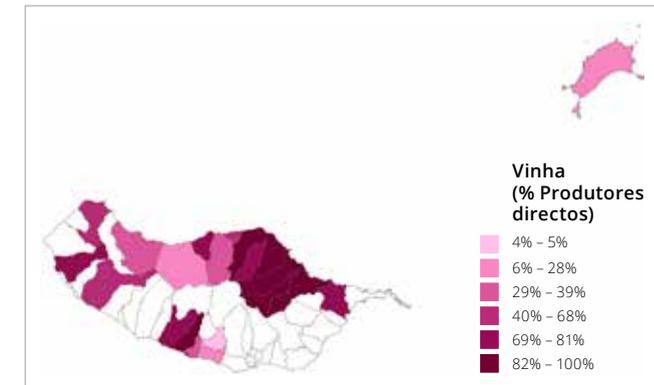


Figura 5. Percentagem de produtores directos por freguesia (apenas freguesias com mais de 10 ha de vinha).

### 3.1.2. Necessidade de rega

A necessidade de rega para as culturas da bananeira, da vinha e da batata foram avaliadas para os cenários A2 e B2, nos períodos de 2040 a 2069 e de 2070 a 2099. Utilizou-se um modelo simples de balanço de água no solo, baseado na evapotranspiração de referência calculada segundo a metodologia da FAO (Allen et al. 1998). A evapotranspiração foi calculada diariamente recorrendo a dados de temperatura, humidade relativa, velocidade do vento e radiação solar. Posteriormente usaram-se coeficientes de cultura (Kc) para as três culturas em estudo para calcular a evapotranspiração potencial de cada cultura (ver Tabela 3). Considerou-se uma capacidade de armazenamento de água no solo de 50 mm. Em cada dia do ciclo de cultura (Tabela 4) subtraiu-se a evapotranspiração potencial à água do solo e somou-se a precipitação ocorrida. Se a água do solo se esgota, rega-se até perfazer 50 mm.

Tabela 3. Coeficiente de cultura (Kc) para as culturas da bananeira, da batata e da vinha (Allen et al. 1998)

	Kc inicial	Kc médio	Kc final
Bananeira	1	1.2	1.1
Batata		1.15	0.75
Vinha	0.3	0.7	0.45

Tabela 4. Fases de desenvolvimento das culturas da bananeira, da batata e da vinha (Allen et al. 1998)

	Duração das fases de cultura (dias)					Total
	Data de início	Fase inicial	Fase de desenvolvimento	Fase média	Fase tardia	
Bananeira	Fevereiro	120	60	180	5	365
Batata	Abril	30	35	50	30	145
Vinha	Março	20	50	75	60	205

### 3.1.3. Vulnerabilidade da Agricultura

Optou-se por não caracterizar a vulnerabilidade actual para o sector da agricultura devido à falta de informação quantitativa disponível sobre, por exemplo, a produtividade histórica das culturas, os seus consumos de águas e outros factores de produção ou a extensão dos danos causados por agentes bióticos. Embora a mera existência da agricultura na RAM, que possui a orografia que mais dificuldades causa à agricultura em todo o Portugal, possa ser um indicador de que a agricultura da RAM não apresenta uma vulnerabilidade significativa à variabilidade climática, seria necessária mais informação para realizar uma análise com um mínimo de fiabilidade.

A vulnerabilidade futura foi avaliada com base nos impactos das alterações climáticas, em particular aqueles identificados no projecto CLIMAAT II. No entanto, enquanto no projecto CLIMAAT se consideram apenas os impactos isolados, na presente abordagem procurou-se integrar os diferentes impactos, em particular os relacionados com a rega das culturas agrícolas.

## 3.2. A floresta na Madeira

De acordo com o I Inventário Florestal da Região Autónoma da Madeira (Uva 2008), a R.A. da Madeira (incluindo Porto Santo) é constituída por 34224 ha de floresta, 24882 ha de matos, 12407 ha de espaços agrícolas, e 6928 ha de outros usos. A área florestal compreende 16143 ha de floresta natural, 16522 ha de floresta plantada e 1559 ha de outras áreas arborizadas (ver Figura 1).

**Tabela 5.** Uso do solo nas Ilhas da Madeira e do Porto Santo (Uva 2008).

	Área (ha)	%
Floresta e outras áreas arborizadas	34224	44
Matos e herbáceas	24882	32
Improdutivos	1727	2
Agricultura	12407	16
Urbano	5087	6
Águas interiores	114	0
Total	78441	100

**Tabela 6.** Áreas de floresta e outras áreas arborizadas (Uva 2008).

	Área (ha)	%
Floresta natural	16143	48
Floresta plantada	16552	47
Outras áreas arborizadas	1559	5
Total	34254	100

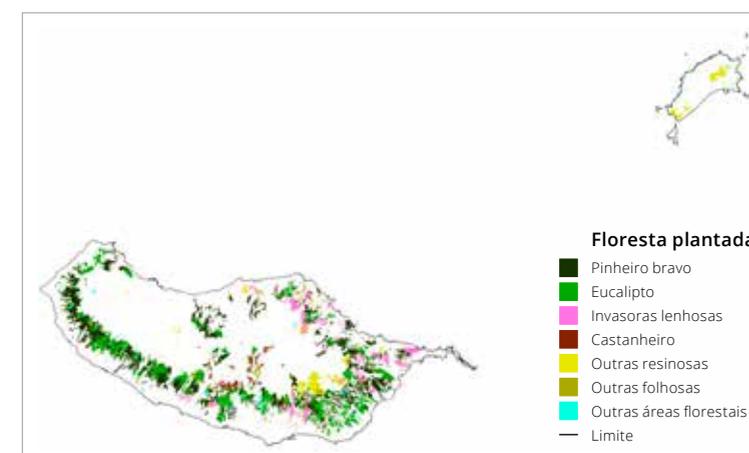
A floresta natural é constituída por floresta Laurissilva (98%), floresta ripícola (1%) e área ardidadas (1%). As espécies autóctones mais frequentes na floresta natural são, por ordem decrescente de

importância (de acordo com o IFRAM I), o Loureiro, a Urze arbórea, o Folhado, a Faia das ilhas, o Til, o Vinhático, o Pau-branco e o Cedro da Madeira. As espécies mais frequentes da flora exótica são o Pinheiro-bravo, os Eucaliptos e o Castanheiro.

**Tabela 7.** Áreas de floresta natural (Uva 2008).

	Área (ha)	%
Floresta Laurissilva	15868	98
Floresta ripícola	125	1
Floresta natural ardidada	150	1
Total	16143	100

A floresta plantada é constituída por Pinheiro bravo (37%), Eucalipto (38%), Acácias (12%), Castanheiro (4%), outras folhosas (2%), outras resinosas (6%), áreas a corte raso (44 ha) e áreas ardidadas (1%). Salienta-se aqui a elevada área de espécies exóticas invasoras (acácias - 12%). Note-se que estes valores se referem a 2008 e é provável que haja mudanças significativas devido aos incêndios florestais dos últimos anos (ver Tabela 13). A distribuição espacial dos principais tipos de floresta plantada encontra-se ilustrada na Figura 6.



**Figura 6.** Principais tipos de floresta plantada na Região Autónoma da Madeira. A informação de base é da Carta de Ocupação do Solo de 2007. A categoria outras áreas florestais corresponde a áreas ardidadas, cortes rasos, novas plantações e viveiros florestais.

**Tabela 8.** Áreas das principais espécies da floresta plantada (Uva 2008).

	Área (ha)	%
Pinheiro-bravo	6178	37
Eucalipto	6222	38
Acácias	2016	12
Castanheiro	607	4
Outras folhosas	351	2
outras resinosas	986	6
Áreas de corte raso	44	0
Floresta plantada ardida	119	1
Total	16523	100

A composição específica é reveladora sobre a condição predominante da floresta plantada (Tabela 9). A proporção de povoamentos puros de pinheiro-bravo e eucalipto, cuja área conjunta total é cerca de 85% do total da floresta plantada, é inferior a 50% da área total de cada espécie, indicando deficiências de gestão silvícola, dado que a silvicultura destas espécies preconiza os povoamentos puros, devido sobretudo à intolerância ao ensombramento destas espécies. A distribuição por classes de percentagem de coberto confirma esta deficiência (Tabela 10), com 42% da área de pinheiro-bravo sub-lotada e 26% da área de eucalipto sub-lotada. A área média de floresta plantada sub-lotada é de 30%. Acresce ainda que a baixa percentagem de coberto estimula o crescimento de matos e vegetação herbácea, podendo contribuir para aumentar a combustibilidade da floresta. A floresta laurissilva apresenta uma percentagem de área sub-lotada de apenas 15%.

**Tabela 9.** Áreas dos povoamentos florestais por composição específica (Uva 2008).

	Área (ha)	%		Área (ha)	%
Pinheiro-bravo puro	3023	36	Castanheiro misto dominante	113	17
Pinheiro-bravo misto dominante	3155	37	Castanheiro misto dominado	56	8
Pinheiro-bravo misto dominado	2335	27	Outras folhosas puro	213	11
Eucalipto puro	2986	35	Outras folhosas misto dominante	138	7
Eucalipto misto dominante	3236	38	Outras folhosas misto dominado	1509	81
Eucalipto misto dominado	2278	27	Outras resinosas puro	886	86
Acácias puro	926	26	Outras resinosas misto dominante	100	10
Acácias misto dominante	1089	30	Outras resinosas misto dominado	50	5
Acácias misto dominado	1602	44			
Castanheiro puro	494	75			

**Tabela 10.** Área de tipos de floresta por classe de percentagem de coberto, densidade média (Uva 2008).

		Floresta aberta (10-30%) (ha)	Floresta pouco densa (30-50%) (ha)	Floresta densa (>50%) (ha)	Densidade média (n.º/ha)
Pinheiro-bravo	puro	81	1189	1753	232
	misto dominante	6	807	2341	164
Eucalipto	puro	113	507	2366	590
	misto dominante	25	1027	2185	250
Acácias puro e misto dominante		44	426	1546	314
Outras folhosas puro e misto dominante		0	275	682	265
Outras resinosas puro e misto dominante		50	163	419	319
Laurissilva		32	2470	13366	712

A Tabela 11 apresenta a distribuição de usos do solo por agrupamento de concelhos. A floresta é a ocupação dominante na zona Norte, onde se concentra a floresta Laurissilva (Tabela 12). A floresta plantada predomina nas zonas Oeste e Leste, havendo ainda uma área significativa de eucalipto na Zona Centro. No Porto Santo a área de floresta é reduzida, predominando a vegetação herbácea e arbustiva.

**Tabela 11.** Áreas dos usos do solo por zonas (Uva 2008).

		Área (ha)	%
Centro (Funchal, Câmara de Lobos)	Floresta e outras áreas arborizadas	3691	29
	Matos e herbáceas	4191	33
	Outros usos	4680	37
Leste (Machico, Santa Cruz)	Floresta e outras áreas arborizadas	6291	46
	Matos e herbáceas	2666	20
	Outros usos	4632	34
Norte (Santana, São Vicente, Porto Moniz)	Floresta e outras áreas arborizadas	17000	66
	Matos e herbáceas	4544	18
	Outros usos	4187	16
Oeste (Calheta, Ponta do Sol, Ribeira Brava)	Floresta e outras áreas arborizadas	6888	31
	Matos e herbáceas	10938	49
	Outros usos	4485	20
Porto Santo	Floresta e outras áreas arborizadas	354	0
	Matos e herbáceas	2542	3
	Outros usos	1352	2

Tabela 12. Tipos de floresta por zona (Uva 2008).

	Área (ha)	%
Centro (Funchal, Câmara de Lobos)	Povoamentos de pinheiro bravo	732 20
	Povoamentos de eucalipto	1515 41
	Povoamentos de outras espécies	1033 28
	Laurissilva	219 6
	Outras ocupações florestais*	188 5
Leste (Machico, Santa Cruz)	Povoamentos de pinheiro bravo	1859 30
	Povoamentos de eucalipto	1590 25
	Povoamentos de outras espécies	1177 19
	Laurissilva	1621 26
	Outras ocupações florestais*	44 1
Norte (Santana, São Vicente, Porto Moniz)	Povoamentos de pinheiro bravo	1164 7
	Povoamentos de eucalipto	895 5
	Povoamentos de outras espécies	895 5
	Laurissilva	12538 74
	Outras ocupações florestais*	1502 9
Oeste (Calheta, Ponta do Sol, Ribeira Brava)	Povoamentos de pinheiro bravo	2422 35
	Povoamentos de eucalipto	2222 32
	Povoamentos de outras espécies	501 7
	Laurissilva	1490 22
	Outras ocupações florestais*	260 4
Porto Santo	Povoamentos de pinheiro bravo	0 0
	Povoamentos de eucalipto	0 0
	Povoamentos de outras espécies	354 100
	Laurissilva	0 0
	Outras ocupações florestais*	0 0

\* Inclui as áreas de corte raso, áreas ardidas e floresta natural ripícola

### 3.2.1. Incêndios florestais

Para a caracterização da vulnerabilidade actual recorreu-se ao histórico recente de incêndios. A Tabela 13 apresenta as áreas ardidas de 2006 a 2013. Destacam-se os anos de 2010 e 2012, quando a área ardida atingiu 11% e 9% da área total da Ilha da Madeira, consumindo cerca de 13% e 12% da área florestal total em cada ano. A área ardida média anual para este período é de 2900 ha (4% da área total da Ilha da Madeira), a que corresponde uma área ardida de floresta de 1668 ha (5% da área florestal).

Tabela 13. Áreas ardidas (Fonte: DRF Madeira)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
N.º incêndios	93	95	137	49	102	123	232	63
Área arborizada afectada (ha)	2265	1022	314	237	4241	436	3906	925
Área não arborizada afectada (ha)	1067	461	163	52	4391	309	3060	358
Total (ha)	3332	1483	476	289	8632	745	6966	1283

A vulnerabilidade da floresta aos incêndios florestais foi avaliada através do impacto das alterações climáticas, expressas através do índice de severidade sazonal (SSR), calculado a partir do modelo FWI (Correia et al. 2006b). Optou-se por usar uma escala de classificação mais detalhada do que a usada no projecto CLIMAAT II, de modo a detectar alterações do risco meteorológico de incêndio, mesmo que de pequena magnitude. Também foram reanalisados os dados de frequência e duração de dias consecutivos com risco crítico de incêndio florestal (DSR > 30), que passaram a incluir os dias com risco muito elevado (DSR > 20).

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Cadeia de impactes para a agricultura e floresta

A cadeia de impactes para o sector de agricultura e floresta (Figura 7) é um esquema muito simplificado das principais interacções entre Impactos, Exposição, Sensibilidade e Capacidade adaptativa, que permite a caracterização da vulnerabilidade do sector às alterações climáticas. A codificação por cores permite identificar os vários níveis da cadeia de impactos, por exemplo, as setas a azul representam as interacções dos factores de Exposição climática com os outros níveis da cadeia de impactos.

O clima tem influência directa em todos os impactos identificados, com excepção das necessidades de rega, que são afectadas indirectamente através da evapotranspiração. O aumento da temperatura e da concentração atmosférica do CO<sub>2</sub> são o motor para um aumento da produtividade primária, através de uma estimulação directa da fotossíntese. Este aumento é modulado pelas práticas agrícolas/silvícolas, que incluem os efeitos da gestão agrícola/silvícola e da escolha de espécies/culturas. No caso da floresta a precipitação é também um importante factor de exposição, enquanto que na agricultura a sua importância directa é reduzida, dado que esta é praticamente toda de regadio. É precisamente a disponibilidade de água que dita sentidos diferentes dos impactos na agricultura e na floresta. Na agricultura, em virtude de se realizar maioritariamente em zonas de menor altitude, a baixa precipitação (anual ou sazonal) obriga a complementar com rega. Dado que se estima que haja uma redução considerável da disponibilidade de água no futuro (ver capítulo Recursos Hídricos), a produtividade agrícola geral para a Madeira deverá diminuir. Na floresta há possibilidade de haver um aumento de produtividade, dado que estas áreas se situam a maior altitude, onde a precipitação é superior. No caso das áreas (potenciais) de distribuição das culturas, é também a disponibilidade de água que determina diferenças do sinal dos impactes entre agricultura e floresta.

A capacidade adaptativa no sector da agricultura é muito superior à da floresta, dada a maior intensidade da intervenção humana e menor duração do ciclo produtivo na agricultura, em particular nas culturas temporárias. Também o investimento público, quer em subsídios e apoios, quer em tecnologia e inovação é muito superior, contribuindo também para essa maior capacidade adaptativa, mesmo que na prática se possam verificar algumas dificuldades de aplicação.

AGRICULTURA E FLORESTAS  
DA REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

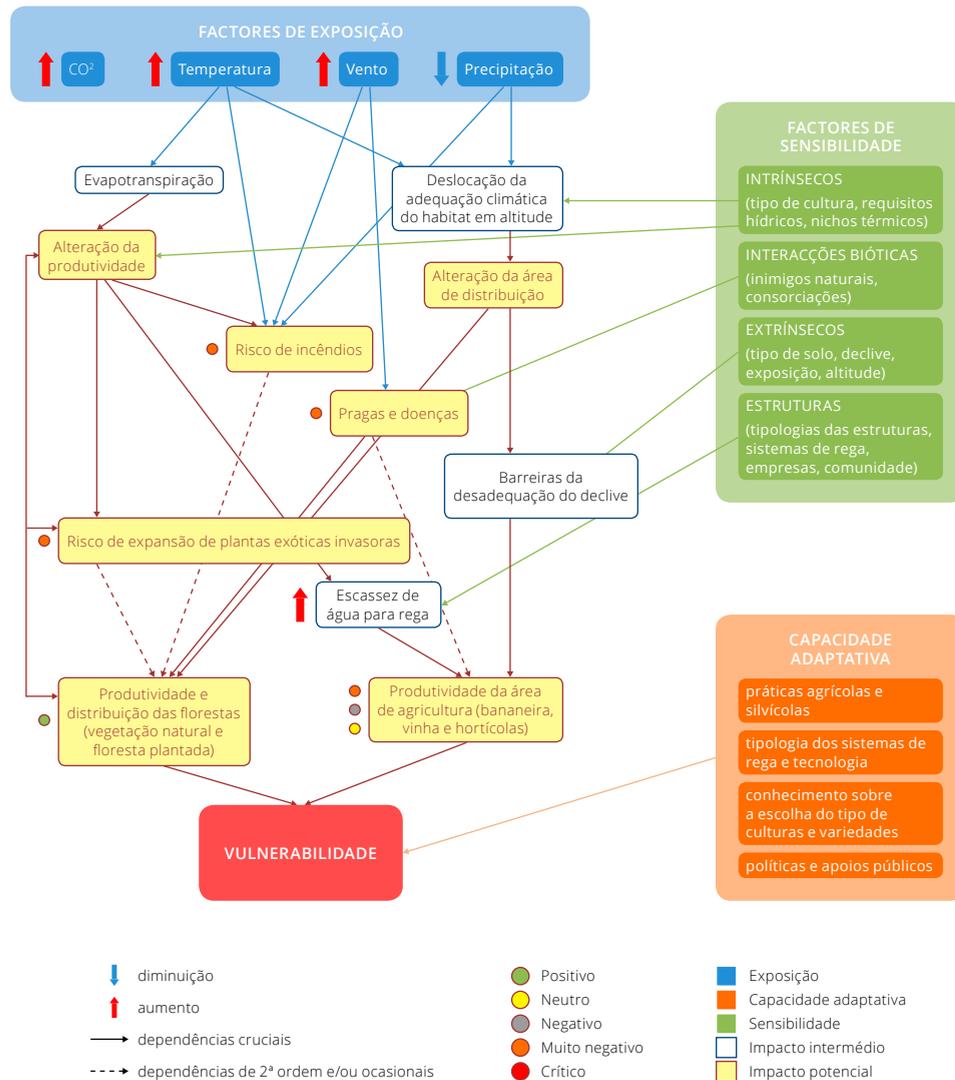


Figura 7. Cadeia de impactos para a agricultura e floresta.

