



II

Beira Interior: Região de Contrastes

**Pedro Ramos Arsénio
Manuel A. V. Madeira**

A identidade de uma região vitícola associa-se às singularidades das suas paisagens. A Beira Interior incorpora paisagens de grande contraste quanto ao substrato geológico, ao relevo e às condições climáticas, determinantes naturalmente de um património vitícola diversificado. Os riscos associados a condições ambientais extremas nessas paisagens, quanto à exiguidade de água e a temperaturas extremas, obrigaram as suas gentes, ao longo dos tempos, a escolher as castas e os sistemas de condução da vinha mais consentâneos com tais condições. As alterações climáticas emergentes constituem mais um desafio para a adaptação a condições ambientais ainda mais extremas. Conhecer o meio ambiente da Beira Interior é, pois, essencial para entender o seu território e exaltar o potencial da denominação de origem.

A Região Vitivinícola da Beira Interior, produtora dos vinhos com a denominação de origem “Beira Interior”, abrange um território muito vasto (cerca de 10 516 km²). Englobando o distrito de Castelo Branco e a maior parte do distrito da Guarda, é limitada a leste pela fronteira com Espanha, a sul pelo rio Tejo, a norte pelas encostas descaídas para o Douro e, a oeste por uma linha sinuosa, em grande parte definida pelo rio Zêzere e os cumes de maciços montanhosos centrais. A esta extensão territorial corresponde uma grande heterogeneidade quanto às formações geológicas, às formas de relevo, aos diferentes elementos climáticos, aos tipos de solos e respetivas características, bem como às formações fitossociológicas naturais. Na área geográfica da região da Beira Interior foram diferenciadas as sub-regiões de Castelo Rodrigo, de Pinhel e

da Cova da Beira, com uma área aproximada, respetivamente, de 563, 935 e 4044 km²; qualquer destas sub-regiões apresenta grande disparidade paisagística, a qual, contudo, é muito mais marcada na sub-região da Cova da Beira.

À diversidade das componentes do meio físico e às inúmeras combinações entre elas associam-se paisagens extremamente diferenciadas, submetidas ao longo dos tempos a usos muito distintos, e logo com potencial assaz heterogéneo quanto à viticultura. Assim, faz-se uma descrição genérica e sucinta da variação espacial das diferentes componentes do meio físico do território da Região Vitivinícola da Beira Interior, de modo a constituir um instrumento de suporte a interpretações genéricas quanto à viticultura e à perspetivação e prossecução de estudos pertinentes a escala mais detalhada.

