

SIAMVITI – Viticultura portuguesa num cenário de alterações climáticas: Impactos e medidas de adaptação

A estimativa do impacto das alterações climáticas no sector vitivinícola português precisa de reunir competências no estabelecimento de cenários climáticos presentes e futuros e avaliar o seu efeito sobre a cultura da vinha.

A acumulação de indícios de mudanças climáticas à escala global tem dado origem a respostas, quer a nível nacional quer supranacional e que, com base em estimativas de impactos nos vários sectores da actividade humana, visam reduzir os efeitos negativos adaptando os sistemas agrícolas às condições em mudança. Esta mudança não é homogénea: enquanto os modelos de circulação global (GCM) apontam para uma subida global da temperatura, verificam-se tendências locais desiguais, nomeadamente também na distribuição das precipitações ao longo do ano.

Para obter uma escala de resolução que permita cenários climáticos regionais, os resultados dos GCM são interpolados (*downscaling*) dando origem a modelos regionais que podem gerar conjuntos de dados meteorológicos diários correspondendo ao clima actual (podendo, assim, ser validados) e construir cenários climáticos futuros (para diferentes níveis de emissões de GEE). Os resultados obtidos podem ser usados para avaliar o impacto das alterações climáticas em vários domínios da actividade humana. Foi este um dos objectivos do projecto SIAM, projecto pioneiro em Portugal no estudo dos impactos das alterações climáticas em vários sectores.

A Agricultura é uma actividade em que os impactos de qualquer mudança e mesmo da natural variabilidade climática se fazem sentir de modo acentuado, uma vez que as culturas agrícolas têm o seu desenvolvimento,

crescimento, e produtividade na dependência de complexas relações entre as variáveis climáticas e inúmeros processos que, no seu conjunto, resultam na produção agrícola. A complexidade destas relações sugere a utilização de modelos de simulação. Foi essa a metodologia seguida neste estudo tendo agora como objecto a cultura da vinha, cuja importância de todos os pontos de vista (económico, sociológico, cultural, paisagístico, etc.) não parece necessário documentar.

A cultura da vinha é uma cultura permanente que utiliza uma espécie perene que nas nossas condições climáticas inicia o seu período vegetativo anual a partir de meristemas, dormentes durante a estação fria e que são activados por mecanismos incompletamente conhecidos. A época em que o abrolhamento acontece e o seu ritmo são condicionados pela quantidade de reservas acumuladas nas raízes e tronco; a forma como a videira é conduzida (sistema de poda, carga à poda, altura do tronco, condução e gestão da vegetação), condiciona a quantidade de reservas acumuladas e, sobretudo, a quantidade e localização de meristemas iniciais (olhos); estas dificuldades de natureza anatómica, morfológica e cultural são a origem da escassez de modelos em Viticultura.

A estimativa do impacto das alterações climáticas no sector vitivinícola português precisa, portanto, de reunir competências no estabelecimento de cenários climáticos presentes e futuros e avaliar o seu efeito sobre a cultura da vinha. Para conseguir este segun-

do objectivo foi necessário reunir competências na área de análise de sistemas e modelação e competências especializadas em Viticultura e, em particular, em Ecofisiologia. A adequação dos modelos existentes (de origem francesa, italiana e australiana) às condições portuguesas foi avaliada. A sua verificação e calibração usaram alguma da informação histórica que as equipas locais de Viticultura (nas regiões vitícolas da Estremadura, Dão e Vinhos Verdes) fornecerem, nomeadamente de registos fenológicos, de crescimento, de produção e qualidade da uva, a par dos registos meteorológicos correspondentes. Os modelos foram depois validados com dados recolhidos nas três referidas regiões. Uma vez validado o modelo seleccionado (STICS) foi então corrido com os dados gerados pelos modelos climáticos, de modo a avaliar o impacto na fenologia, na incidência de algumas pragas e doenças e na produção e qualidade da uva. Simultaneamente foi também utilizada uma abordagem por índices bioclimáticos.

Impactos pelos índices bioclimáticos

Os índices bioclimáticos descrevem a influência do clima na fenologia e actividade da videira. Para o efeito, foram usadas séries climáticas relativas a dois locais representantes das regiões vitivinícolas Dão (Nelas) e Alentejo (Évora) referentes ao período 1973-2010 (passado recente) e de dois cenários de clima futuro (2071-2100) gerados com base nos ce-

nários SRES (IPCC) A2 e B2 (IPCC).