A questão da água é também a principal interação com outros sectores, dado que a disponibilidade de água para rega insere-se no âmbito dos recursos hídricos. A capacidade adaptativa é para a água portanto repartida entre estes sectores, mas salienta-se que sem uma melhoria significativa na disponibilidade de água a montante do sector agrícola, a severidade imposta pelos cenários futuros não é susceptível de ser ultrapassada apenas por medidas neste sector.

## 4.2. Impactos na Agricultura

### 4.2.1. Extensão das áreas potenciais das culturas

A principal limitação climática à expansão das culturas agrícolas é a temperatura, dado que praticamente toda a agricultura na Madeira é de regadio. No projecto CLIMAAT II estimaram-se as condições climáticas óptimas para cada cultura através do cruzamento das áreas actuais de ocupação de cada cultura com os mapas da temperatura média anual, temperatura média mínima de inverno e temperatura média máxima de verão (Correia et. al. 2006a). No caso da cultura da batata, como não estava disponível a área actual desta cultura na carta digital de uso do solo, utilizou-se a área total das culturas hortícolas. Utilizando esses intervalos de temperatura, foram calculadas as áreas potenciais de distribuição para cada cenário climático. Em seguida foram eliminadas as áreas correspondentes a condicionantes não climáticas: declives excessivos, limitações edáficas, a sobreposição com áreas protegidas e a exposição solar.

A exclusão da precipitação na zonagem da distribuição potencial das culturas agrícolas constitui uma grande condicionante desta metodologia. Embora seja fundamental, dado que se tratam de culturas de regadio, implica assumir no cenários futuros haverá disponibilidade de água para regar. De acordo com os resultados do sector dos recursos hídricos, haverá uma redução significativa da disponibilidade de água no período 2040-69, que se acentua no período 2070-99. Por outro lado, as necessidades de rega para as culturas também poderão sofrer um aumento, embora relativamente reduzido (ver 4.2.3). Esta limitação significa que, para as simulações das áreas potenciais serem válidas, é necessário que se implementem medidas de adaptação (tanto no sector agrícola como no sector dos recursos hídricos) que garantam a disponibilidade de água no futuro.

#### 4.2.1.1. Área potencial para a cultura da bananeira (e outros frutos sub-tropicais)

No projecto CLIMAAT II estimou-se a distribuição das áreas potenciais para a cultura da bananeira. Embora não seja possível aplicar esta metodologia directamente a outras culturas sub-tropicais, pode-se considerar que as áreas para a bananeira são uma aproximação razoável a uma distribuição potencial genérica para as culturas de frutos sub-tropicais.

A distribuição potencial para o cenário de controlo (Figura 9(a)) é uma boa aproximação à área actual de expansão da cultura da bananeira (Figura 8). No período de 2040-69 verifica-se uma grande expansão da área potencial, em particular na vertente Sul, não se verificando diferenças significativas entre os cenários A2 e B2. Para o período 2070-99 verifica-se que no cenário A2 há uma grande expansão em altitude e também na vertente Norte, enquanto que no cenário B2 não se observam diferenças significativas com o período anterior.

Note-se que este aumento da área potencial, na ausência de medidas de adaptação específica para a disponibilidade de água, passa para uma redução acentuada da área potencial, dado que se trata da cultura com mais altas necessidades de rega.



Figura 8. Área actual da cultura da bananeira



a) Distribuição potencial no cenário de controlo



b) Distribuição potencial no cenário A2: 2040 - 2069



c) Distribuição potencial no cenário B2: 2040 - 2069



d) Distribuição potencial no cenário A2: 2070 - 2099



e) Distribuição potencial no cenário B2: 2070 - 2099

Figura 9. Distribuição geográfica potencial da cultura da banana no cenário de controlo (a) e nos cenários futuros (b,c,d,e)

#### 4.2.1.2. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura da distribuição potencial da cultura da banana é muito negativa, devido à grande redução da água disponível para rega e à extensão da área actual deste tipo de culturas. Note-se que se não houvesse limitações hídricas, a vulnerabilidade poderia ser positiva.

#### 4.2.1.3. Área potencial para a cultura da vinha

A distribuição potencial da cultura da vinha no cenário de controlo (Figura 11) é significativamente superior à distribuição actual (Figura 10(a)). Este desfasamento está relacionado com a grande variabilidade das necessidades climáticas das diferentes castas, que se traduz em intervalos de temperatura necessariamente amplos e que englobam áreas ocupadas por outro tipo de usos. Nos cenários futuros verifica-se uma tendência para a expansão para zonas de maior altitude. Tal como para a cultura da bananeira, é no cenário A2, período 2070-2099, que se verifica um maior aumento da área potencial. Ressalte-se que este aumento para zonas mais elevadas depende também da frequência dos nevoeiros orográficos, que não nos é possível estimar.

No que diz respeito à disponibilidade de água para rega, na ausência de medidas de adaptação específica, o impacto negativo não é tão acentuado como para a cultura da bananeira, dado que as necessidades de rega da vinha são substancialmente inferiores às da bananeira (ver 4.2.3).



Figura 10. Área actual de cultura da vinha



a) Distribuição potencial no cenário de controlo

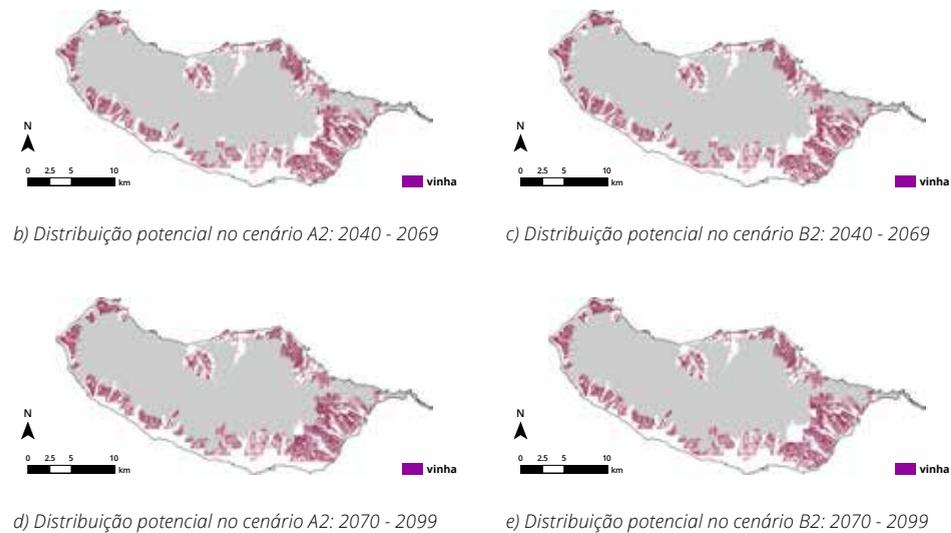


Figura 11. Distribuição geográfica potencial da cultura da vinha no cenário de controlo (a) e nos cenários futuros (b,c,d,e)

#### 4.2.1.4. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura da distribuição potencial de vinha é negativa. Embora seja estimado um aumento da área potencial, e as necessidades de rega sejam baixas devido às suas características mediterrânicas, os elevados custos associados à implantação da vinha, associados à redução acentuada da disponibilidade de água não permite estimar aumentos de área de vinha. Por outro lado, a área total deverá continuar a decrescer, dada a elevada proporção de produtores directos (vinho seco) na vinha da Madeira.

#### 4.2.1.5. Área potencial para a cultura da hortícolas

Dada a grande extensão das culturas hortícolas e a grande amplitude de necessidades climáticas das diversas culturas englobadas nesta categoria, os intervalos de temperatura determinados são muito amplos, resultando numa área potencial (Figura 13(a)) muito mais extensa que a ocupação actual (Figura 12). No período 2040-69 a distribuição potencial das culturas hortícolas expande-se para zonas de maior altitude, abrangendo já áreas pertencentes ao Parque Natural da Madeira, que foram posteriormente excluídas. No período de 2070-99 essa tendência acentua-se, mas, uma vez excluídas as áreas do Parque Natural da Madeira, não se verificam alterações significativas em relação ao período anterior.

As necessidades de rega foram estimadas para a cultura da batata no projecto CLIMAAT II (Correia et. al. 2006), que aqui usamos como representativa das culturas hortícolas. Embora as necessidades de rega se situem entre as da cultura da bananeira e as da vinha (ver 4.2.3), a grande extensão destas áreas traduz-se num grande consumo de água, pelo que sem medidas

de adaptação para a disponibilidade de água deve-se verificar uma redução acentuada da área de hortícolas.



Figura 12. Área actual de culturas hortícolas



a) Distribuição potencial no cenário de controlo



b) Distribuição potencial no cenário A2: 2040 - 2069



c) Distribuição potencial no cenário B2: 2040 - 2069



d) Distribuição potencial no cenário A2: 2070 - 2099



e) Distribuição potencial no cenário B2: 2070 - 2099

Figura 13. Distribuição geográfica potencial das culturas hortícolas no cenário de controlo (a) e nos cenários futuros (b,c,d,e)

#### 4.2.1.6. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura da distribuição potencial de culturas hortícolas é muito negativa, devido à grande redução da água disponível para rega e à grande extensão da área deste tipo de culturas. Note-se que se não houvesse limitações hídricas, a vulnerabilidade poderia ser positiva.

#### 4.2.2. Risco de ocorrência de pragas e doenças e plantas infestantes

As pragas, doenças e infestantes são responsáveis por importantes perdas de produção nos sistemas agrícolas, e a sua prevenção e combate implica custos económicos significativos para os produtores. Os impactos das alterações climáticas nas pragas, doenças e infestantes das culturas agrícolas são difíceis de avaliar devido à complexa teia de inter-relações entre plantas, clima, práticas agrícolas, organismos prejudiciais (plantas, insectos, fungos, bactérias, vírus, nemátodos, etc.) e seus competidores, predadores e parasitas.

Os efeitos da temperatura nos insectos e plantas são os melhores conhecidos (IPCC 2014). O aumento da temperatura na Madeira poderá aumentar a área de expansão dos organismos prejudiciais, afectando culturas que actualmente beneficiam das menores temperaturas a cotas mais elevadas. O aumento da temperatura pode também aumentar o número de gerações por ano (nos insectos multivoltinos) ou aumentar a sobrevivência no inverno. São ainda afectados indirectamente, por exemplo por alterações na palatibilidade dos hospedeiros e por alterações na dinâmica das populações de predadores e parasitoídes.

Um outro risco é a introdução de novos organismos prejudiciais, em resultado do crescente tráfego de bens e pessoas a nível global. A prevenção da introdução deste tipo de organismos pode ser reduzida, mas não eliminada, através de medidas como a quarentena de produtos agrícolas importados (IPCC, 2014).

As alterações climáticas podem também promover alterações na fisiologia das culturas que alterem a sua susceptibilidade a estes organismos, como, por exemplo, alterações na palatibilidade causadas pelo aumento da concentração atmosférica de CO<sub>2</sub>, mudanças nos estados fenológicos ou stress causado por eventos extremos.

##### 4.2.2.1. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura a pragas, doenças e infestantes é negativa, devido ao potencial agravamento dos danos causados por estes organismos. A confiança associada é no entanto muito baixa, devido ao pouco conhecimento científico sobre esta temática.

#### 4.2.3. Necessidades de rega das culturas agrícolas

As necessidades de rega para as culturas da bananeira, da vinha e da batata foram estimadas para o cenário climático de controlo (clima actual) e para os cenários futuros A2 e B2 (períodos de 2040 a 2069 e de 2070 a 2099). Os resultados obtidos para o cenário de controlo ilustram bem a distribuição geográfica das variáveis climáticas. Na vertente Sul as necessidades de rega são superiores, devido a uma menor quantidade de precipitação e a temperaturas atmosféricas mais elevadas. O clima mais pluvioso e fresco da vertente Norte determina menores

necessidades de rega para estas áreas. Note-se que nas zonas junto ao mar a precipitação prescrita no cenário climático é inferior à precipitação real, pelo que nestas zonas ocorre uma sobrestimação da necessidade de rega. No entanto, para os cenários futuros os resultados são apresentados em variação percentual em relação ao cenário de controlo, reduzindo a importância dessa sobrestimação.

O modelo foi aplicado às quadrículas dos cenários climáticos a que corresponde na actualidade uma ocupação agrícola, partindo do princípio que não é provável a criação de novos espaços agrícolas, dadas as condições topográficas extremamente difíceis da Ilha da Madeira. Assume-se, portanto, que as alterações futuras na distribuição geográfica das culturas agrícolas ocorrerão fundamentalmente dentro da actual área agrícola, através da conversão de culturas, e não pela expansão para áreas de outros usos do solo.

##### 4.2.3.1. Cultura da banana

A Figura 14 ilustra a distribuição geográfica da necessidade de rega para a cultura da bananeira no clima actual (cenário de controlo 5(a) e nos climas futuros, no período de 2040 a 2069 (cenário A2 - 5(b) - e cenário B2 - 5(c) e no período de 2070 a 2099 (cenário A2 - 5(d) - e cenário B2 - 5(e)).

A necessidade de rega para a cultura da bananeira no cenário actual (Figura 14(a)), é superior nas cotas inferiores da vertente Sul, onde atinge máximos de 2200-2400 mm/ano. Na vertente Norte, a necessidade de rega é substancialmente inferior (600-1200 mm/ano), devido à maior precipitação e à menor evapotranspiração.

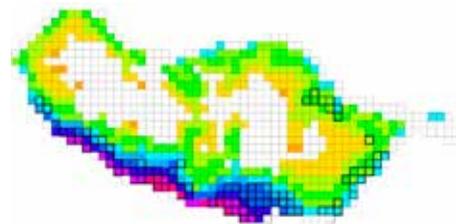
No período de 2040-2069 o cenário A2 apresenta aumentos da necessidade de rega de 6 a 10% na vertente Sul, zonas de menor altitude, e de 11 a 15% para zonas de maior altitude. Esta diferença deve-se a que, nas zonas de maior altitude, a precipitação representa uma proporção significativa das necessidades de rega anuais do cenário de controlo, pelo que a sua diminuição nos cenários futuros implica um maior aumento da rega. Na vertente Norte o aumento da necessidade de rega é menor que vertente Sul, não ultrapassando a classe de 6 a 10%. O cenário B2 apresenta tendências semelhantes, embora de menor magnitude. Na vertente Sul os aumentos da necessidade de rega concentram-se na classe de 6 a 10%, ocorrendo apenas na parte superior da área de distribuição potencial algumas zonas na classe 11-15%. Na vertente Norte é a classe de 1 a 5% de aumento que tende a predominar na área de distribuição potencial, seguida pela classe de 6 a 10%.

Para o período de 2070-2099 o cenário A2 revela aumentos substanciais da necessidade de rega para a banana na vertente Sul, que podem atingir os 31 a 36 % nas zonas de maior altitude. Nas zonas próximas do nível do mar o aumento situa-se na classe dos 16 a 20%. A diferença deve-se, tal como no período de 2040-2069, à maior importância da redução da precipitação nas zonas de maior altitude. Na vertente norte, embora se verifique um aumento da necessidade de rega em relação ao período anterior, a classe mais abundante é a de 6 a 10%, e apenas algumas zonas da distribuição potencial atingem um máximo de 21 a 25%. Este menor impacto na vertente

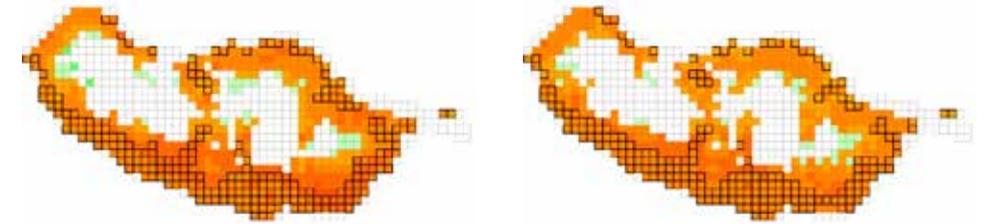
Norte deve-se sobretudo a uma menor redução da precipitação e a um menor aumento da temperatura nesta zona, associada a diferenças na distribuição intra e inter anual das variáveis climáticas. Também se assinala nesta zona uma tendência para a redução da intensidade do vento.

No cenário B2, e ainda para o período 2070-2099, os impactos das alterações climáticas são bastante inferiores em relação ao cenário A2. Na vertente Sul a maioria das zonas tem um aumento da necessidade de rega de 11 a 15%, e apenas nos limites superiores da área de distribuição potencial se atingem os 16 a 20% de aumento. Na vertente Norte os aumentos são inferiores, predominando os aumentos na classe de 6 a 10%, seguidos de áreas com um aumento de 11 a 15%.