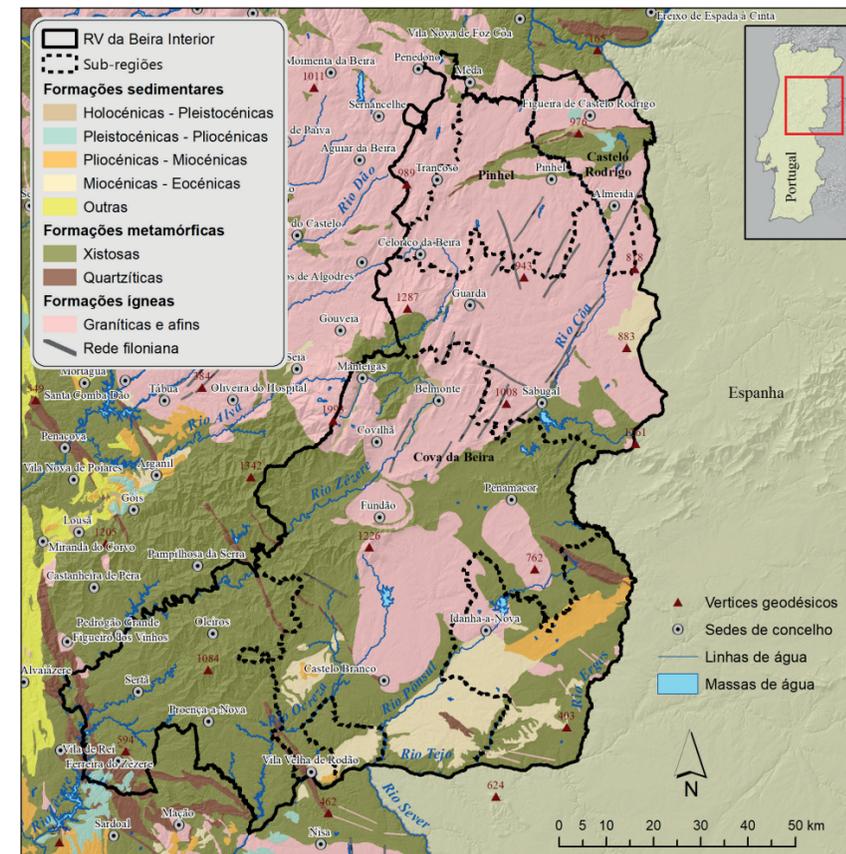
A geologia

A geologia do território da Região Vitivinícola (RV) da Beira Interior está em correspondência com as formações do Terreno Autóctone Ibérico – Zona Centro Ibérica, do denominado Maciço Hespérico –, a mais antiga unidade estrutural da Península Ibérica (Julivert et al., 1974). Assim, ao invés do que sucede nas regiões vitivinícolas que ocupam a orla Meso-Cenozoica ocidental e as bacias Cenozoicas (do Tejo e do Sado), onde as formações sedimentares são exclusivas ou quase exclusivas, na RV da Beira Interior, as *formações metamórficas* e as *formações ígneas intrusivas* são globalmente dominantes, ao passo que as *formações sedimentares* (continentais), de várias épocas da Era Cenozoica, têm muito menor representação. No entanto, a proporção relativa dessas formações difere bastante conforme as áreas ou as sub-regiões consideradas. Por exemplo, em áreas apreciáveis do distrito de Castelo Branco, as formações sedimentares são exclusivas (Figura 1).

As *formações sedimentares* detriticas continentais da Era Cenozoica têm, ainda assim,

algum realce, sendo de destacar as formações Holocénicas e Holocénicas-Pleistocénicas, presentes por toda a região em áreas restritas, e representadas por *aluviões recentes* em leitos de cheia, em geral, inundáveis, ou *terraços fluviais* em antigos leitos de cheia a cota pouco sobrelevada e não inundáveis, bem como por *coluviões de base de encosta* e *depósitos de vertente*. As formações Pleistocénicas-Pliocénicas, correspondentes nomeadamente a cascalheiras, com clastos ou detritos angulosos de quartzito, de leque ou cone aluvial-coluvial, do Planalto, têm a sua maior representação na área de Figueira de Castelo Rodrigo. As formações do Pliocénico-Miocénico têm assinalável expressão no concelho de Idanha-a-Nova, entre esta vila e Penha Garcia, e estão representadas por conglomerados, arenitos e lutitos (argilitos e siltitos), de cor castanha a avermelhada, de génese em leque aluvial. Por sua vez, as formações sedimentares mais antigas, das épocas do Miocénico-Eocénico, correspondem de modo geral a arcoses, por vezes conglomeráticas, de cor verde esbranquiçada a alaranjada,

Figura 1 – Esboço da distribuição das formações geológicas gerais na RV da Beira Interior e nas sub-regiões de Castelo Rodrigo, Pinhel e Cova da Beira



Elaborado a partir de *One Geology Europe*, tendo em consideração a Carta Geológica de Portugal, na escala 1:200000; LNEG, 2021

de origem fluvial, e têm grande expressão na zona sudeste, no distrito de Castelo Branco; localizam-se maioritariamente entre Vila Velha de Ródão e Idanha-a-Nova, ocupando grande parte da denominada “campina da Idanha”, e, em menor extensão, a oeste da cidade de Castelo-Branco, na área de Sarzedas (LNEG, 2021). Formações algo semelhantes, por vezes cascalhentas, ocorrem na “Meseta”, na área de Nave de Haver, Almeida (Figura 1).