O cálculo, para cada região, do coeficiente de correlação dos índices com o ano de origem dos dados ($r(Ix, ano)$ – métrica da qualidade da tendência de evolução no período considerado) e do declive (métrica da magnitude no período considerado) de cada índice no período indicado (1973-2010), permitiu determinar o factor de impacto do clima recente sobre cada índice do seguinte modo (Equação 1):

$$\text{Factor impacto (recente)} = |r(Ix, ano)| \times |\text{declive}(Ix, ano)|$$

Onde:

Ix – índice x

Declive (Ix, ano) – declive da regressão

Ix/ano

$r(Ix, ano)$ – Coeficiente de correlação entre Ix e o ano

Na figura 1 apresentam-se os resultados da influência do clima no período 1973-2010, em Nelas e Évora, na data de ocorrência dos principais estados fenológicos e data de vindima da casta Touriga Nacional.

A data de abrolhamento no período 1973-2010 antecipou cerca de 1 dia em Évora e cerca de 5 dias a cada 10 anos em Nelas, onde o impacto do clima sobre o abrolhamento foi mais evidente. O impacto sobre a data de floração foi idêntico em ambos os locais, observando-se uma antecipação de 4 a 5 dias a cada 10 anos. A data do pintor antecipou 5 dias em Nelas, enquanto que em Évora a antecipação foi de 6 dias a cada 10 anos. O impacto das alterações recentes do clima na data de vindima foi mais evidente em Nelas, onde ocorreu uma antecipação de 5 a 6 dias a cada 10 anos. Observou-

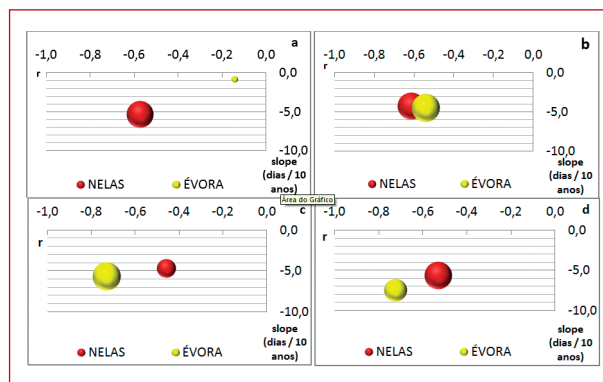


Figura 1 – Impacto das alterações climáticas recentes (1973-2010) na fenologia e data de vindima da videira, casta Touriga Nacional, em Nelas (vermelho) e Évora (amarelo). a) Abrolhamento; b) Floração; c) Pintor; d) Vindima. Em abcissas estão representados os coeficiente de correlação (r) da data de ocorrência do estado fenológico com o ano, em ordenadas está representado o declive da data de ocorrência do estado fenológico a cada 10 anos. A área da esfera representa o impacto do clima sobre a data de ocorrência dos diferentes estados fenológicos.

-se no período 1973-2010 uma redução na duração do período abrolhamento-vindima.

Com base nos dados gerados a partir dos cenários climáticos futuros determinaram-se os impactos do clima no período de 2071-2100. Para o efeito procedeu-se à determinação dos respectivos factores de impacto (Equação 2).

$$\text{Factor Impacto (futuro)} = Ix(\text{futuro})/Ix(\text{baseline})$$

Na tabela 1 apresentam-se os resultados da influência do clima no período 2071-2100, em Nelas e Évora, na data de ocorrência dos principais estados fenológicos e da vindima da casta Touriga Nacional.

Observa-se uma antecipação da data de ocorrência dos diferentes estados fenológicos em Nelas e em Évora em qualquer dos cenários

considerados, com maior impacto no cenário A2. A data de floração apresenta uma maior variabilidade (avaliada pelo coeficiente de variação) no futuro, cenário A2 (Tabela 1). De salientar também a redução drástica da variabilidade da data de vindima em Nelas (31% e 28% da variabilidade actual para o cenário A2 e B2, respectivamente).

Tal como observado no período 1973-2010, os cenários registam uma tendência semelhante na duração do ciclo da videira, com uma redução do número de dias entre o abrolhamento e a vindima.