Para este período (2070-2099), as diferenças entre cenários devem-se sobretudo à temperatura e precipitação. No cenário B2, o aumento da temperatura é substancialmente inferior ao do cenário A2, o que limita o impacto na evapotranspiração, mas também reduz a área potencial de distribuição. No caso da precipitação, embora não hajam diferenças significativas no total anual, verifica-se que no cenário A2 há uma maior redução da precipitação na Primavera e no Outono enquanto que no cenário B2 se verifica uma maior redução da precipitação no Inverno. A precipitação de Inverno é normalmente superior às necessidades das plantas, pelo que uma redução da precipitação nesta estação tem um impacto menor nas necessidades de rega das plantas. A precipitação de Primavera e Outono, embora raramente seja suficiente para satisfazer as necessidades das plantas, representa ainda uma proporção importante destas, pelo que uma redução acentuada nestas estações tem um impacto directo na necessidade de rega.

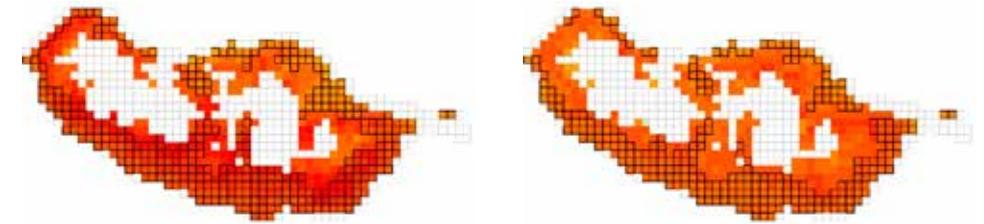


a) Necessidade de rega para a cultura da bananeira no cenário de controlo



b) Variação da necessidade de rega para a cultura da bananeira no cenário A2 - 2040-2069

c) Variação da necessidade de rega para a cultura da bananeira no cenário B2 - 2040-2069



d) Variação da necessidade de rega para a cultura da bananeira no cenário A2 - 2070-2099

e) Variação da necessidade de rega para a cultura da bananeira no cenário B2 - 2070-2099

**Necessidade de rega para a banana (% do controlo)**



Figura 14. Necessidade de rega para a cultura da bananeira. Os limites a negrito representam, no cenário de controlo (a), a área actual de distribuição da banana e, nos cenários futuros (b,c,d,e), a área potencial de distribuição respectiva.

#### 4.2.3.2. Cultura da vinha

A necessidade de rega da cultura vinha é substancialmente inferior à da cultura da banana, devido ao seu menor período de crescimento activo (da Primavera ao início do Outono) e ao seu menor consumo de água. Para esta cultura optou-se por representar apenas a área actual de vinha em todos os cenários climáticos, dado que grande parte desta área corresponde ainda a castas americanas, que, nos horizontes temporais considerados, deverão sofrer uma redução muito acentuada. Por esta razão, considera-se que é pouco provável a expansão da vinha para zonas ocupadas hoje por outras culturas, admitindo-se antes que as mudanças de casta ocorram provavelmente dentro da actual área total de vinha.

No cenário de controlo (Figura 15(a)) as necessidades de rega da cultura da vinha na vertente Sul aumentam de um valor inferior a 200 mm/ano nas cotas mais altas até um máximo de

800 mm/ano nas cotas inferiores. Na vertente Norte as necessidades de rega para a vinha são substancialmente inferiores, não ultrapassando os 400 mm/ano. Tal como para a bananeira, isto deve-se a que na vertente Sul a precipitação é menor e a temperatura superior, aumentando a evapotranspiração.

No período de 2040-2069 (Figura 15(b) e Figura 15(c)) verifica-se um aumento ligeiro das necessidades de rega na vertente Sul, que não ultrapassa os 10%. Ambos os cenários (A2 e B2) são semelhantes, embora no cenário B2 o aumento tenda a ser superior devido à maior temperatura associada a este cenário. Na vertente Norte o cenário A2 apresenta pequenos aumentos da necessidade de rega, que se concentram na parte central nas cotas inferiores, e reduções das necessidades de rega nas cotas superiores. No cenário B2, o padrão de distribuição geográfica da vertente Norte é diferente, apresentando sobretudo aumento das necessidades de rega na parte Noroeste e sobretudo reduções da necessidade de rega nas parte central e oriental. Estas reduções das necessidades de rega devem ser encaradas com cautela, dado que em ambos os cenários (A2 e B2) se verifica um aumento da temperatura e uma redução da precipitação. A redução da evapotranspiração nestes cenários está associada sobretudo a reduções da velocidade do vento, que é um dos factores mais influentes para a evapotranspiração, e também à variabilidade inter e intra anual das variáveis climáticas. Dado que a confiança associada a alterações do regime do vento é inferior a alterações da temperatura, é prudente encarar estas projecções com alguma reserva.

Para o período de 2070-2099 (Figura 15(d) e Figura 15(e)), é no cenário A2 que os impactos são mais severos na vertente Sul, atingindo aumentos da necessidade de rega de até 25% nas cotas mais elevadas, que decrescem até 11 a 15% nas cotas inferiores. Na vertente Norte verifica-se na parte ocidental uma tendência para o aumento das necessidades de rega, de 1 a 10%, enquanto na parte central e oriental há um aumento ligeiro das necessidades de rega nas cotas inferiores, que passa a redução nas cotas superiores. No cenário B2 o aumento da necessidade de rega na vertente Sul é de 6 a 10% na generalidade dos locais, atingindo em alguns os 11 a 15%, enquanto que na vertente Norte a tendência é para um aumento ligeiro das necessidades de rega (1 a 5%) nas cotas inferiores da parte central e da parte oriental, que passa a redução nas cotas superiores. Na zona ocidental a tendência é para um aumento das necessidades de rega, que pode atingir os 6 a 10% em alguns locais. Tal como para o período anterior, as projecções de redução da necessidade de rega devem ser encaradas com alguma cautela, devido à maior incerteza associada às projecções das variáveis climáticas que as determinam.

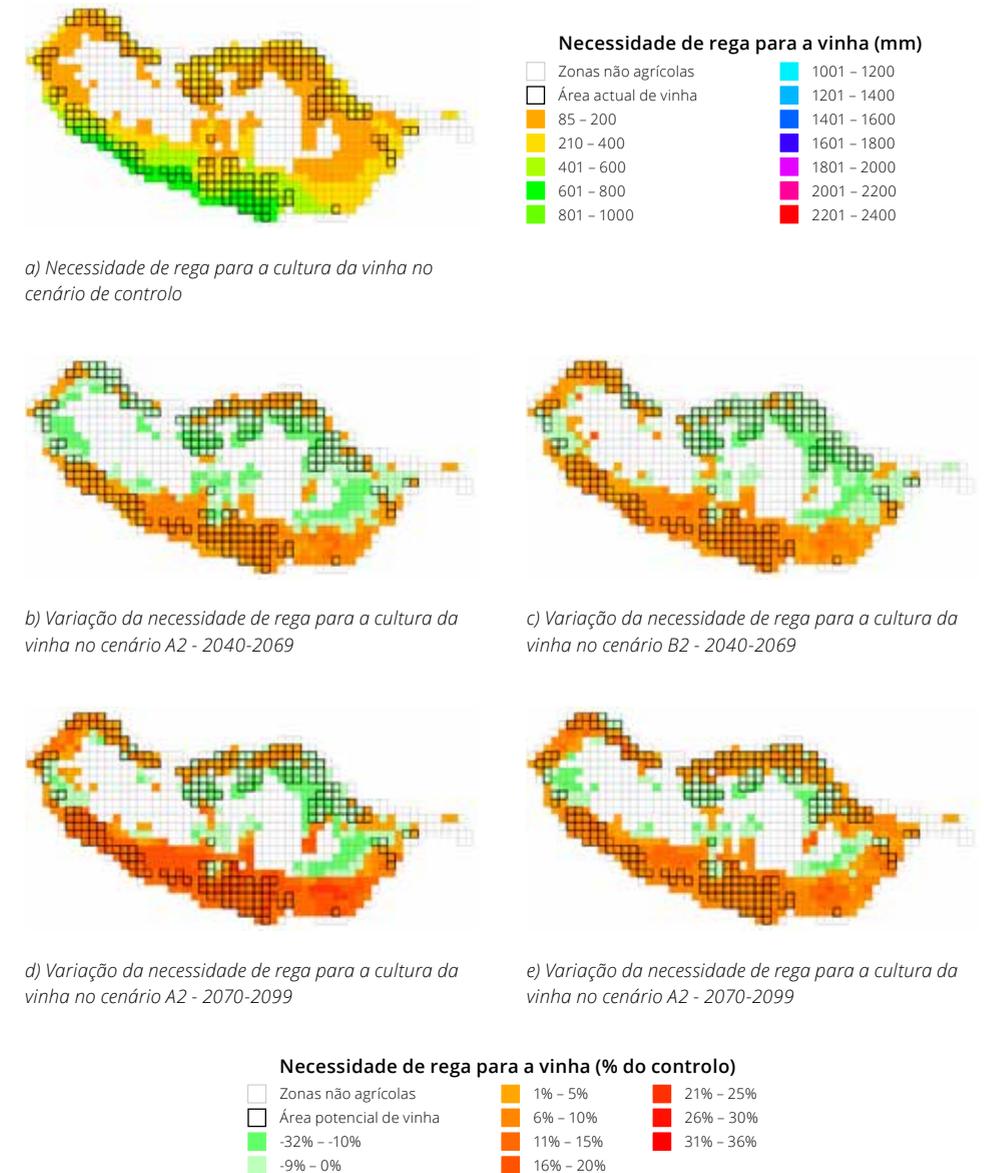


Figura 15. Necessidade de rega para a cultura da vinha. Os limites a negrito representam a área actual de distribuição da vinha.

#### 4.2.3.3. Cultura da batata

A cultura da batata apresenta consumos de água superiores aos da vinha, mas inferiores aos da bananeira (ver Tabela 3). O ciclo de produção tem uma duração de 145 (inferior à vinha em 60 dias) e inicia-se em Abril. Não se apresentam áreas relativas à cultura da batata dado que não estão disponíveis para esta cultura, e as projecções das áreas potenciais referem-se a culturas hortícolas em geral.

A Figura 16(a) ilustra a necessidade de rega para a cultura da batata no cenário de controlo. O consumo total de água é muito semelhante à vinha (Figura 15(a)), pois embora o consumo da batata seja superior, a duração do ciclo produtivo é inferior, o que acaba por aproximar as duas culturas. Na vertente Sul o consumo de água de rega é superior, variando de 600 a 800 mm/ano nas cotas inferiores a 8 a 200 mm/ano nas cotas superiores. Na vertente Norte o consumo de água rega situa-se nos 200 a 400 mm/ano para as cotas inferiores e nos 8 a 200 mm/ano nas superiores.

No período de 2040-2069 (Figura 16(b) e Figura 16(c)), a vertente Sul apresenta um aumento das necessidades de rega entre 1 a 10%, que no cenário A2 se divide entre as classes de 1 a 5% e 6 a 10%, mas que no cenário B2 tende a concentrar-se na classe de 6 a 10%, devido à maior temperatura associada a este cenário. Na vertente Norte, para o cenário A2 verifica-se uma redução ligeira das necessidades de rega para as zonas de menor altitude, e para uma faixa relativamente estreita nas zonas de maior altitude uma redução mais acentuada das necessidades de rega. No cenário B2 verifica-se um aumento ligeiro das necessidades de rega para as cotas inferiores, e um aumento ligeiro para cotas de maior altitude. Tal como no caso da vinha, estas projecções de redução das necessidades de rega estão associadas a reduções na velocidade do vento e à variabilidade intra e inter anual. Uma diferença importante nesta cultura é o seu início mais tardio, que implica que uma maior parte do seu ciclo se situa em períodos do ano com menor precipitação.

No período de 2070-2099 (Figura 16(d) e Figura 16(e)), a vertente Sul apresenta um aumento das necessidades de rega, que é superior no caso do cenário A2, pelas características do clima associado referidas anteriormente. Neste cenário a classe de aumento predominante é de 11 a 15%, verificando-se algumas áreas com aumentos de 16 a 20% e outras com aumentos inferiores a 10%. No cenário B2 os aumentos da necessidade de rega na vertente Sul são menos intensos que no cenário A2, não ultrapassando os 15%. Na vertente Norte, verifica-se uma inversão destas tendências. No cenário A2 a maior parte da área tem um redução das necessidades de rega, que pode ser significativa nas cotas superiores, enquanto que no cenário B2 a maior parte da área sofre um aumento das necessidades de rega, que pode atingir os 15% em alguns locais. Estas diferenças, mais marcadas que no caso da vinha, têm a mesma origem (reduções do vento e variabilidade intra e inter anual das variáveis climáticas), mas o menor ciclo produtivo acentua o efeito da variabilidade climática. Tal como para a vinha, quaisquer projecções de menor necessidade de rega devem ser encaradas com cautela.

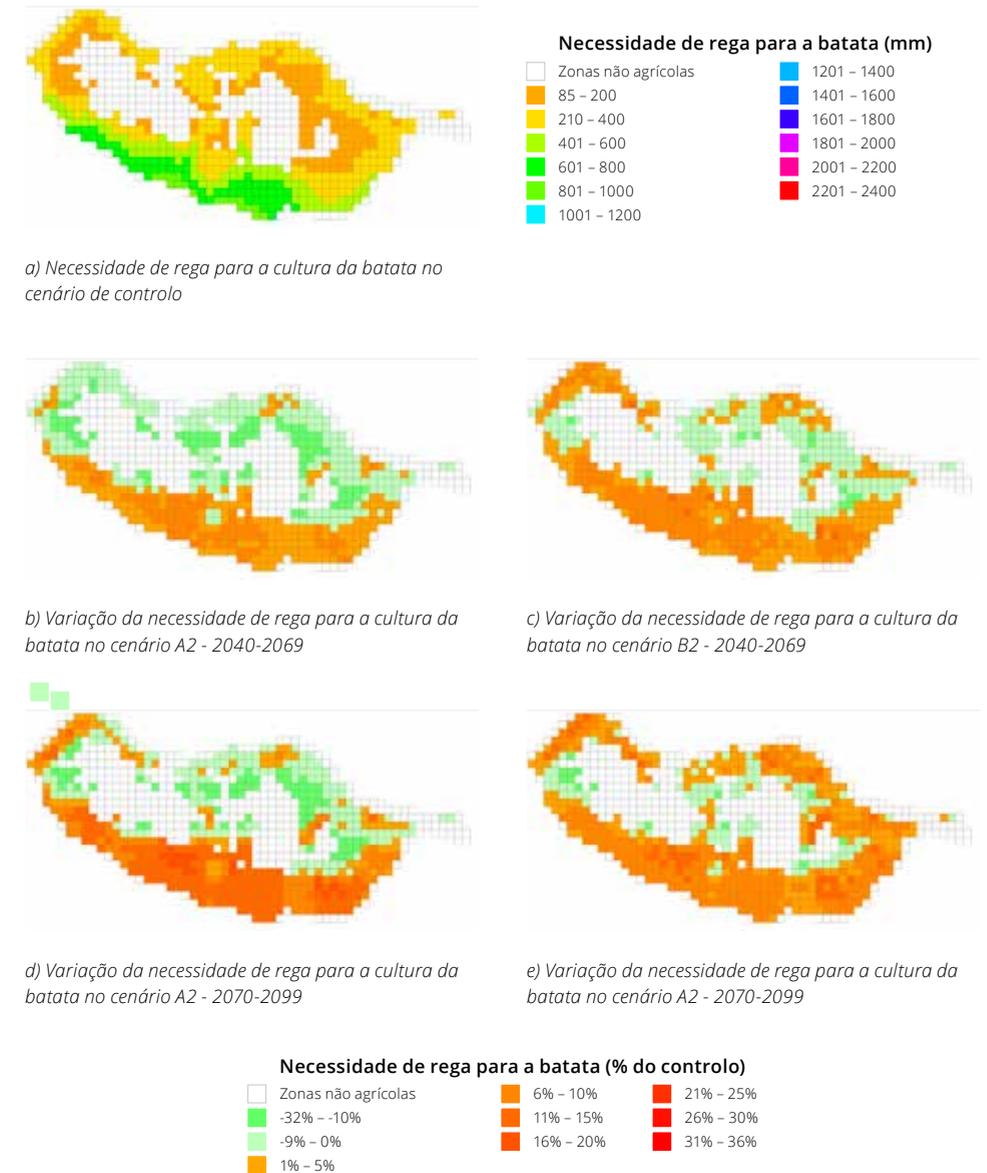


Figura 16. Necessidade de rega para a cultura da batata.

#### 4.2.3.4. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura é negativa para o período de 2040 a 2069, dado que os aumentos da necessidade de rega são de menor intensidade que no período seguinte, e que para as culturas da vinha e da batata são muito reduzidos ou mesmo positivos na vertente Norte. A classificação negativa deve-se também à projectada redução da disponibilidade de água de rega.

Para o período de 2070 a 2099 a vulnerabilidade é muito negativa, devido à maior intensidade do aumento da necessidade de rega para todas as culturas, em particular na vertente Sul, e à redução na disponibilidade de água para rega.

#### 4.2.4. Produtividade agrícola

Do ponto de vista climático, a agricultura na Madeira poderá sofrer alterações na produtividade devido ao aumento de temperatura, à redução da precipitação e ao aumento da concentração atmosférica de CO<sub>2</sub>. Considerado isoladamente, o aumento da temperatura pode, por si só ter efeitos benéficos sobre a produtividade, pois pode amplificar o período de crescimento e pode também aumentar as taxas de crescimento. A nível global estes efeitos foram estudados sobretudo para os cereais, onde os efeitos de aumento de temperatura tendem a ser prejudiciais (IPCC 2014), mas estas culturas não existem na Madeira. Uma dificuldade adicional para o caso da Madeira é que os cenários climáticos disponíveis são mais fiáveis para os valores médios do que para os extremos, e as culturas agrícolas podem ser muito sensíveis a valores extremos.

O aumento da concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> proporciona um aumento de produtividade das culturas agrícolas, devido ao aumento da eficiência fotossintética (IPCC 2014) nas plantas com metabolismo C3. Nestas plantas (a maioria das espécies existentes), a assimilação fotossintética responde ao enriquecimento em CO<sub>2</sub> na atmosfera até valores elevados de CO<sub>2</sub>, em contraste com as plantas C4 (como o milho ou a cana de açúcar) que atingem a máxima taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> às concentrações actuais. Por outro lado, a concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> é um dos principais factores que regula a abertura estomática. Quanto mais elevada for a concentração atmosférica de CO<sub>2</sub>, menor será a abertura estomática, e maior será a eficiência de uso de água, isto é, menor será a quantidade de água transpirada pela planta para uma mesma quantidade de CO<sub>2</sub> fixado. Os benefícios para as plantas C3 são, portanto, uma taxa de fotossíntese mais elevada, e um menor consumo de água. No entanto, pode ocorrer aclimação ao nível da fisiologia da planta que tenda a contrariar estes benefícios, como, por exemplo, a redução da densidade estomática. Para as plantas C4 podem também aumentar a sua eficiência de uso de água com o aumento da concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> através de uma redução na abertura estomática.

Pode ainda haver uma redução da evapotranspiração das culturas, devido a um aumento da eficiência de uso de água causada pela redução da condutância estomáticas, mas a confiança associada a este efeito é menor.

A redução na precipitação é o impacto mais forte para a produtividade da agricultura. A elevada redução na precipitação associada ao clima futuro poderá condicionar fortemente a agricultura na Madeira, já que esta é responsável por cerca de 50% das necessidades hídricas (Oliveira et.

al. 2006). A implementação de medidas de adaptação que reduzam as necessidades hídricas do sector agrícola e que aumentem a disponibilidade de recursos hídricos na Madeira é fundamental para a sobrevivência do sector agrícola.

#### 4.2.4.1. Produtividade da cultura da bananeira (e outros frutos sub-tropicais)

As culturas sub-tropicais na Madeira são actualmente limitadas pela baixa temperatura, limitando-se por isso a zonas de baixas altitude, onde a temperatura é superior. O aumento da temperatura irá não só aumentar a área potencial, como também a produtividade potencial de muitas destas áreas, ao se aproximarem do intervalo de temperatura óptima para estas culturas. Também positivo é o aumento da concentração de CO<sub>2</sub>, já que estas culturas possuem um metabolismo C3.

A redução da precipitação, e consequente redução na água disponível para rega, tem um impacto claramente negativo, já que estas culturas possuem necessidades de água muito elevadas. Num cenário de não haver adaptação às alterações climáticas, é provável que uma parte importante destas culturas deixe de ser viável.

São também possíveis reduções na produtividade devido a pragas, doenças e infestantes, embora não seja possível estimar, ainda que grosseiramente, a sua magnitude.

#### 4.2.4.2. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura da produtividade dos frutos sub-tropicais é muito negativa, devido à grande redução da água disponível para rega nos cenários futuros. Dadas as elevadas necessidades de rega destas culturas (a banana em particular), e a área relativamente elevada que ocupam actualmente, estas culturas serão das mais afectadas pela redução dos caudais para rega, pelo que dificilmente se poderá tirar partido do aumento potencial da produtividade por via do aumento da temperatura.

#### 4.2.4.3. Produtividade da cultura da vinha

A questão da produtividade da vinha é mais complexa de analisar, pois depende da quantidade de uva produzida e da sua qualidade. No que diz respeito à quantidade, é possível que se verifique um aumento de produtividade devido ao aumento da temperatura. Santos et al. (2011,2013) estudaram os impactos das alterações climáticas na produtividade da vinha na região do Douro através de métodos estatísticos e estimaram aumentos significativos da produtividade, em particular a partir de 2050, quando o aumento da temperatura é mais significativo. No entanto, como os autores salientam, os impactos na fenologia e na qualidade e o efeito do aumento da concentração atmosférica do CO<sub>2</sub> não podem ser estimados por este tipo de metodologia.

A produtividade pode vir a ser afectada negativamente por uma maior incidência de pragas, doenças e infestantes, mas não é possível fazer qualquer estimativa da magnitude deste impacto.

Dadas as características mediterrânicas da videira, é possível que haja algum aumento da produtividade, ou uma manutenção nos níveis actuais de produtividade, mesmo sem medidas

de adaptação para a disponibilidade hídrica, pelo menos nas vinhas situadas a maior altitude. No entanto, a falta de conhecimento sobre impactos fenologia da vinha e na qualidade da uva introduzem uma grande incerteza neste resultado, pelo que a confiança associada é muito baixa.

#### 4.2.4.4. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura da produtividade da vinha é neutra a positiva. As características mediterrânicas da videira, nomeadamente a sua tolerância a condições de secura, que ditam as suas reduzidas exigências de rega, o potencial aumento da produtividade e o facto de apenas 44% da área actual corresponder a castas europeias são as principais razões para classificar a vulnerabilidade como positiva. No entanto, a incerteza associada é muito alta, devido às limitações dos estudos que referem um potencial aumento de produtividade e ao desconhecimento total dos impactos na qualidade do vinho. Face a estas incertezas, optou-se por classificar a vulnerabilidade como neutra.

#### 4.2.4.5. Produtividade da cultura de hortícolas

Dada a grande diversidade de culturas nesta classe, apenas é possível assinalar as tendências mais gerais de alterações na produtividade em função das alterações climáticas. O impacto mais significativo é o da redução das disponibilidades hídricas, dada a grande superfície ocupada por estas culturas. Sem adaptação à redução da disponibilidade hídrica, uma parte importante das culturas hortícolas na Madeira deixarão de ser viáveis.

O aumento da temperatura, desde que a água não seja limitante, poderá aumentar a produtividade das culturas hortícolas, em particular nas zonas de maior altitude. O aumento de temperatura poderá ainda antecipar as datas de produção, em particular para as culturas pouco dependentes do fotoperíodo, como a batata, cebola ou o tomate.

As pragas, doenças e infestantes podem contribuir para uma redução da produtividade destas culturas. É provável que estas culturas sejam mais vulneráveis a pragas que as culturas da vinha ou da banana, devido à maior palatabilidade da maioria destas culturas (ausência de caules lenhoso, folhas com menor proporção de componentes estruturais, etc.). As infestantes também poderão ser um problema mais grave para este tipo de culturas, dado que beneficiam do aumento de temperatura, do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> e da rega, e que os compassos de plantação são mais apertados, dificultando os métodos mecânicos de controlo.

#### 4.2.4.6. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura da produtividade das culturas hortícolas é muito negativa, devido à grande redução da água disponível para rega e à grande extensão da área deste tipo de culturas. Note-se que se não houvesse limitações hídricas, a vulnerabilidade poderia ser positiva.

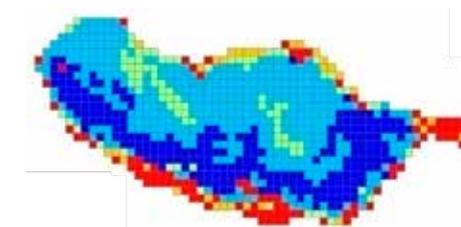
## 4.3. Impactos na Floresta

### 4.3.1. Produtividade primária líquida potencial da vegetação natural

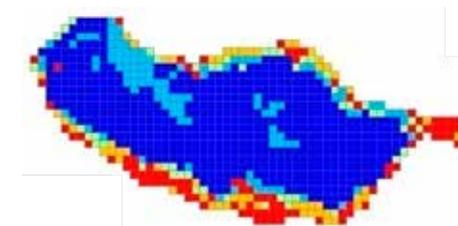
A produtividade da floresta natural da Madeira foi estudada no projecto CLIMAAT II através do

BIOME-BGC, um modelo global de base fisiológica (Correia et al. 2006b; Thornton et al. 2002; White et al. 2000). Para simular a floresta natural da Madeira utilizou-se a caracterização ecofisiológica de florestas tropicais e sub-tropicais de folha perene, compilada pelos autores do modelo, dado que não existem dados para as espécies características da Madeira. Uma outra limitação nesta abordagem é a reduzida informação sobre disponibilidade de solo, em particular nas zonas do Parque Natural da Madeira, que são caracterizadas predominantemente como zonas rochosas. Nestas zonas admitiu-se a existência de bolsas de solo mais desenvolvido, o que pode causar uma sobre-estimação da produtividade, em particular no que se refere à disponibilidade de água.

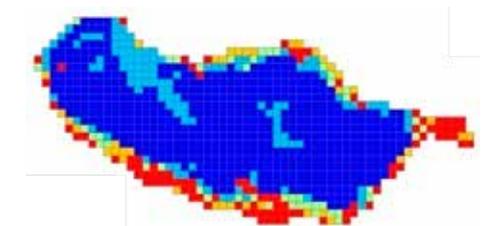
A Figura 17 ilustra a simulação da produtividade primária líquida no cenário de controlo e nos cenários climáticos futuros. No cenário de controlo a produtividade é superior na vertente Sul, onde actualmente a floresta natural é apenas residual. Com o aumento da temperatura verifica-se um aumento da produtividade para as zonas de altitude superior a 600-700 m. A redução da precipitação parece não ser limitante para a produtividade, mas está intimamente relacionada com a qualidade do solo. Um eventual aumento da produtividade apenas poderá ocorrer em zonas de solo relativamente desenvolvidos, com capacidade de armazenar nutrientes para as árvores. Dado que este tipo de floresta existe maioritariamente em zonas de forte declive, é possível que não se verifiquem aumentos tão acentuados de produtividade como os da simulação, e que em alguns locais se verifique mesmo uma redução da produtividade, em resultado da menor disponibilidade de água.



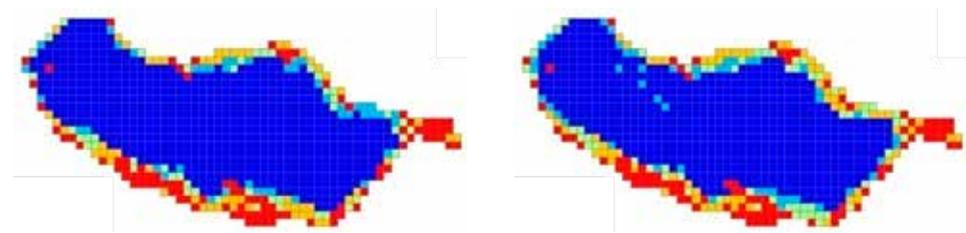
a) Produtividade primária líquida potencial da floresta natural no cenário de controlo



b) Produtividade primária líquida potencial da floresta natural no cenário A2 - 2040-2069



c) Produtividade primária líquida potencial da floresta natural no cenário B2 - 2040-2699



d) Produtividade primária líquida potencial da floresta natural no cenário A2 – 2070-2099

e) Produtividade primária líquida potencial da floresta natural no cenário B2 – 2070-2099



Figura 17. Produtividade primária líquida ( $\text{gC m}^{-2} \text{ano}^{-1}$ ) da floresta natural no cenário de controlo (a) e nos cenários futuros (b,c,d,e).

#### 4.3.1.1. Vulnerabilidade actual

A vulnerabilidade actual da floresta natural a alterações de produtividade é neutra, dado que se encontra bem adaptada às condições climáticas actuais e às pressões exercidas pela ocupação humana. O maior factor de risco são os incêndios florestais (na sua ausência a vulnerabilidade passaria a positiva), mas a própria presença da floresta natural, apesar de os incêndios serem um fenómeno recorrente desde o início da ocupação humana, demonstra a sua capacidade de persistir. O facto de se encontrar inserida num Parque Natural consolida esta classificação.

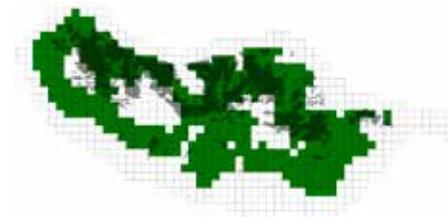
#### 4.3.1.2. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura da produtividade da floresta natural às alterações climáticas é positiva, devido ao aumento da produtividade primária líquida estimado e ao reduzido risco meteorológico de incêndio associado aos cenários futuros na área de expansão da floresta Laurissilva (vertente Norte). Apesar de haver uma gradação no aumento da produtividade potencial, em particular na vertente Norte, esta não é suficientemente marcada para atingir um nível muito positivo.

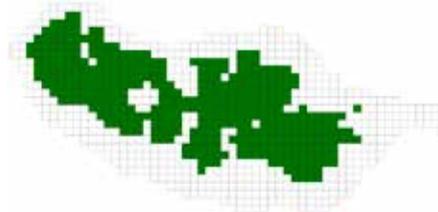
#### 4.3.2. Distribuição potencial da floresta natural da Madeira

A distribuição potencial da floresta natural da Madeira foi estudada no projecto CLIMAAT II através de uma abordagem de envelope climático (Correia et al. 2006b). Para dois índices climáticos foram determinados os intervalos que melhor representavam a ocupação actual da floresta na Madeira. Estes intervalos foram aplicados aos cenários climáticos futuros para determinar a ocupação potencial. As principais limitações deste método, resultam do pressuposto que a distribuição actual é explicada exclusivamente por factores climáticos, e que a ocupação actual ocorre no óptimo climático para este tipo de ecossistema. Quanto a este último ponto não se dispõe de conhecimento suficiente sobre as espécies da floresta natural para se poder avaliar a sua

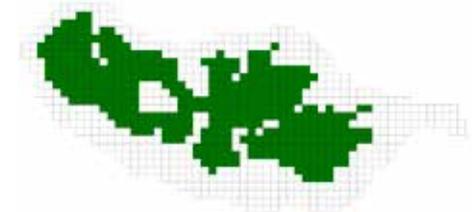
exactidão, mas, em relação ao primeiro, a Figura 18(a) mostra que embora a área potencial seja muito superior à ocupação actual, esta está praticamente toda incluída na distribuição potencial, o que revela uma boa concordância do modelo com os dados. As áreas da distribuição potencial onde não existe actualmente floresta natural correspondem sobretudo a áreas de floresta plantada, agricultura e áreas sociais, que substituíram floresta natural, devido às suas condições naturais mais favoráveis (menores declives, solos de melhor qualidade, acesso mais fácil, etc.).



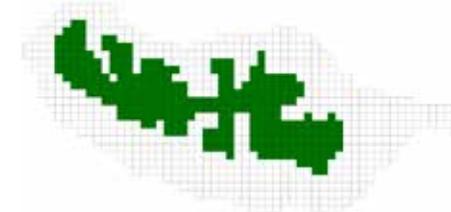
a) Distribuição potencial e ocupação actual (a cinza) da floresta natural no cenário de controlo



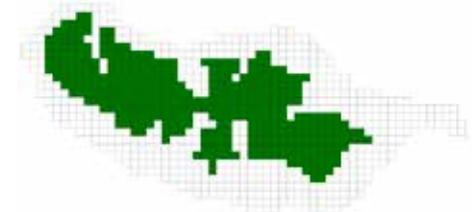
b) Distribuição potencial da floresta natural no cenário A2 – 2040-2069



c) Distribuição potencial da floresta natural no cenário B2 – 2040-2069



d) Distribuição potencial da floresta natural no cenário A2 – 2070-2099



e) Distribuição potencial da floresta natural no cenário B2 – 2070-2099

Figura 18. Distribuição geográfica potencial e ocupação da floresta natural no cenário de controlo (a); distribuição geográfica potencial da floresta natural nos cenários futuros (b,c,d,e).

Na Figura 18 observa-se que nos cenários climáticos futuros há uma tendência para a área potencial aumentar para zonas de maior altitude e reduzir nas cotas inferiores, em resposta ao aumento da temperatura. Comparando com a simulação da produtividade potencial (ver 4.3.1), verifica-se que há concordância na expansão da área potencial para zonas de maior altitude, mas que os resultados são opostos no que se refere à redução da área potencial nas cotas inferiores. A confiança associada à simulação da produtividade primária é superior à da simulação da distribuição potencial, já que a primeira se baseia num modelo complexo que integra a resposta fisiológica das árvores às variações do clima e as condições do solo, enquanto que a segunda se baseia unicamente nas variáveis climáticas e na distribuição actual, com as limitações já referidas. Tendo em consideração as forças e fraquezas de cada abordagem, é provável que a área potencial se expanda para zonas de maior altitude, devido ao aumento da temperatura e que não se verifique uma redução significativa nas zonas mais baixas. Estas alterações estão sempre dependentes das condições locais, em particular da profundidade dos solos. As zonas de solos menos desenvolvidos ou degradados/erodidos são particularmente vulneráveis, dada a sua reduzida capacidade de armazenar água e a redução acentuada da precipitação nos cenários climáticos futuros.

#### 4.3.2.1. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura da distribuição potencial da floresta natural às alterações climáticas é positiva. Estima-se que é possível a expansão para zonas de maior altitude, onde as condições climáticas actuais são limitantes, possibilidade essa que é também confirmada pelo aumento esperado da produtividade primária. A incerteza é maior para as zonas de menor altitude, dado o resultado de sinal contrário obtido para a produtividade, e a grande falta de conhecimento sobre a ecologia das espécies da Laurissilva.

### 4.3.3. Floresta plantada

#### 4.3.3.1. Produtividade primária líquida potencial da floresta plantada

Tal como para a floresta natural, a produtividade primária líquida da floresta plantada foi estimada com o modelo BIOME-BGC (ver 4.3.2 e Correia et. al. 2006b). Neste caso, utilizou-se a definição para resinosas de folha perene, adaptada para o pinheiro bravo. A produtividade estimada é consistentemente mais baixa que a da floresta natural, o que se às diferentes características ecofisiológicas utilizadas no modelo, mas o objectivo principal é avaliar a variação da produtividade e não o seu valor absoluto. Note-se que as zonas sem potencial para floresta (NPP=0) são zonas de baixa altitude, onde o modelo climático CIELO utilizado no projecto CLIMAAT II produz precipitações relativamente fracas, pelo que a confiança associada à produtividade destas zonas é muito baixa. Os resultados ilustrados na Figura 19 são semelhantes aos obtidos para a floresta natural: verifica-se um aumento da produtividade para as zonas de altitude superior a 600-700 m, que se acentua nos cenários para o fim do século, em função do maior aumento da temperatura. Tal como para a floresta natural, deve ser tido em consideração que eventuais aumentos de produtividade estão fortemente dependentes da qualidade do solo em cada local.