Impactos pelos modelos de simulação

O modelo de simulação STICS (*Simulateur multiDisciplinaire pour les Culture Standard*) é um modelo desenvolvido em França e permite, entre outras culturas, simular o efeito das condições ambientais na cultura da vinha. O modelo encontra-se bem documentado e é de distribuição livre. O incremento do modelo é diário permitindo simular o desenvolvimento fenológico com base em GDD (*Growing degree days*), contemplando igualmente o efeito da quebra da dormência. O crescimento é feito com base na acumulação de carbono na planta pela intercepção da radiação solar e conversão em biomassa através do conceito da eficiência de utilização da radiação. Esta função incorpora ainda

Tabela 1 – Impacto das alterações climáticas na fenologia e data de vindima da videira, casta Touriga Nacional, para o período 2071-2100, de acordo com os cenários A2 e B2

Data	Cenário A2				Cenário B2			
	Nelas		Évora		Nelas		Évora	
	Média	Coef. Var.	Média	Coef. Var.	Média	Coef. Var.	Média	Coef. Var.
Abrolhamento	0,69	0,93	0,69	0,84	0,86	1,01	0,84	1,02
Floração	0,81	1,59	0,79	1,32	0,88	1,06	0,89	1,01
Pintor	0,82	1,01	0,83	1,10	0,87	0,86	0,89	0,85
Vindima	0,74	0,31	0,83	0,98	0,80	0,28	0,88	0,89

o efeito da concentração do CO₂ atmosférico. A partição para diferentes os órgãos é função do desenvolvimento fenológico.

A variável motor do crescimento é o índice de área foliar, que é limitado pelo stress hídrico e azotado. A canópia é simulada com detalhe assinalável permitindo por exemplo considerar o efeito da orientação da parede vegetativa. Outros processos simulados incluem as relações *source-sink*, a distribuição das raízes no solo, as reservas na planta e a temperatura da canópia. Apenas é simulado o metabolismo primário até ao nível da acumulação de açúcar no bago.

A calibração e validação do modelo foram efectuadas com dados de ensaios nacionais históricos (Lisboa, Dão, Alentejo, Vinhos Verdes). Nas corridas do modelo para avaliação dos impactos foi considerado um solo com 11 cm de profundidade e uma reserva útil de 100 mm/m. Os resultados apresentados referem-se à casta Touriga Nacional num densidade de 2700 plantas/ha e espaçamento na entre-linha de 2,8 m. O histórico e dados climáticos futuros (2080-2100) referem-se à estação de Évora (Alentejo) e Nelas (Dão) no cenário A2. Os resultados dos impactos das alterações climáticas na fenologia e na produtividade e grau álcool são apresentados na tabela 2 e fig. 2. Como se pode observar, os impactos são triviais *i.e.* não são lineares. Este facto demonstra a necessidade de ferramentas de simulação para a quantificação dos impactos das alterações climáticas em sistemas agrícolas. A fenologia da vinha sofrerá uma alteração significativa

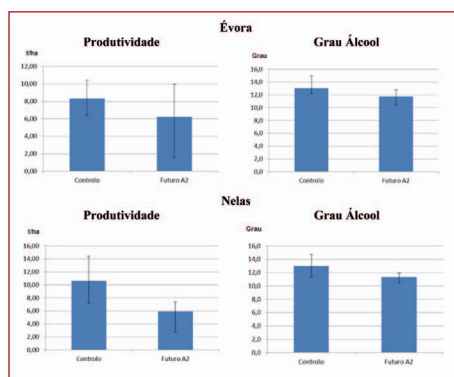


Figura 2 – Produtividade (dir.) e grau álcool provável (esq.) para o controlo (actual) e futuro (A2) em termos médios e extremos em Évora (cima) e Nelas (baixo).

com antecipação de estado fenológicos, sobretudo floração e maturação (~1 mês). Em Nelas verificar-se-á igualmente uma antecipação do abrolhamento. Esta diferença de impacto está sobretudo relacionada com a quebra da dormência e relação com o abrolhamento ao condicionar o início do ciclo e a própria produtividade. Deste modo verificar-se uma alteração significativa do ajustamento entre as fases fenológicas e a cronologia temporal. Por exemplo para o Alentejo, a maturação ocorrerá em média a 22 de Julho quando actualmente ocorre a 29 de Agosto. Dados que o abrolhamento ocorrerá sensivelmente na mesma altura para este local, verificar-se-á um encurtamento significativo do ciclo, o que só por si, conduziria a uma quebra do potencial produtivo.