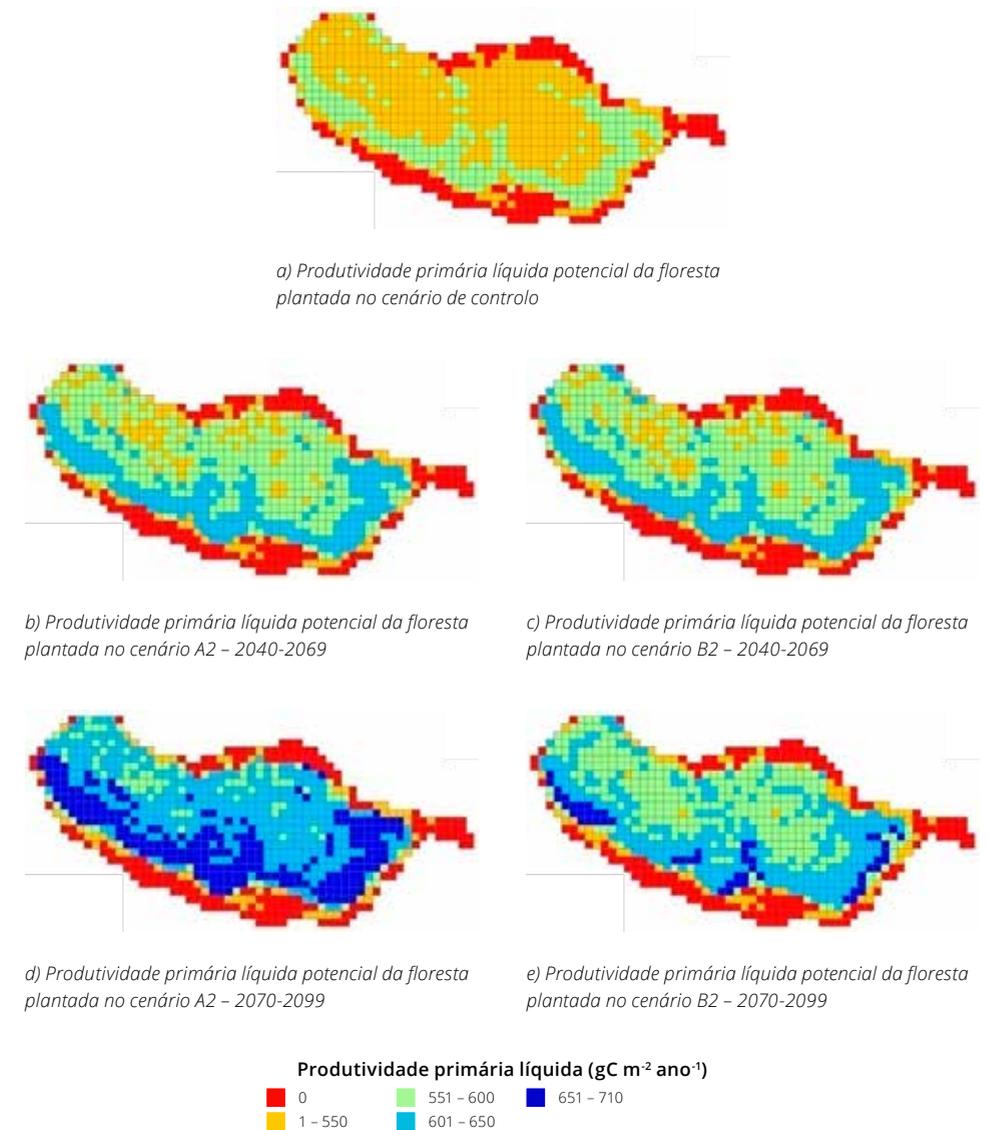


Figura 19. Produtividade primária líquida (gC m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup>) da floresta plantada no cenário de controlo (a) e nos cenários futuros (b,c,d,e).

#### 4.3.3.2. Vulnerabilidade actual

A vulnerabilidade actual da floresta plantada a alterações na produtividade é negativa, devido à presença na Ilha do Nemátodo da Madeira do Pinheiro, que afecta principalmente o pinheiro bravo, a principal espécie em termos de área deste tipo de floresta, e que deverá conduzir a uma progressiva substituição por outra espécie do futuro. Para a restante floresta plantada a vulnerabilidade seria neutra.

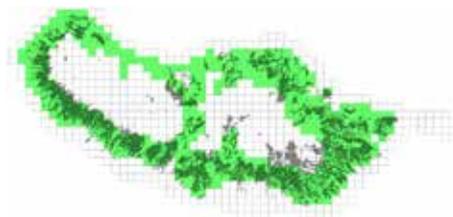
#### 4.3.3.3. Vulnerabilidade futura

Embora se estime um aumento potencial da produtividade primária para este tipo de floresta, a vulnerabilidade futura da floresta plantada a alterações na produtividade é negativa, devido sobretudo ao aumento do risco meteorológico de incêndio na vertente Sul associado aos cenários futuros. Os impactos indirectos resultantes dos incêndios, como a erosão do solo ou a degradação do estado sanitário das árvores sobreviventes, que aumenta a sua susceptibilidade a pragas e doenças, condicionam fortemente a produtividade primária.

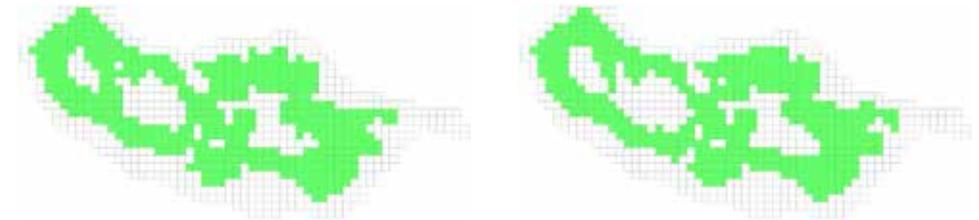
Também a presença do Nemátodo da Madeira do Pinheiro é, por si só, um factor que afecta o potencial produtivo da floresta plantada, pela sua expansão territorial, mas considera-se que os efeitos do Plano de Contenção do Nemátodo em progresso, associados a uma progressiva substituição por outra espécie, são suficientes para minorar os efeitos negativos sobre esta espécie.

#### 4.3.3.4. Distribuição potencial da floresta plantada

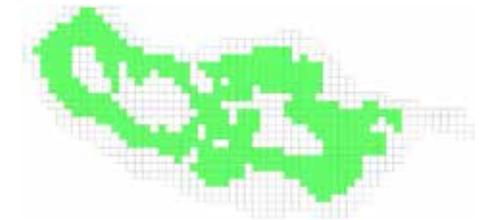
A distribuição da floresta plantada foi estimada no projecto CLIMAAT II usando a mesma metodologia usada para a floresta natural (ver 4.3.2 e Correia et al. 2006b). A Figura 20 ilustra a distribuição potencial da floresta plantada em todos os cenários climáticos. A tendência é de um aumento da área potencial, em particular para o cenário A2, que acompanha o aumento da temperatura. A expansão para áreas de maior altitude é coerente com o aumento da produtividade primária líquida (ver 4.3.3.1), mas, tal como para a floresta natural, a redução da área potencial nas zonas de menor altitude é contrária ao aumento da produtividade. Pelas mesmas razões apresentadas para a floresta natural, a confiança associada ao aumento de produtividade é superior à redução da área potencial. Mais uma vez chama-se a atenção para que eventuais alterações na distribuição potencial dependem também das características do solo.



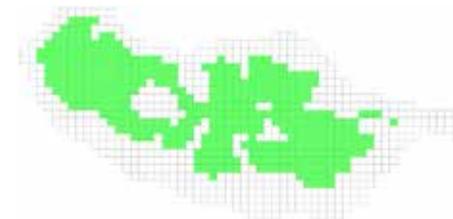
a) Distribuição potencial e ocupação actual (a cinza) da floresta plantada no cenário de controlo



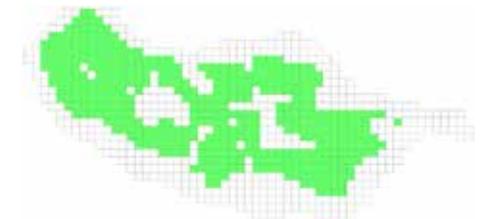
b) Distribuição potencial da floresta plantada no cenário A2 - 2040-2069



c) Distribuição potencial da floresta plantada no cenário B2 - 2040-2069



d) Distribuição potencial da floresta plantada no cenário A2 - 2070-2099



e) Distribuição potencial da floresta plantada no cenário B2 - 2070-2099

Figura 20. Distribuição geográfica potencial e ocupação da floresta plantada no cenário de controlo (a); distribuição geográfica potencial da floresta plantada nos cenários futuros (b,c,d,e).

#### 4.3.3.5. Vulnerabilidade actual

A vulnerabilidade actual da floresta plantada a alterações na distribuição potencial é neutra, dado que não se verificam actualmente nenhuns fenómenos que a possam alterar. A presença do Nemátodo da madeira do Pinheiro não constitui uma ameaça à floresta plantada, apenas a uma das suas espécies.

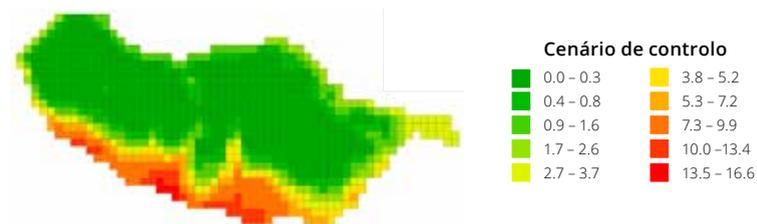
#### 4.3.3.6. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura da distribuição potencial da floresta plantada às alterações climáticas é negativa, devido ao aumento do risco meteorológico de incêndio. Apesar de se estimar um aumento da área potencial para zonas de maior altitude, o aumento do risco meteorológico de incêndio na vertente Sul é um forte condicionante dessa expansão, não só pela eventual destruição dos povoamentos florestais, como também pelo desincentivo ao investimento na floresta que constitui. Um outro factor que contribui para a vulnerabilidade negativa é o reduzido interesse económico da floresta plantada na Madeira, que limita ainda mais a atractividade do investimento florestal.

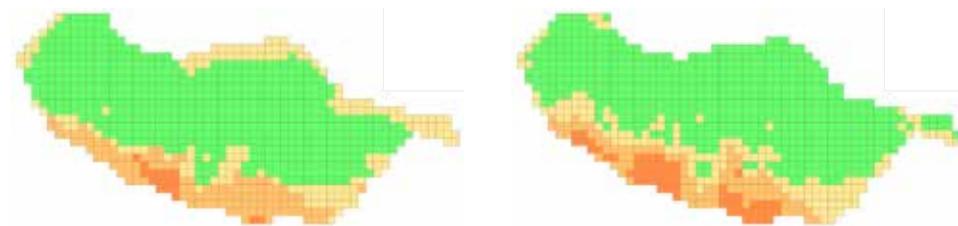
#### 4.3.4. Risco de incêndio florestal

A Figura 21 ilustra a índice de severidade sazonal (SSR - Seasonal Severity Ratio) no cenário de controlo e a sua variação, em relação ao cenário de controlo, nos cenários futuros. Para o período de 2040 a 2069 verifica-se um aumento do risco meteorológico de incêndio na vertente Sul em ambos os cenários, mas de maior intensidade e expansão em altitude no cenário B2. Note-se que as zonas de maior aumento do risco de incêndio coincidem com as áreas de floresta plantada (ver Figura 6). Na vertente Norte é no cenário A2 que há um ligeiro aumento do risco meteorológico de incêndio florestal nas zonas costeiras. Nas zonas de maior altitude não há alteração significativa do risco meteorológico de incêndio, havendo algumas zonas (não representadas no mapa), onde se estima uma ligeira redução do risco, que se devem sobretudo a alterações na velocidade do vento e à variabilidade intra e inter anual, tal como referido para a necessidade de rega das culturas agrícolas (ver 4.2.3).

No período de 2070 a 2099 as tendências invertem-se para a vertente Sul, passando a ser no cenário A2 que se verifica um maior aumento do risco meteorológico de incêndio. Na vertente Norte o cenário B2 é onde se verifica uma maior área de aumento do risco de incêndio, ainda que ligeiro, enquanto que no cenário A2 se verifica uma redução da área de aumento em relação ao período anterior.

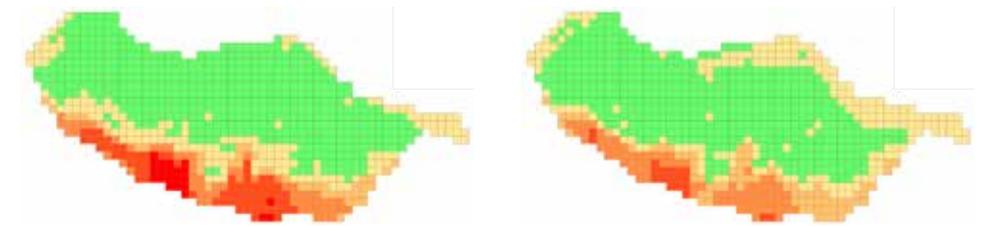


a) Risco meteorológico de incêndio no cenário de controlo



b) Variação do risco meteorológico de incêndio no cenário A2 - 2040-2069 em relação ao cenário de controlo

c) Variação do risco meteorológico de incêndio no cenário B2 - 2040-2069 em relação ao cenário de controlo



d) Variação do risco meteorológico de incêndio no cenário A2 - 2070-2099 em relação ao cenário de controlo

e) Variação do risco meteorológico de incêndio no cenário B2 - 2070-2099 em relação ao cenário de controlo

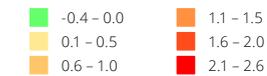


Figura 21. Risco meteorológico de incêndio no cenário de controlo (a) e variação nos cenários futuros (b,c,d,e)

Foi também analisada a frequência e duração de períodos de dias seguidos com risco muito alto a crítico de incêndio florestal (Figura 22). Verifica-se um aumento dos dias com risco muito alto a crítico em todos os cenários futuros. A duração máxima dos períodos de dias consecutivos com risco muito alto a crítico também sofre um aumento, passando de 13 dias para 19 dias nos cenários futuros. A Figura 23 ilustra a distribuição geográfica do total de dias em que o DSR é superior a 20 no cenário de controlo, verificando-se que estes apenas ocorrem na vertente Sul, abrangendo as zonas ocupadas actualmente por floresta plantada. Nos restantes períodos (2040-2069 e 2070-2099) não se verificam alterações significativas a este padrão espacial (dados não mostrados).

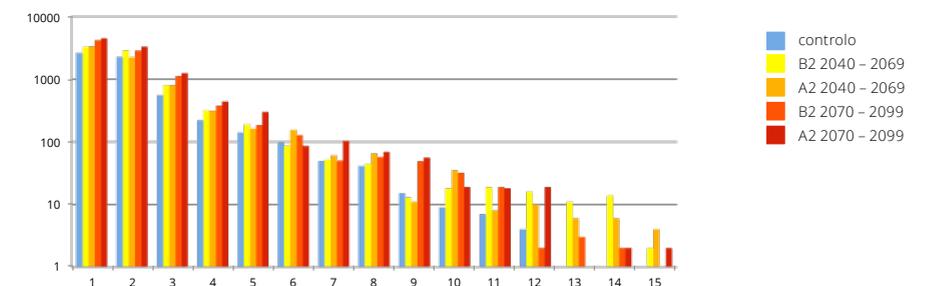


Figura 22. Frequência de dias consecutivos com risco de incêndio muito alto a crítico (DSR > 20). Os valores correspondem à soma de todos os anos (30) e locais (866) dos cenários climáticos, e são apresentados numa escala logarítmica para facilitar a visualização dos valores menores.

**Figura 23.** Número total de dias com risco muito elevado e crítico de incêndio florestal ( $DSR > 20$ ) no cenário de controlo.

#### 4.3.4.1. Vulnerabilidade actual

A vulnerabilidade da floresta aos incêndios florestais é condicionada pelas condições meteorológicas predominantes, o risco meteorológico de incêndio florestal, e pelas condições estruturais das áreas florestais, em particular o declive, o tipo de ocupação florestal e a continuidade ao nível da paisagem. A floresta, tanto a floresta Laurissilva como a floresta plantada, encontram-se em áreas de acentuados declives, que favorecem a propagação do fogo e dificultam o seu combate. Na vertente Sul, onde predomina a floresta plantada, o clima é mais seco que na vertente Norte, aumentando a vulnerabilidade aos incêndios. Dadas estas condicionantes naturais e o histórico recente de incêndios florestais, a vulnerabilidade actual da floresta aos incêndios é classificada como negativa.

#### 4.3.4.2. Vulnerabilidade futura

O aumento do risco meteorológico de incêndio em todos os cenários futuros considerados aumenta a vulnerabilidade da floresta aos incêndios florestais, em particular da floresta plantada. No período de 2040 a 2069, as áreas florestais da vertente Sul sofrem um aumento do risco de incêndio florestal em ambos os cenários climáticos, pelo que a sua vulnerabilidade passa para um nível de negativo a muito negativo, com uma confiança associada alta. Na vertente Norte os resultados divergem entre cenários, pelo que a sua vulnerabilidade se mantém como negativa, mas com uma confiança associada média.

No período de 2060 a 2099 o risco meteorológico de incêndio tem um aumento superior na vertente Sul, em particular no cenário A2, pelo que a vulnerabilidade se torna claramente muito negativa, com uma confiança associada alta, enquanto que no cenário B2 a vulnerabilidade é algo inferior, mantendo-se o nível negativo a muito negativo do período anterior. Na vertente Norte os resultados continuam a ser divergentes entre cenários, embora seja no cenário B2 que se verifica uma tendência para um ligeiro aumento do risco de incêndio florestal, pelo que a vulnerabilidade desta zona continua negativa, com uma confiança associada média.

Também a frequência e duração de períodos de dias consecutivos com risco de incêndio florestal muito elevado e crítico aumentam em todos os cenários climáticos futuros.

Outros impactos indirectos podem contribuir para alterar a vulnerabilidade aos incêndios florestais. O potencial para um aumento da produtividade primária pode traduzir-se numa expansão da vegetação herbácea e arbustiva nos espaços florestais, contribuindo para aumentar a combustibilidade da floresta, em particular nas áreas sub-lotadas. Um outro factor a ter em consideração é a redução da área agrícola, em consequência da redução da água disponível para rega. As áreas agrícolas abandonadas são rapidamente colonizadas por vegetação herbácea

e arbustiva, e dado que são geralmente solos de boa qualidade, sujeitos a fertilização, podem formar massas densas de elevada combustibilidade, localizadas em zonas de maior risco meteorológico de incêndio.

#### 4.3.5. Risco de expansão de plantas invasoras exóticas

A elevada presença de espécies lenhosas exóticas invasoras constitui uma das maiores ameaças às comunidades vegetais autóctones da Madeira. As espécies invasoras possuem uma grande capacidade de colonização do espaço, quer através da produção massiva de semente desde idades muito jovens, quer através de regeneração vegetativa, que lhes permite regenerar a parte aérea após corte ou incêndio. Outra característica geralmente associada a espécies invasoras é a rapidez de crescimento inicial, e a constituição de manchas muito densas, que impedem o crescimento de outras espécies. Estas características tornam a sua erradicação muito difícil e onerosa, dado que os propágulos podem permanecer no terreno durante muitos anos, exigindo intervenções anuais, de elevado custo económico, durante períodos longos.