A produtividade e o grau álcool vão diminuir em termos médios nas duas regiões embora a nível de variabilidade inter-anual os impactos

sejam variáveis. Nalgumas situações, como é o caso de Nelas, a variabilidade inter-anual irá reduzir-se. Assim, pode afirmar-se que a magnitude dos impactos depende de região para região em função do trinómio: grau de alteração climática × impacto na fenologia × impacto na produtividade e qualidade. Em Évora a produtividade será 25 % menor no futuro enquanto que o grau álcool apenas se reduzirá em média 10%. Em Nelas as quebras médias de produtividade atingirão os 44% e de grau álcool os 13%.

A redução do grau álcool num cenário de alteração climática é talvez o resultado mais surpreendente tendo contudo de se considerar que em ambos as condições (controlo e futuro) a vinha foi regada. Tal efeito poderá estar relacionado com a importância do stress térmico em condições de futuro. De facto, o aumento significativo do número de dias com temperaturas acima do óptimo para a fotossíntese determinará um maior número de dias com paragem metabólica da planta. Este fenómeno levará a menor acumulação de açúcar no bago o que a seu tempo resulta em menor grau álcool no vinho.

Medidas de Adaptação

Perante os cenários de alterações climáticas previstos para Portugal, o viticultor dispõe de uma grande diversidade de medidas de adaptação, devendo a escolha ser ajustada à situação ecológica, ao tipo e objectivos de produção, ao ano climático (determinadas medidas poderão ser necessárias apenas em

Tabela 2 – Data de ocorrência dos principais estados fenológicos para o controlo (actual) e futuro (A2) em termos médios (Med) e extremos (Max e Min) em Évora e Nelas

	Évora					Nelas			
	Abro	Flor	Mat	Enddorm		Abro	Flor	Mat	Enddorm
Med	13 Mar	15 Mai	29 Ago		Med	30 Mar	14 Jun	24 Set	
Max	10 Mai	01 Jun	24 Set	15 Jan	Max	19 Abr	01 Jul	25 Set	25 Dez
Min	26 Fev	29 Abr	17 Ago	20 Dez	Min	16 Mar	28 Mai	23 Set	07 Dez
	-3 d	-25 d	-37 d	↕		-24 d	-29 d	-37 d	↕
Med	10 Mar	25 Abr	22 Jul		Med	06 Mar	16 Mai	06 Ago	
Max	28 Mar	16 Mai	07 Ago	15 Fev	Max	30 Mar	30 Mai	23 Ago	27 Jan
Min	26 Fev	17 Mar	10 Jul	19 Jan	Min	06 Jan	08 Mai	30 Jul	08 Jan

Abro – Abrolhamento; Flor – Floração; Mat – Maturação; Enddorm – Fim da dormência

alguns anos de clima mais extremo) e às disponibilidades financeiras. Destas variáveis a situação ecológica é a mais determinante pois as diversas regiões vitícolas portuguesas apresentam uma grande diversidade em termos de solo e clima o que irá influenciar a intensidade e repercussões dos efeitos das alterações climáticas. Na impossibilidade de abordar detalhadamente cada uma das regiões, para algumas medidas de adaptação, faremos apenas uma separação entre regiões litorais, mais frescas e húmidas, de influência Atlântica, e regiões interiores, mais quentes e secas, de influência continental.

Apesar da literatura apontar um elevado número de possíveis estratégias de adaptação neste trabalho vamos apenas referir algumas de mais fácil implementação pelos viticultores:

- **Instalação de novas vinhas:** a escolha do local de plantação (clima, solo, altitude, exposição, proximidade do mar, disponibilidade hídrica, etc.) é uma das decisões com efeitos mais importantes a longo prazo devendo ser feita criteriosamente. Havendo possibilidade de escolha, de forma a permitir a redução dos impactos aumento do stresse hídrico e térmico, deve optar-se por zonas mais arjadas e de maior altitude, solos mais profundos e de maior capacidade de retenção para a água. Em regiões mais quentes e secas, será fundamental garantir que o local disponha de água para rega;
- **Escolha do material vegetal:** em qualquer das regiões deve optar-se por porta-enxertos mais resistentes à secura e castas mais resistentes ao stresse hídrico e térmico. Nas regiões mais quentes e secas devem preferir-se castas de ciclo mais longo de forma a permitir maturações mais equilibradas e vindimas mais tardias;
- **Manutenção do solo:** a bibliografia é unânime na recomendação da utilização do enrelvamento da entrelinha como potencial medida de adaptação às alterações climáticas dado ser uma técnica que apresenta, comparativamente à mobilização da entrelinha, as vantagens de reduzir a erosão, de aumentar a