Algumas espécies presentes na Madeira, como as acácias (*Acacia* spp.), as giestas (*Cytisus scoparius*, *C. striatus*) e os tojos (*Ulex europeus*, *U. minor*) apresentam carácter pirófilo (SRA, 2014). Após incêndio são colonizadoras muito agressivas, ocupando rapidamente o espaço e deslocando as espécies nativas. Estas espécies podem também beneficiar com o aumento da produtividade vegetal, aumentando a sua área de expansão e, simultaneamente, criando áreas mais susceptíveis a incêndios florestais.

##### 4.3.5.1. Vulnerabilidade actual

A vulnerabilidade actual a plantas invasoras exóticas é negativa, dada a sua expansão territorial actual.

##### 4.3.5.2. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura a espécies de plantas exóticas invasoras é negativa. Os factores que mais pesam nesta classificação são indirectos: a sua expansão territorial actual, que potencia a sua expansão; o aumento da produtividade primária líquida, que potencia o seu crescimento e o risco de incêndio florestal, que potencia a sua expansão.

#### 4.3.6. Risco de ocorrência de pragas e doenças na floresta

As pragas e doenças são fortemente influenciadas pelo clima, em particular a temperatura, pelo efeito de acelerar o desenvolvimento, e a precipitação, pela humidade que é essencial para muitos agentes patogénicos. As alterações climáticas têm efeitos directos no desenvolvimento, reprodução e sobrevivência destes organismos, podendo ainda alterar a fisiologia e defesas dos hospedeiros e as relações entre pragas, o seu ambiente e os seus inimigos naturais (Moore e Allard 2008).

Na Madeira as principais pragas atacam preferencialmente árvores enfraquecidas, onde se alimentam do floema e do lenho das árvores (Abreu 2014). As árvores danificadas pelos incêndios florestais são particularmente susceptíveis, mas quando as populações são grandes atacam

árvores sãs. São vectores de diversos agentes patogénicos, como fungos ou o nemátodo da madeira do pinheiro. Podem causar elevados prejuízos económicos, devido a perdas de produtividade e/ou danos na madeira. O caso do nemátodo da madeira do pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*) é particularmente relevante, dado que é considerado um organismo prejudicial para a União Europeia e está listado como organismo de quarentena pela Organização Europeia e Mediterrânica de Protecção de Plantas (OEPP). Actualmente toda a ilha da Madeira é considerada zona afectada, estando em curso o Plano de Contenção do Nemátodo da Madeira do Pinheiro (NMP) na Região Autónoma da Madeira. Este plano visa a contenção do NMP na zona afectada, dado que a sua erradicação é impossível, e inclui medidas de prospecção e mapeamento do NMP, medidas fitossanitárias de controlo do NMP e do seu insecto-vector (*Monochamus galloprovincialis*) e medidas de controlo fitossanitário para plantas e produtos de coníferas hospedeira com origem na Zona Demarcada de NMP da ilha da Madeira.

O principal hospedeiro é o pinheiro bravo, a principal espécie florestal da floresta plantada na Madeira, pelo que o seu impacto actual é bastante elevado. Esta situação tende a agravar-se com as alterações climáticas, pois embora o insecto-vector apenas produza uma geração por ano, o NMP pode aumentar o número de gerações por ano com o aumento da temperatura, aumentando a severidade do ataque (Moore 2009). O custo associado às medidas do Plano de Contenção, quer para o Governo Regional, quer para os produtores florestais, representa por si só um forte desincentivo à expansão desta espécie na Região Autónoma, pelo que é provável que a sua área tenha tendência para se reduzir, mesmo que o NMP não atinja proporções epidémicas como as verificadas no Japão.

Outras pragas e doenças podem vir a afectar a Região Autónoma da Madeira, dada a tendência para a intensificação do movimento de carga e pessoas ao nível global, e a resposta positiva ao aumento da temperatura da maioria deste tipo de organismos (IPCC 2014). Acresce ainda a maior susceptibilidade das plantas hospedeiras quando debilitadas (por exemplo, em resultado de incêndios ou episódios de seca), que poderá aumentar a vulnerabilidade da floresta da Madeira a este tipo de riscos.

#### 4.3.6.1. Vulnerabilidade actual

A vulnerabilidade actual a pragas e doenças é negativa, devido à presença do Nemátodo da Madeira do Pinheiro. Embora só afecte uma pequena parte da área florestal total, a sua gravidade obriga a classificar a vulnerabilidade como negativa.

#### 4.3.6.2. Vulnerabilidade futura

A vulnerabilidade futura a pragas e doenças é negativa. Esta classificação deve-se à presença do Nemátodo do Pinheiro da Madeira, que poderá ver agravar-se a sua patogenicidade devido às alterações climáticas e ao potencial efeito da temperatura sobre os organismos prejudiciais, em particular os insectos.

## 4.4. Matriz de vulnerabilidades

A matriz de vulnerabilidade sintetiza os impactes das alterações climáticas nos sectores da agricultura e da floresta para a região autónoma da Madeira. Note-se que nesta fase não se consideram medidas de adaptação extraordinárias, isto é, para além da capacidade adaptativa actual do sector.

Os impactos na agricultura indicam um agravamento da vulnerabilidade para o sector da agricultura, em resultado da redução da disponibilidade de água para rega. Uma excepção possível é a viticultura, dado que tem necessidades de água francamente inferiores à generalidade das outras culturas da Madeira e mais de metade da área actual corresponde a produtores directos, que têm tendência a desaparecer dado que a comercialização não é permitida. A vulnerabilidade futura estimada é neutra por esses motivos, e por alguns estudos preverem uma subida da produtividade, mas a confiança associada é muito baixa.

Os impactos na produtividade e distribuição potencial da floresta tendem a ser positivos, muito embora as interacções entre impactos e com os factores de sensibilidade introduzam alguma incerteza nesta análise. No caso da floresta plantada a vulnerabilidade futura é negativa, devido sobretudo aos incêndios florestais, cujo risco meteorológico aumenta na sua área de distribuição, e ao Nemátodo da Madeira do Pinheiro, que afecta a principal espécie florestal actualmente. É também devido à presença desta praga que se considerou a confiança associada ao aumento do risco de pragas e doenças superior à do mesmo risco para a agricultura.

Impactos Identificados	Exposição	Vulnerabilidade Actual	Confiança Actual	Vulnerabilidade Futura						Confiança futura
				Curto (2020-2039)		Médio (2040-2069)		Longo (2070-2099)		
				A2	B2	A2	B2	A2	B2	
Produtividade da cultura da bananeira (e outros frutos sub-tropicais)	Aumento da temperatura Redução da precipitação Aumento da concentração atmosférica de CO <sub>2</sub>	-		-	-	-2	-2	-2	-2	Alta
Área potencial para a cultura da bananeira (e outros frutos sub-tropicais)	Aumento da temperatura Redução da precipitação Aumento da concentração atmosférica de CO <sub>2</sub>	-		-	-	-2	-2	-2	-2	Alta
Produtividade da cultura da vinha	Aumento da temperatura Redução da precipitação Aumento da concentração atmosférica de CO <sub>2</sub>	-		-	-	0	0	0	0	Muito baixa
Área potencial para a cultura da vinha	Aumento da temperatura Redução da precipitação Aumento da concentração atmosférica de CO <sub>2</sub>	-		-	-	-1	-1	-1	-1	Baixa
Produtividade da cultura de hortícolas	Aumento da temperatura Redução da precipitação Aumento da concentração atmosférica de CO <sub>2</sub>	-		-	-	-2	-2	-2	-2	Média
Área potencial para a cultura das hortícolas	Aumento da temperatura Redução da precipitação Aumento da concentração atmosférica de CO <sub>2</sub>	-		-	-	-2	-2	-2	-2	Média
Risco de ocorrência de pragas e doenças na agricultura	Aumento da temperatura Redução da precipitação	-		-	-	-2	-2	-2	-2	Baixa
Necessidades de rega das culturas agrícolas	Aumento da temperatura Redução da precipitação Aumento da concentração atmosférica de CO <sub>2</sub>	-		-	-	-1	-1	-2	-2	Alta
Distribuição potencial de tipos de vegetação natural	Aumento da temperatura Redução da precipitação Aumento da concentração atmosférica de CO <sub>2</sub>	0	Alta	-	-	1	1	1	1	Média
Distribuição potencial de tipos de floresta plantada	Aumento da temperatura Redução da precipitação Aumento da concentração atmosférica de CO <sub>2</sub>	0	Alta	-	-	-1 a -2	-1 a -2	-2	-2	Baixa
Produtividade primária líquida potencial da floresta plantada	Aumento da temperatura Redução da precipitação Aumento da concentração atmosférica de CO <sub>2</sub>	0	Alta	-	-	-1 a -2	-1 a -2	-2	-2	Baixa
Produtividade primária líquida potencial da floresta natural	Aumento da temperatura Redução da precipitação Aumento da concentração atmosférica de CO <sub>2</sub>	0	Alta	-	-	1	1	1	1	Média
Risco de incêndio	Aumento da temperatura Redução da precipitação	-1	Alta	-	-	-1 a -2	-1 a -2	-2	-2	Média a Alta
Risco de expansão de plantas invasoras exóticas	Aumento da temperatura Redução da precipitação Aumento da concentração atmosférica de CO <sub>2</sub>	-1	Alta	-	-	-1 a -2	-1 a -2	-2	-2	Média
Risco de ocorrência de pragas e doenças na floresta	Aumento da temperatura	-1	Alta	-	-	-1 a -2	-1 a -2	-2	-2	Média

Legenda: 2 = Muito Positivo; 1 = Positivo; 0 = Neutro; -1 = Negativo; -2 = Muito Negativo; -3 Crítico

Figura 24. Matriz de vulnerabilidade.

## 5. Conclusão

Os impactos estimados das alterações climáticas na agricultura e nas florestas da Região Autónoma da Madeira podem atingir uma grande severidade, evidenciando a necessidade de adopção de medidas de adaptação específicas para as alterações climáticas.

Na agricultura, a falta de água esperada para os períodos futuros poderá reduzir fortemente a área de cultivo, pondo em risco toda a agricultura comercial e uma parte significativa da agricultura de subsistência. Nesse cenário, a colonização das terras abandonadas por vegetação espontânea, principalmente matos e herbáceas, irá aumentar o risco de incêndio, não só pela elevada combustibilidade desse tipo de formações vegetais, mas também pela sua proximidade às zonas urbanas. Uma preocupação adicional é o facto de o sector não ter capacidade para, por si só, se adaptar a impactos desta gravidade, sendo necessário haver uma melhoria significativa na gestão dos recursos hídricos para minimizar os impactos das alterações climáticas.

Os impactos directos na floresta são muito menos severos, dado que a precipitação associada aos cenários futuros permite um aumento da produtividade das plantas. Todavia, diversos factores podem variar de modo a atingir valores próximos das fronteiras da vulnerabilidade. Estão nessa posição a vulnerabilidade aos incêndios florestais, à ocorrência de (novas) pragas e doenças, à expansão de plantas invasoras exóticas. As interacções entre factores podem alterar substancialmente as estimativas, pelo que a incerteza associada é elevada. Merece destaque o problema dos incêndios florestais, que nos últimos anos atingiram proporções consideráveis. Ainda que se estime um aumento do risco meteorológico de incêndio apenas na vertente Sul, o relevo acidentado e a continuidade dos espaços florestais colocam toda a floresta em risco.

Acresce que os cenários climáticos para o futuro foram baseados numa regionalização essencialmente orográfica de uma célula de um modelo global de circulação da atmosfera, no futuro deverão ser considerados outros modelos globais e métodos de regionalização para melhor estimar as condições meteorológicas geralmente associadas a incêndios florestais na Madeira.

## 6. Referências Bibliográficas

- › AGROGES, 2013. *Avaliação Contínua do Programa de Desenvolvimento Rural da Região Autónoma da Madeira. Relatório Anual 2012- Versão Final*. SRA, Funchal, 85 p.
- › Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements, *FAO Irrigation and Drainage Paper No 56*. Food and Agriculture Organisation, Land and Water. Rome, Italy, 171 p.
- › Brazão, J., 1998. A vitivinicultura na Região Autónoma da Madeira. Sua evolução e situação actual. *II Jornadas Técnicas Vitivinícolas Canarias*, p. 162-168.
- › Correia, A.V., Tavares, M.T., Pereira, J.S., 2006a. Agricultura. In *Relatório final do projecto CLIMAAT II*.
- › Correia, A.V., Tavares, M.T., Pereira, J.S., 2006b. Florestas. In *Relatório final do projecto CLIMAAT II*.
- › IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Edited by Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.
- › Magliulo, V.; M. Bindi, G. Ranac, 2003. Water use of irrigated potato (*Solanum tuberosum* L.) grown under free air carbon dioxide enrichment in central Italy. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 97: 65–80.
- › Moore, Beverly A. 2009. *Global review of forest pests and diseases a thematic study prepared in the framework of the global forest resources assessment 2005*. Rome: Food and agriculture organization of the United nations (FAO).

- › Oliveira, R.P., Ribeiro, L., Nascimento, J., Amaro, S., 2006. Recursos hídricos. In *Relatório final do projecto CLIMAAT II*.
- › Quintal, R. 2013. Pico do Areeiro - Ilha da Madeira : uma experiência de recuperação da biodiversidade. In: *Livro de Homenagem ao Professor Fernando Rebelo*. Coimbra. p.849-866
- › Santos, J.A., Malheiro, A.C., Karremann, R. K., Pinto, J.G 2011. Statistical modelling of grapevine yield in the Port Wine region under present and future climate conditions. *Int J Biometeorol* 55:119-131
- › Santos, J.A., Malheiro, Grätsch, S.D., A.C., Jones, G.V., Karremann, R. K., Pinto, J.G. 2013. Ensemble projections for wine production in the Douro Valley of Portugal. *ClimaticChange* 117:211-225
- › SRA, 2014. *Life Maciço Montanhoso*. Consultado em 3-12-2014. <http://lifemacicomontanoso.sra.pt/>
- › Teixeira, J.L., 2006. *Manual do Programa WIN ISAREG. (Versão w1.1)*. ISA, Lisboa.
- › Thornton, P. E., B. E. Law, H. L. Gholz, K. L. Clark, E. Falge, D. S. Ellsworth, A. H. Goldstein, R. K. Monson, D. Hollinger e M. Falk, 2002. Modeling and measuring the effects of disturbance history and climate on carbon and water budgets in evergreen needleleaf forests. *AgriculturalandForest-Meteorology*113(1-4): 185-222.
- › Uva, J.S. (Coord.). 2008. *I Inventário Florestal da Região Autónoma da Madeira. Direcção Regional de Florestas, Funchal. 120 p.*
- › White, M. A., P. E. Thornton, S. W. Running e R. R. Nemani, 2000. Parameterization and Sensitivity Analysis of the BIOME-BGC Terrestrial Ecosystem Model: Net Primary Production Controls. *EarthInteractions* 4(3): 1-85.

AGRICULTURA E FLORESTAS

adaptação às  
alterações climáticas

Alexandre Vaz Correia  
José Lima Santos

2015

## 1. Introdução

A adaptação é o ajuste dos sistemas naturais ou humanos em resposta a estímulos climáticos observados ou projectados, que permite moderar os efeitos negativos e explorar oportunidades benéficas (IPCC, 2007). Podem distinguir-se dois tipos de adaptação (UKCIP, 2014)<sup>1</sup>:

- › Autónoma (espontânea ou reactiva) - Não constitui uma resposta consciente a estímulos climáticos futuros, mas é desencadeada por mudanças ecológicas em sistemas naturais e por mudanças de mercado ou bem-estar em sistemas humanos (por vezes espoletados por eventos meteorológicos extremos).
- › Planeada (antecipatória ou proactiva) - Medidas implementadas antes dos impactos das alterações climáticas serem observados. Resulta de uma opção política deliberada, baseada na percepção que determinadas condições foram modificadas ou estão prestes a sê-lo, e que existe a necessidade de actuar de forma a regressar, manter ou alcançar o estado desejado.

A capacidade adaptativa é a capacidade dos sistemas naturais ou humanos se ajustarem a alterações climáticas, incluindo a variabilidade climática e extremos, moderar danos potenciais, aproveitar oportunidades ou lidar com as consequências (IPCC 2007). No presente relatório a capacidade adaptativa corresponde, em larga medida à “Adaptação Autónoma”.

### Estratégia de adaptação

São linhas orientadoras que apoiam a priorização das opções e medidas de adaptação identificadas para reduzir a vulnerabilidade às alterações climáticas e atingir objectivos de longo prazo. Geralmente têm em conta os recursos disponíveis para a adaptação e podem ser descritos como:

**Viver com os riscos** – aceitar que os sistemas, comportamentos ou actividades actuais deixaram de ser sustentáveis e podem-se perder.

<sup>1</sup> <http://www.ukcip.org.uk/about-adaptation>

**Prevenir os impactos ou reduzir a exposição aos riscos** – através da realocização alterar o que está exposto, ou aumentar a resiliência climática de forma a permitir a continuação das actividades. Também poderá querer dizer “viver com os riscos” estando bem preparado para o caso de ocorrer impacto, ajudar a recuperar rapidamente.

**Partilhar responsabilidades** – reduzir as perdas usando seguros, partilhando assim a responsabilidade e custos da resposta adaptativa.

**Explorar oportunidades** – retirar vantagens da alteração das condições climáticas, potenciando os produtos e actividades actuais ou introduzindo novos.

**Transformação** – em vez de proteger ou restaurar um determinado estado ambiental ou social, facilitar uma mudança mais fundamental no sistema, para um estado completamente novo.

## Opções de adaptação

São conjuntos de acções que definem possíveis linhas de actuação. No projecto CLIMA-Madeira, são consideradas cinco dimensões a seguir mencionadas:

**Conhecimento** - refere-se aos níveis de educação e consciencialização bem como a iniciativas de disseminação de informação acerca das alterações climáticas e dos seus impactos.

**Tecnologia** - diz respeito à disponibilidade e ao acesso de opções tecnológicas para a adaptação e ao estágio de desenvolvimento tecnológico do sistema.

**Governança** - esta dimensão engloba aspectos legais, institucionais e de governança, incluindo a capacidade e a eficiência das instituições chave, transparência de processos e de tomada de decisão, aplicação de leis ambientais, podendo também ser incluídos os processos de participação.

**Socio-economia** – esta dimensão engloba medidas e opções que possam contribuir para o desenvolvimento socioeconómico da RAM como gerar emprego em áreas urbanas e rurais, melhorar a qualidade de vida, promover a educação.

**Natureza** – nesta dimensão estão incluídas as medidas baseadas em ecossistemas que dizem respeito ao uso da biodiversidade e dos serviços de ecossistemas para apoiar a adaptação.

## Medidas de adaptação

São acções específicas, mensuráveis, atingíveis, realistas e monitorizáveis que visam lidar com os impactos ou explorar as oportunidades identificadas.

## 2. Metodologia

A avaliação da capacidade adaptativa dos sectores da agricultura e das florestas actual baseou-se na identificação de medidas, opções, instrumentos ou iniciativas que já tenham sido aplicadas ou que estejam em curso que permitam fazer face aos impactos identificados na primeira fase do projecto. Para o sector da Agricultura, estas medidas consistem fundamentalmente nas medidas de apoio do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Rural da Região Autónoma da Madeira 2007-2013 (PRODERAM) e do recentemente aprovado PRODERAM 2014-2020. As medidas identificadas foram classificadas por tipos, de acordo com os seus objectivos principais.

Realizou-se uma caracterização socioeconómica da agricultura na Região Autónoma da Madeira, com o objectivo de identificar os constrangimentos decorrentes das características físicas da Região e do contexto socioeconómico dos produtores agrícolas. Foram ainda utilizados os resultados obtidos no workshop realizado a 12 de Fevereiro no Funchal.

No caso do sector das florestas a avaliação da capacidade adaptativa apresenta maiores dificuldades. Recorreu-se também à informação contida no PRODERAM 2007-2013 e no PRODERAM 2014-2020, mas para o sector da floresta não são recolhidas estatísticas, pelo que a sua caracterização fica necessariamente muito incompleta. Será também analisado o Plano Regional de Ordenamento Florestal da Região Autónoma da Madeira (PROF-RAM), que entrou recentemente em fase de discussão pública.

A estratégia de adaptação seguida privilegia a prevenção dos riscos ou a redução da exposição aos riscos. Optou-se por colocar ênfase na redução dos impactos mais severos, a redução da disponibilidade de água para o sector da agricultura e os incêndios florestais para o sector florestal, já que constituem sérias ameaças para estes sectores.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Capacidade adaptativa

Numa perspectiva geral, o sector da agricultura e, em menor grau, o da floresta, possuem intrinsecamente uma capacidade adaptativa relativamente elevada, devido a serem afectados directamente pela variabilidade climática. A escolha de espécies/variedades, tecnologias (e.g., regadio) e modelos de produção utilizadas na produção agrícola e florestal permitem adaptar as culturas às características físicas e climáticas locais.

#### 3.1.1. Agricultura

No caso particular da Região Autónoma da Madeira, existem uma série de condicionalismos, quer de ordem física, quer de ordem sócio-económica, que limitam a capacidade adaptativa real. As condições naturais da Madeira, em particular a sua topografia, remetem a agricultura para uma faixa de território com declives compreendidos entre 16 e 25%, o que agrava os custos associados à actividade (custos de manutenção de muros, taludes, etc.).

No que toca à estrutura das explorações agrícolas, um indicador particularmente relevante é a área média das explorações, que no Recenseamento Agrícola de 2009 (INE 2011) era de 0,4 ha, substancialmente inferior ao Continente (12,7 ha) e à Região Autónoma dos Açores (8,9 ha). Esta pequena dimensão, assim como a orografia da Madeira, reflectem-se também no tempo de trabalho. Para trabalhar 100 hectares são necessárias na Madeira 264,5 UTA (Unidade de Trabalho-Ano - unidade de medida equivalente ao trabalho de uma pessoa a tempo completo realizado num ano medido em horas), enquanto que no Continente e na região Autónoma dos Açores são apenas necessárias 9,6 UTA. Esta reduzidíssima área média por exploração, associada à elevada proporção de produtores singulares (97%), aos elevadíssimos tempos de trabalho e à proporção de explorações de classe de Dimensão Económica pequena (85%) e muito pequena (13%), evidencia, por um lado, o carácter predominantemente familiar da agricultura madeirense e, por outro, as difíceis condições orográficas da Região, que limitam a possibilidade de obter parcelas contínuas de dimensão razoável e a mecanização dos trabalhos agrícolas.

Quanto à Orientação Técnico-Económica, 35% das explorações são mistas ou combinadas e nas

especializadas destacam-se a horticultura intensiva e floricultura (17%), a fruticultura (16%) e a vinha (13%).

A população agrícola familiar da Região Autónoma da Madeira era de 40760 indivíduos (cerca de 36% da população total) em 2009 (INE 2011) e, de acordo com o Programa de Desenvolvimento Rural da Região Autónoma da Madeira 2007-2013, é caracterizada por:

- › Um muito acentuado nível de envelhecimento;
- › Um nível de instrução baixo e mesmo muito baixo;
- › Quase ausência de formação profissional;
- › Muito elevada taxa de trabalho a tempo parcial;
- › Muito elevada taxa de pluri-actividade da família;
- › Grande importância das pensões de reforma nos rendimentos dos agregados familiares;
- › Forte interligação com o sector secundário e terciário, quer ao nível da afectação dos tempos de trabalho, quer ao nível dos rendimentos familiares.

Face a estes condicionalismos, admite-se que a capacidade adaptativa da agricultura na Região Autónoma da Madeira encontra-se fortemente limitada pelas condições naturais na Região, em particular a orografia, pelo baixo grau de instrução e formação profissional, e pelo reduzido rendimento obtido.

A Tabela 1 lista as medidas identificadas no PRODERAM 2007-2013 com relevância para as alterações climáticas no sector agrícola, classificadas por tipo. As medidas que visam promover a sustentabilidade são as mais frequentes, seguidas pelas medidas relativas a formação e modernização. Existem duas medidas específicas para o investimento em sistemas de rega e duas para o controlo da erosão (manutenção dos muros de suporte de terras). Os restantes tipos apenas têm uma medida específica.

**Tabela 1.** Medidas no PRODERAM 2007-2013 com relevância para as alterações climáticas no sector da agricultura.

Medida	Formação	Combate ao abandono	Moder-nização	Sustenta-bilidade	Eficiência de rega	Eventos extremos	Melhoramento dos Recursos Genéticos	Controlo da erosão
1.1 Formação e Acções de Informação;	x		x	x				
1.2 Instalação de Jovens Agricultores;		x						
1.3 Utilização de Serviços de Aconselhamento;	x		x	x				
1.4 Criação de Serviços de Aconselhamento, e de Gestão Agrícola e Silvícola;	x		x	x				
1.5 Modernização das Explorações Agrícolas;			x		x			

Medida	Formação	Combate ao abandono	Moder-nização	Sustenta-bilidade	Eficiência de rega	Eventos extremos	Melhoramento dos Recursos Genéticos	Controlo da erosão
1.10 Desenvolvimento de Infra-Estruturas;					x			
1.11 Restabelecimento do Potencial de Produção e Introdução de Medidas de Prevenção;						x		
2.1 Apoio Específico aos Agricultores em Regiões Desfavorecidas;				x				
2.2 Medidas Agro-Ambientais;				x			x	x
2.3 Investimentos Agrícolas Não Produtivos;								x
3.5 Formação e Informação.	x							
Total	4	1	4	5	2	1	1	2

#### Resultados do workshop de 12-2-2015 - capacidade adaptativa na agricultura

Verifica-se que as questões relacionadas com a eficiência dos sistemas de distribuição de água e dos métodos de rega nas explorações são as que mais preocupam os participantes. Também a questão do preço e modo de facturação da água para rega foi identificada como um factor limitante a uma utilização mais sustentável da água.

No que diz respeito aos impactos das alterações climáticas, foi identificado que para algumas das culturas hortícolas os impactos podem ser severos devido ao aumento da temperatura, que pode provocar um desfasamento na fenologia. Na cultura da vinha chamou-se a atenção para a importância da tradição do vinho “seco” na Madeira, que torna mais difícil a sua substituição dos produtores directos por castas europeias.

Quanto a apoios financeiros existentes, foram identificados os apoios à agricultura biológica, o reforço dos apoios à reposição do potencial produtivo após calamidades e os apoios à manutenção dos socalcos (poios).

Foi ainda referido um aumento significativo na área de cana-de-açúcar desde 2011, pela expectativa da sua valorização por via de legislação que obrigaria à utilização de cachaça produzida na Madeira para a produção da poncha. No entanto, as estatísticas mais recentes revelam apenas um aumento de 115 ha em 2009 (data do Recenseamento Agrícola, decenal, e que apresenta os dados mais fiáveis) para 130 ha em 2013 (dados estimados por amostragem, com menor fiabilidade que o RA).

#### 3.1.2. Floresta

No caso da floresta a informação disponível é muito limitada. No que respeita a informação estatística, apenas está disponível o Inventário Florestal da Região Autónoma da Madeira (2008). A composição específica permite inferir alguma informação sobre a gestão das áreas florestais.

Verifica-se que para o pinheiro e eucalipto, espécies madeireiras, os povoamentos mistos dominantes têm uma área superior aos povoamentos puros, o que indica uma gestão deficiente, já que a silvicultura destas espécies preconiza os povoamentos puros. Esta inferência é consubstanciada no Levantamento do Potencial Energético da Biomassa Florestal na Região Autónoma da Madeira (Oliveira 2005) onde se refere que as indústrias de transformação de madeira na RAM não utilizam nenhuma madeira produzida localmente, recorrendo à importação. Também no Programa de Desenvolvimento Rural da Região Autónoma da Madeira 2007-2013 (SRA 2012) se refere que “a superfície com aptidão florestal da Região (cerca de 55.000 ha) desempenha, essencialmente, funções de conservação,(...)”.

Filipe (2014) indica que 40% dos 59106 ha de áreas com aptidão florestal são públicos, sendo os restantes 60% detidos por privados. Segundo o Relatório de Avaliação Contínua do Programa de Desenvolvimento Rural da Região Autónoma da Madeira (AGROGES 2013) o investimento na floresta é quase totalmente público (90% dos valores comprometidos). Destes números apenas se pode inferir a reduzida capacidade de investimento dos proprietários privados, que estará certamente relacionada com os fracos ou nulos rendimentos das áreas florestais na RAM.

**Tabela 2.** Medidas no PRODERAM 2007-2013 com relevância para as alterações climáticas no sector da floresta.

Medida	Formação	Modernização	Sustentabilidade	Produtividade	Incêndios	Alterações climáticas	Pragas
1.1 Formação e Acções de Informação;	x	x	x				
1.3 Utilização de Serviços de Aconselhamento;	x	x	x				
1.4 Criação de Serviços de Aconselhamento, e de Gestão Agrícola e Silvícola;	x	x	x				
1.6 Melhoria do Valor Económico das Florestas;				x	x		
1.10 Desenvolvimento de Infra-Estruturas;					x		
2.4 Florestação de Terras Agrícolas;					x	x	x
2.5 Florestação de Terras não Agrícolas;					x	x	x
2.6 Pagamentos Natura 2000 na Floresta;			x				
2.7 Restabelecimento do Potencial Silvícola;					x		x
2.8 Promoção do valor Ambiental da Floresta - Investimentos não produtivos.			x				
3.5 Formação e Informação.	x						
Total	4	3	5	1	5	2	3

A Tabela 2 apresenta as medidas identificadas no PRODERAM 2007-2013 com relevância para as alterações climáticas no sector da floresta, classificadas por tipo. As medidas relacionadas com a sustentabilidade e os incêndios são as predominantes, seguidas pelas relacionadas com a formação e com os agentes bióticos prejudiciais. Existem também 2 medidas em cujos objectivos são mencionadas explicitamente as alterações climáticas, embora numa perspectiva de mitigação

Recentemente entrou em discussão pública o Plano Regional de Ordenamento Florestal da Região Autónoma da Madeira, o qual poderá contribuir para completar a informação do sector florestal.

#### Resultados do workshop de 12-2-2015 - capacidade adaptativa na floresta

No sector das floresta a questão mais importante para os participantes são os incêndios florestais. No que diz respeito aos resultados apresentados existe a percepção que o risco meteorológico de incêndio irá aumentar por via do aumento da temperatura e que o risco estrutural também poderá aumentar devido ao aumento das espécies invasoras, em particular nos interfaces urbano-rurais e pelo abandono agrícola. Foi também referida a menor combustibilidade da Laurissilva (em relação à floresta exótica), que pode conter os incêndios florestais, e que a limpeza dos matos na floresta é muito deficiente. No âmbito da sensibilização foram referidos as acções da Protecção Civil junto dos estabelecimentos de ensino.

Quanto aos apoios financeiros para o sector florestal, foram referidos os investimentos em lagoas de altitude para a rega, que podem funcionar como pontos de água para apoio ao combate dos incêndios florestais e os apoios compensatórios para as áreas florestais situadas na Rede Natura 2000.

Foram referidos diversos programas de reflorestação do Estado, nomeadamente a florestação de zonas de altitude para prevenir a erosão e conter a expansão urbana. Teriam sido empregues sobretudo espécies exóticas (eucalipto) pelo seu rápido crescimento. também foram referidas acções de plantação com espécies autóctones, mas que teriam reduzida expressão.

No que diz respeito a pragas florestais foram referidos os elevados danos causados pelo nemátodo da madeira do pinheiro na Ilha da Madeira, que já terá afectado uma extensão considerável da área de pinhal. Referiu-se também que as zonas de maior altitude não se encontram afectadas, possivelmente pela menor temperatura e que as acções de combate no terreno não têm tido a eficácia desejada.

#### Vulnerabilidade cruzada com outros sectores

A vulnerabilidade do sector agrícola na Madeira resulta em grande parte das necessidades de água para rega. Dos impactos identificados apenas a ocorrência de pragas e doenças não depende significativamente da disponibilidade de água. As projecções de redução de caudais estimadas para o sector dos recursos estão já incorporadas nas vulnerabilidades identificadas, contribuindo significativamente para a sua magnificação.

### 3.2. Medidas de adaptação - sector agrícola

As principais vulnerabilidades identificadas no sector da agricultura estão relacionadas com as necessidades/disponibilidades de água para rega. A redução da precipitação prevista nos cenários climáticos futuros tem como consequência o aumento das necessidades de rega, para compensar essa redução. As necessidades de rega também sofrem um aumento directo por via do aumento da temperatura e redução da humidade relativa, que pode atingir os 13% no caso da bananeira a cotas baixas. Este valor pode corresponder a um aumento das necessidades reais de água de 26%, considerando que o método de rega predominante é a rega por alagamento, que pode ter perdas até 50% (<http://ga.water.usgs.gov/edu/irmethods.html>. USGS. Water Science for Schools. Irrigation Techniques. Flood (Furrow) Irrigation). Por outro lado, a redução acentuada dos caudais associados às captações de água que abastecem o sistema de rega (ver capítulo dos Recursos Hídricos) irá reduzir significativamente a água disponível para rega.

A redução da disponível para as culturas é o principal factor que determina a vulnerabilidade da produtividade agrícola. No caso da bananeira e culturas sub-tropicais, as alterações climáticas esperadas poderiam ser positivas se houvesse água disponível. O aumento da temperatura beneficia estas culturas, permitindo o aumento da produtividade e o aumento da área destas culturas. No entanto, a bananeira é a cultura com maiores necessidades de água

A adaptação para a redução das disponibilidades de água passa por aumentar a disponibilidade a montante do sector da agricultura, isto é, aumentar a eficiência dos sistemas de captação e distribuição de água (ver capítulo dos Recursos Hídricos), e reduzir as necessidades de água no sector agrícola. Neste capítulo serão abordadas predominantemente medidas de adaptação no sector da agricultura, embora pontualmente se refiram medidas relacionadas com o sector dos recursos hídricos, pelos efeitos positivos que poderão ter e possíveis sinergias com outros impactos.

A adaptação à redução da água disponível para rega pode ser enquadrada em três linhas principais:

- › utilização de culturas/variedades com menores necessidades de água;
- › utilização de métodos de rega mais eficientes
- › mudanças nas práticas agrícolas

#### Utilização de culturas/variedades com menores necessidades de água - Dimensão Tecnológica

A utilização de culturas e/ou variedades adaptadas às condições climáticas esperadas para o futuro é limitada principalmente pela disponibilidade dessas culturas/variedades no mercado, pelo seu custo, e pelo tipo de cultura (anual/permanente).

A disponibilidade de material de reprodução para a agricultura depende essencialmente das disponibilidades nos mercados internacionais, dado o forte desinvestimento nos laboratórios de investigação agrária do Estado verificado nas últimas décadas, e os elevados períodos de tempo e recursos financeiros necessários para os programas de selecção/melhoramento de culturas agrícolas.

O custo de novas variedades pode ser um factor limitante, dado o carácter predominantemente familiar das explorações agrícolas na Região Autónoma da Madeira e a sua reduzidíssima dimensão.

A capacidade de adopção de novas culturas variedades pelos produtores de culturas permanentes (e.g., vinha, fruticultura) está francamente limitada pelo custo dos investimentos necessários para a reconversão destas culturas e pelo tempo necessário até se restabelecer a capacidade produtiva. No caso das culturas anuais (e.g., hortícolas, milho) estes problemas não se colocam.

#### Utilização de métodos de rega mais eficientes - Dimensão Tecnológica

A conversão para métodos de rega mais eficientes pode reduzir as perdas para 5 a 10% da água aplicada. Sistemas como a rega gota-a-gota, ou a micro-aspersão, podem atingir eficiências de rega até 95%, mas implicam não só investimentos substanciais de instalação como também custos elevados de manutenção do sistema. As principais limitações à expansão destes sistemas de rega são a capacidade de investimento dos produtores, a disponibilidade de área para instalação de depósitos para armazenamento de água nas explorações agrícolas, e o grau de especialização tecnológica necessária para a implementação/gestão destes sistemas.

#### Mudanças nas práticas agrícolas - Dimensão Tecnológica

A adaptação das práticas agrícolas pode proporcionar reduções nas necessidades de água ao nível da parcela. Um controlo mais eficiente das infestantes permite reduzir o consumo de água por estas, com benefícios também na produtividade das culturas. A alteração das datas de plantação, associadas à utilização de variedades precoces, pode reduzir as necessidades de rega por se transferir parte do ciclo produtivo para épocas do ano com maior pluviosidade.

#### Investimento em infra-estruturas de rega - Dimensão Tecnológica

A criação de lagoas em altitude contribui para melhorar a eficiência do sistema de rega, ao permitir uma gestão mais eficaz ao nível local. Paralelamente, pode beneficiar o combate ao incêndios florestais, dado que as lagoas podem ser usadas como pontos de água em caso de incêndio florestal.

#### Acções de formação para os produtores - Dimensão Socioeconómica

A transferência de conhecimento para os produtores agrícolas é fundamental, dada a muito deficiente formação profissional da quase totalidade dos produtores. Sempre que se tratem de medidas que envolvam investimentos susceptíveis de serem co-financiados, as acções de formação devem estar associadas aos pagamentos.