infiltração da água no solo, de facilitar o tráfego de máquinas, de aumentar a biodiversidade; entre outras. No entanto, o enrelvamento compete com a videira pelos recursos hídricos o que pode constituir uma importante desvantagem, sobretudo em vinhas de baixo vigor localizadas nas regiões mais quentes e secas, pois pode induzir uma redução excessiva do crescimento vegetativo e da produção sem benefício da qualidade. Nestas circunstâncias, a opção pelo enrelvamento deve ser equacionada e, em caso da sua utilização, devem ser consideradas alternativas como por exemplo enrelvamento temporário, em linhas alternadas, cortes mais frequentes e a utilização de espécies menos competitivas;

- **Sistema de condução:** O sistema de condução constitui uma ferramenta fundamental para adaptação às alterações climáticas pois permite a manipulação da exposição de folhas e cachos. São muitas as alternativas à disposição do viticultor no entanto vamos apenas referir algumas que consideramos de mais fácil adopção:
 - **Arquitectura dos planos de vegetação:** em regiões quentes e secas deve evitar-se sistemas de condução que promovam uma exposição excessiva dos cachos às horas de maior calor, como é o caso de sistemas de condução com vegetação descendente;
 - **Altura da sebe:** de forma a minimizar as perdas de água por transpiração deve-se ajustar a altura da sebe ao mínimo necessário para uma correcta maturação da uva;
 - **Orientação da vegetação:** de forma a permitir uma maior protecção dos cachos deve-se promover a condução livre sem arames móveis ou, no caso da utilização de arames móveis, reduzir a intensidade da orientação da vegetação quer deixando os arames mais frouxos quer não levantando os arames na zona superior da sebe do lado exposto durante a tarde, de forma a aumentar a protecção dos cachos às horas de maior calor;
 - **Desponta:** reduzir a intensidade evitando quer despontas laterais severas quer despontas superiores muito intensas, de forma

a manter algum efeito “chapéu” da vegetação superior com vista à protecção dos cachos dos raios solares;

- **Desfolha:** em regiões mais quentes e secas deve-se evitar desfolhar de forma a manter os cachos protegidos pelas folhas basais. Nas regiões litorais, e em casos de sebes muito densas e elevado vigor, desfolhar apenas do lado da sebe não exposto ao calor da tarde e desfolhar o mais cedo possível de forma a permitir a aclimação do bago. Deve-se evitar desfolhar em dias muito quentes e nas horas de maior calor. A desfolha não deve ser muito intensa devendo-se manter sempre a folha imediatamente acima do cacho;
- **Gestão da rega deficitária:** em vinhas regadas, a obtenção de vinhos de qualidade pressupõe a obtenção de um stresse hídrico moderado imposto através da aplicação de quantidades de água inferiores ao consumo máximo da cultura durante períodos específicos da estação de crescimento (“Estratégias de Rega Deficitária”). No entanto, a utilização da rega deficitária acarreta elevados riscos de escaldão de folhas e cachos em casos de vagas de calor, fenómeno cuja frequência tem vindo a aumentar. Assim, quando se prevê uma onda de calor, a estratégia de rega deficitária deve ser interrompida, devendo-se regar de forma a encher o perfil do solo até ao ponto de enchimento imediatamente antes e durante a onda de calor (de preferência durante a noite). Para além disso deve-se reduzir o intervalo de rega, de forma a proporcionar à planta uma situação de conforto hídrico que lhe permita uma elevada taxa de transpiração. Após a vindima, e até às primeiras chuvas de Outono, devem ser aplicadas regas de conforto hídrico de forma a manter a actividade fotossintética e, conseqüentemente, promover o armazenamento de reservas na estrutura permanente. 🌸

*Pedro Aguiar Pinto, Carlos Lopes,
Ricardo Braga e Ricardo Egipto
Inst. Sup. de Agronomia, Univ. de Lisboa*