Áreas prioritárias:

- › Tecnologias de rega - *Dimensão Tecnológica*
- › Adaptação das culturas/variedades às condições climáticas locais - *Dimensão Tecnológica*
- › Sensibilização às alterações climáticas - *Dimensão Conhecimento*
- › Promoção de práticas agrícolas sustentáveis, como a utilização de plantas autóctones para promover a polinização das culturas, ou na constituição de cortinas corta-vento - *Dimensão Natureza*

### Simplificação dos processos administrativos dos programas de apoio ao desenvolvimento rural - Dimensão Governança

A complexidade associada aos processos de candidatura a apoios ao desenvolvimento rural pode constituir um desincentivo para os produtores privados. A simplificação dos processos, em particular para áreas de reduzida dimensão, poderá contribuir para um aumento da execução destes programas.

### Aumento do conhecimento da adaptação das culturas/variedades ao clima local - Dimensão Conhecimento

O conhecimento actual da adaptação das culturas às diferentes condições locais é bastante bom. A Direcção Regional de Agricultura sistematizou essa informação em folhetos, organizados por concelho, onde se recomendam as culturas a utilizar segundo as condições locais de cada freguesia e andar de altitude. No contexto das alterações climáticas é importante aprofundar este conhecimento, em particular no que diz respeito a variedades mais tolerantes à seca e a temperaturas elevadas.

No caso da vinha, a informação disponível é escassa. Dada a importância económica do vinho generoso da Madeira, é fundamental estudar a adaptação das diferentes castas às condições climáticas locais.

### Monitorização de pragas e agentes patogénicos agrícolas - Dimensão Tecnologia

Implementação de um programa de monitorização de pragas e agentes patogénicos agrícolas. A monitorização deve identificar não só a presença de novos organismos nocivos, como também o aumento das populações dos organismos já existentes.

### Promover a conservação dos muros de suporte de terras (poios) - Dimensão Socioeconómica

Os socalcos são um elemento estruturante da paisagem madeirense. O abandono agrícola tem como consequência a degradação dos muros de suporte, que culmina na destruição dos característicos socalcos e consequente arrastamento de solos. A sua manutenção tem sido apoiada nos sucessivos programas de apoio e, face ao aumento da vulnerabilidade da agricultura e consequente aumento do abandono agrícola, deverá continuar a ser apoiada.

## 3.3. Medidas de adaptação - sector florestal

O principal risco para a floresta na Região Autónoma da Madeira são os incêndios florestais que, nos últimos anos, têm atingido proporções catastróficas. O histórico recente é tão preocupante que, mesmo num cenário em que se mantivesse a vulnerabilidade futura não aumentasse, a necessidade de adoptar medidas para a redução dos incêndios florestais continuaria a ser urgente, pelos elevados danos que estes representam.

Actualmente já existem medidas no programa de apoio ao desenvolvimento rural que visam promover a defesa contra incêndios florestais, mas a inexistência de um Plano Regional de

Defesa da Floresta Contra Incêndios é um sério entrave à eficácia dessas medidas. Para a sistematização das medidas de adaptação aos incêndios florestais utilizou-se como modelo o Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PNDFCI 2006). Este baseia-se em cinco eixos de actuação:

- 1) Aumento da resiliência do território aos incêndios florestais
- 2) Redução da incidência de incêndios
- 3) Melhoria da eficácia do ataque e da gestão dos incêndios
- 4) Recuperar e reabilitar os ecossistemas
- 5) Adaptação de uma estrutura orgânica funcional e eficaz

### Aumento da resiliência do território aos incêndios florestais

Este eixo de actuação centra-se na redução da vulnerabilidade do território aos incêndios florestais, através da promoção da gestão activa dos espaços silvestres, da aplicação estratégica de sistemas de gestão de combustível e do desenvolvimento de processos que permitam aumentar o nível de segurança de bens e pessoas.

### Redução da incidência de incêndios

Este eixo tem três objectivos: i) implementação de "Programas de Sensibilização e Educação Florestal" que tenham o objectivo de promover a tomada de consciência da população relativamente ao perigo que representa a manipulação do fogo e os comportamentos de risco em espaços florestais e agrícolas; ii) Melhorar o conhecimento das causas de incêndios e das suas motivações, com vista a aumentar a eficácia da investigação de causas, a identificação e responsabilização dos agentes causadores e a orientação estratégica de acções preventivas; iii) aumentar a capacidade de dissuasão e fiscalização, com vista ao acompanhamento de situações e/ou comportamentos de risco, detendo e sancionando os infractores.

### Melhoria da eficácia do ataque e da gestão dos incêndios

Este eixo preconiza a organização de um dispositivo que preveja a mobilização preventiva de meios, tendo em conta a disponibilidade de pessoal, de meios terrestres e aéreos e todos os outros passíveis de reforçar e apoiar o dispositivo, com regras de empenhamento perfeitamente claras e do conhecimento de toda a estrutura. A melhoria da eficácia do ataque e gestão dos incêndios passa por aumentar a eficácia das acções de prevenção, pré-supressão (acções de vigilância, detecção e alerta), supressão (primeira intervenção e combate aos incêndios florestais). A todas estas acções associa-se a adequada formação dos recursos humanos afectos ao dispositivo.

### Recuperar e reabilitar os ecossistemas

A recuperação de áreas aridas deverá ter como objectivo o aumento futuro da sua resiliência e deve desenvolver-se em dois tempos. Um primeiro relacionado com a protecção de recursos e infra-estruturas e outro de médio prazo dirigido para a requalificação dos espaços florestais.

### Adaptação de uma estrutura orgânica funcional e eficaz

Este eixo visa a integração e coordenação dos esforços das múltiplas instituições e agentes

envolvidos na defesa da floresta contra incêndios numa organização que viabilize o trabalho em equipa, de modo a atingir os objectivos preconizados nos eixos anteriores.

#### **Aumentar o conhecimento sobre a ecologia das espécies da Laurissilva - Dimensão conhecimento**

Muito pouco é conhecido na actualidade sobre a ecologia das espécies da Laurissilva. Um maior conhecimento sobre estas espécies permitirá aumentar a eficácia da gestão deste ecossistema, aumentando a sua resiliência e promovendo a sua regeneração.

#### **Erradicação de invasoras lenhosas exóticas - Dimensão Tecnológica**

A área de invasoras lenhosas do género *Acacia* reportadas no Inventário Florestal da Região Autónoma da Madeira (Uva, 2008) é de 3617 ha (incluindo povoamentos puros, povoamentos mistos dominantes e povoamentos mistos dominados). Dado o comportamento pirófito destas espécies, e os grandes incêndios que ocorreram desde 2008, é de admitir que a sua expansão territorial actual seja superior. O aumento da produtividade primária líquida esperado para a floresta exótica em consequência das alterações climáticas e o aumento da área potencial de expansão para zonas de maior altitude, associados ao declínio da áreas de pinheiro bravo em consequência do nemátodo da madeira do pinheiro e dos incêndios florestais, poderão resultar num aumento da sua área de expansão, ameaçando não só as áreas associadas à floresta cultivada como também os ecossistemas naturais.

Os custos de erradicação destas espécies são elevados, particularmente nas áreas em só é possível usar meios mecânicos devido a restrições ambientais ao uso de meios químicos. Dada a área extremamente elevada actual, é aconselhável definir áreas prioritárias de actuação, em particular aquelas que são susceptíveis habitats naturais com interesse para a conservação. A erradicação destas espécies deverá também contribuir para o aumento da resiliência do território aos incêndios florestais, criando áreas de descontinuidade de combustível.

#### **Promoção de mudanças de composição na floresta exótica - Dimensão Tecnológica**

O pinheiro bravo na Região Autónoma da Madeira encontra-se severamente ameaçado pelo nemátodo da madeira do pinheiro, que terá afectado até 80% da sua área de distribuição, segundo a opinião de técnicos da Direcção Regional de Floresta e Conservação da Natureza. A presença deste agente patogénico reduz fortemente a produtividade desta espécie, dado que para além das perdas de produção que causa directamente, a utilização de madeira de pinheiro bravo obriga à realização de tratamentos de erradicação do nemátodo. Perante este quadro, que se agrava ainda pela vulnerabilidade do pinheiro bravo a incêndios florestais, é recomendável a sua substituição por outras espécies. Os solos de melhor qualidade devem ser reservados à instalação de espécies da Laurissilva ou de espécies madeireiras de qualidade, para as quais se anteveja que haja procura na Região Autónoma da Madeira.

## 4. Referências Bibliográficas

- › AGROGES 2013. *Avaliação Contínua do Programa de Desenvolvimento Rural da Região Autónoma da Madeira. Relatório Anual 2012- Versão Final*. SRA, Funchal, 85 p.
- › SRA 2012. *Programa de Desenvolvimento Rural da Região Autónoma da Madeira 2007-2013. 6º Alteração Julho de 2012*. SRA, Funchal, 304 p.
- › Filipe, Manuel 2014. Estratégia Regional para as Florestas. Comunicação apresentada nas *VII Jornadas Forestales de la Macaronesia*, 29-31 de Outubro de 2014, Las Palmas, Canarias. <http://www.jornadasforestalesmacaronesia.com/web/wp-content/uploads/2014/11/MANUEL-FILIFE.zip>
- › INE 2011. Recenseamento Agrícola 2009 - Análise dos principais resultados. INE, Lisboa. 185 p.
- › Uva, J.S. (Coord.). 2008. *I Inventário Florestal da Região Autónoma da Madeira*. Direcção Regional de Florestas, Funchal. 120 p.
- › Oliveira, F. 2005. *Avaliação do Potencial Energético da Biomassa na Região Autónoma da Madeira. Relatório Final*. AREAM, Funchal. 87 p.

## 5. Anexos

### Workshop 12 de Fevereiro de 2015

#### Agricultura

As principais contribuições dos participantes no workshop no que diz respeito à capacidade adaptativa actual encontram-se na lista em baixo:

- › Investimento em infra-estruturas de rega (lagoas de altitude).
- › Limitada expansão da agricultura em altitude devido a barreiras como i) o tipo de solo e ii) a cota a que se encontram as levadas.
- › Existem sistemas de rega privados – Dificuldades de coordenação com o sistema público
- › Os sistemas de rega são pouco eficientes, as perdas associadas ao transporte em levadas e à rega por alagamento originam perdas elevadas.
- › O preço da água é muito baixo, e o pagamento é efectuado por hora e não por caudal.
- › Crise económica contribuiu para uma redução do investimento.
- › Existem estudos a ser publicados brevemente que identificam a necessidade de formação para o uso eficiente da água na agricultura, a necessidade de manutenção do sistema de levadas e a necessidade de monitorização. Estas questões terão financiamento no próximo quadro comunitário de apoio.
- › Agricultura em socacos previne erosão – conservação dos poios.
- › Em 2010 cerca de 3000 explorações foram afectadas – Medidas de incentivo à criação e manutenção de socacos.
- › Plantação de cana-de-açúcar em grande expansão (devido à poncha) - sobretudo na costa sul – ocupa actualmente a mesma área que a bananeira.
- › Vinha americana (para consumo próprio, é ilegal a comercialização) é uma forte tradição na Madeira, existindo uma forte resistência à sua substituição por castas europeias.
- › Variação da temperatura fora do período leva a perdas de 40% da produtividade em algumas culturas hortícolas – Impactos fenológicos.
- › Promoção da Agricultura Biológica e integração em projectos turísticos.

## Floresta

As principais contribuições dos participantes no workshop no que diz respeito à capacidade adaptativa actual encontram-se na lista em baixo:

- › Risco de incêndio – adicionar Humidade relativa – conjugação dos “30” – correlação com ventos extremos – maioria dos incêndios menor que 1ha – dependente do tipo de coberto (Capacidade Adaptativa – criação de aceiros, fogo controlado, Plano Regional de Ordenamento Florestal tem medidas concretas.
- › Risco de incêndio deve aumentar devido i) ao aumento claro das ondas de calor, ii) à interface urbano-florestal (expansão de exóticas – aumento acacial) – aumento do FWI
- › O abandono dos terrenos promove a continuidade do combustível – incêndios.
- › Os incêndios são de maioritariamente de ignição antropogénica.
- › A Laurissilva contém o fogo quando comparado com outras tipologias de floresta.
- › (Capacidade Adaptativa - Existem programas de sensibilização para os incêndios nas escolas (promovido pela Protecção Civil)
- › (Capacidade Adaptativa) –Projecto Tampão Verde – plantação de pinheiros e eucaliptos após incêndio. Objectivo impedir o crescimento urbano através de plantação de exóticas. Eucaliptos porque têm crescimento rápido, logo previnem erosão.
- › Investimento em infraestruturas de rega (lagoas de altitude).
- › Expansão da Laurissilva – clima de inversão aos XXX metros – mar de nuvens no verão desce – impacto na floresta climax – vegetação arbustiva tenderá a expandir (características mediterrânicas).
- › Efeito fertilizante do CO2 é limitado nas florestas naturais.
- › Evitar a erosão – vegetação densa de altitude Vs vegetação arbórea – questão polémica entre especialistas Madeirenses.
- › (Capacidade Adaptativa) – Limpeza da floresta muito deficiente
- › Pagamentos Natura2000 para áreas florestais -PRODERAM
- › (Capacidade Adaptativa) – Projecto de plantação de espécies autóctones – muito limitado – não inclui a sua manutenção (replantação) – seria necessário haver fiscalização.
- › (Capacidade Adaptativa) – Plano de Poiso (Eng. Andrade e Silva) – reflorestação.
- › Nemátodo da madeira do pinheiro não chega a cotas elevadas devido à temperatura.
- › Pouca acção contra o nemátodo da madeira do pinheiro (só ataca resinosas)
- › A praga do abacateiro está a atacar algumas espécies da Laurissilva.
- › (Capacidade Adaptativa) – Florestação das zonas altas
- › (Capacidade Adaptativa) – produção de Biomassa

## Medidas de adaptação - agricultura

Conhecimento	Socioeconomia	Governança	Tecnologia	Natureza
Monitorização tecnológica da planta para detectar condições de stress e analisar impacto no produto final.	Melhor divulgação dos diversos programas de apoio já existentes/ disponíveis de modo a incentivar a adesão por parte dos produtores privados.	Simplificação dos processos de apoio à população	Desenvolvimento tecnológico com introdução de técnicas de irrigação que diminuam os gastos dos recursos hídricos como i) gota-a-gota, ii) cobertura vegetais nas culturas permanentes iii) aspersão e iv) outras.	Aumentar a utilização de espécies autóctones na agricultura (ex.: cortaventos, coberturas vegetais)
Utilização de variedades e/ou culturas adaptadas às condições climáticas locais.	Promoção de medidas de diversificação da economia rural que promova as actividades e gratifique os serviços ambientais que assegure, com impacto na mitigação das ACs.	Estimular e apoiar a produção biológica e promover a interacção com estabelecimentos turísticos.	Aumentar a capacidade de armazenamento de água para rega.	Recuperação das áreas agrícolas abandonadas (poios) e a sua ocupação com agricultura conservadora (culturas permanentes ou cobertos vegetais) que promovam a fixação de CO2, dos solos e conservação dos recursos hídricos
Avaliação da adaptação das culturas às variáveis ambientais mais importantes (em patamares, em exposição Norte/Sul)	Sensibilizar os agricultores para as AC's	Estimular e apoiar em maior escala a protecção e manutenção de muros de suporte de terra (poios)	Recuperação e manutenção dos canais de distribuição de água.	
Aumento do conhecimento e análise da sustentabilidade e cobertura da economia do sector agrícola e florestal.	Consciencialização dos agricultores de utilização de recursos renováveis.		Prospecção e combate a novas pragas da produção agrícola (piolho, abacate, etc)	

A tabela acima resume as medidas de adaptação consideradas prioritárias para o sector da agricultura pelos participantes no workshop de 12-02-2015. No domínio do Conhecimento, evidencia-se a necessidade de aumentar o conhecimento sobre a adaptação das culturas às condições climáticas da Região, tendo em conta os vários patamares de altitude e a exposição.

No domínio da Socioeconomia são identificadas fraquezas na divulgação dos programas em vigor para o apoio financeiro aos produtores e a necessidade aumentar o investimento em acções de formação e sensibilização sobre a utilização sustentável dos recursos naturais e sobre as alterações climáticas.

No domínio da Governança foi identificada a necessidade de simplificação dos processos administrativos de apoio à população. Considerou-se também importante alargar os apoios financeiros à promoção da agricultura biológica, promovendo a sua integração no domínio do turismo, e aumentar os apoios à conservação/manutenção dos poios.

No domínio da Tecnologia evidencia-se a necessidade aumentar a eficiência da utilização da água para a agricultura, tanto ao nível dos sistemas de distribuição como ao nível das explorações. É também identificada a necessidade de se reforçar a monitorização de pragas e agentes patogénicos e a promoção do seu combate.

No domínio da Natureza foi recomendada a utilização de espécies autóctones na agricultura, por exemplo em corta-ventos ou como cobertura das entrelinhas nas culturas permanentes, e a recuperação de áreas agrícolas abandonadas (em particular os poios) com agricultura de baixo impacto ambiental.

### Medidas de adaptação - floresta

Conhecimento	Socioeconomia	Governança	Tecnologia
Estudar o comportamento das espécies da Laurissilva em termos da sua adaptação térmica e hídrica. Monitorizar a distribuição das espécies e analisar a sua variação em termos altitudinais.	› Melhor divulgação dos diversos programas de apoio já existentes/disponíveis de modo a incentivar a adesão por parte do privado.	› Criação de programas de incentivo ao combate às invasoras (Monitorização e prospecção) e protecção da Laurissilva.	› Garantir uma intervenção atempada (menos de 20 minutos) dos focos de incêndios florestais.
Aumento do conhecimento e análise da sustentabilidade e cobertura da economia do sector agrícola e florestal.	› Promoção de medidas de diversificação da economia rural que promova as actividades e gratifique os serviços ambientais que assegura, com impacto na mitigação das ACs.	› Simplificação dos processos de apoio à população	› Criação de brigadas de intervenção nos incêndios (reduzir o tempo da 1ª intervenção) - garantir material necessários às unidades locais da Protecção Civil – disponibilizar kits ao Corpo da Polícia Florestal.
Monitorizar a capacidade de carga dos ecossistemas florestais (percursos pedestres, etc.)	› Sensibilizar os agricultores para as AC's		› EarlyWarningSystems – detecção automática de incêndios.
Aumentar o conhecimento sobre a Laurissilva			› Aumentar a infiltração da água promovendo o aumento dos níveis piezométricos (essenciais para as florestas) através de criação de valas de infiltração ou sistemas de keyline.