As *formações metamórficas* são as dominantes na zona sul da RV da Beira Interior ou, seja, no distrito de Castelo Branco. São formações muito antigas que, na sua grande maioria, correspondem genericamente ao que tem sido designado por Complexo Xisto-Grauváquico das Beiras, do Período Neo-Proterozoico ao Paleozoico inferior ou, seja, são ante-Ordovícico. Não obstante

a aparente homogeneidade que a designação sugere, esse Complexo apresenta grande variedade litológica, englobando inúmeros tipos de rochas com diferenças quanto à constituição, à origem e ao grau do tectono-metamorfismo, bem como à sua combinação (Lourenço, 2011; LNEG, 2021). São disso exemplo as diferentes designações das formações geológicas que ocorrem na região (Carta Geológica de Portugal, escala 1:200000; LNEG, 2021) e das quais, entre outras, podemos enumerar as formações de “quartzitos compactos em alternância com xistos siliciosos”, de “xistos e filitos cloríticos com intercalações de metagrauvaques”, de “xistos argilosos com intercalações de metagrauvaques”, de “alternâncias de metarenitos, filitos e filitos negros com disseminações de sulfuretos”; de “metatufos ácidos e rochas

metavulcânicas básicas”, de “alternância de filitos, metapsamitos e raros metagrauvaques”, de “mármore, filitos cinzentos e metagrauvaques”, de “micaxistos e gnaisses”, de “metagrauvaques com intercalações em graus diversos de metassiltitos e xistos argilosos laminados e de metaconglomerados”, de “grauvaques em bancada espessa alternantes com xistos argilosos e, por vezes, quartzitos”. A esta diversidade acresce ainda, nos contactos com as massas de formações graníticas, a ocorrência de xistos mosqueados, corneanas pelíticas e quartzíticas. As diferenças dessas formações quanto à constituição litológica implicarão diferenças nas características dos solos (por exemplo, profundidade, textura, elementos grosseiros) sobre elas desenvolvidos, pelo menos à escala local; aliás, as diferenças tectono-metamórficas determinantes do grau de folheação (tectónica) e da clivagem (metamorfismo) das rochas influenciarão indiretamente essas características.

Em muito menor extensão ocorrem formações quartzíticas ou xisto-quartzíticas do Ordovício (e do Silúrico, em áreas restritas), as quais determinam nítidas cristas ou mesmo serras, tais como as de Penha Garcia, da Marofa, do “Moradal” e o Sinclinal de Vila Velha de Ródão, entre outras; as mesmas são predominantes na parte sul da RV da Beira Interior, onde apresentam orientação SE-NO (Figura 1), enquanto a da formação na parte norte (a serra da Marofa) é E-O. Essas formações incluem quartzitos em bancadas ou bandados e outros materiais

rochosos de forte metamorfação, tais como metassiltitos, metapelitos (xistos argilosos), metarenitos, metaconglomerados, xistos diversos, entre outros.

As *formações ígneas intrusivas* têm expressão maioritária na zona norte da RV da Beira Interior e consubstanciam-se pela presença generalizada de rochas graníticas e uma pequena representação de granodioritos e quartzo-dioritos, em que ocorrem rochas filonianas, geralmente quartzosas (Figura 1). A orlar as formações graníticas desenvolvem-se, por via do metamorfismo de contacto, faixas por vezes bastante largas de rochas de transição, tais como migmatitos e granitos gnáissicos. A designação “rochas graníticas” alberga, ainda assim, alguma heterogeneidade, pois inclui diversos tipos de granitos como, por exemplo, granitos biotíticos, granitos de duas micas ou granitos com plagioclases cálcicas, granitos gnáissóides, granitos de grão fino ou grosseiro, granitos porfíroides ou mesmo quartzitos e granodioritos – o que, à escala local, pode originar alguma diferenciação nas características dos solos ou coberturas pedológicas.

As *rochas filonianas* distribuem-se por toda a região (Figura 1) e correspondem a filões de quartzo, de doleritos (rochas básicas ou máficas-microdioritos, microandesitos, lamprófiros e doleritos) e de pórfiros riolíticos, pórfiros graníticos, e aplito-pegmatitos (LNEG, 2021). Tais rochas originam diferenças acentuadas de solos à escala local.

O relevo

O território da RV da Beira Interior impressiona o mero observador ou viajante pela forte heterogeneidade do seu relevo e pelos contrastes entre as extensas áreas aplanadas, a diferentes níveis de altitude, e as várias formas de feição montanhosa. Aliás, apesar da grande extensão da região, em qualquer dos seus locais cimeiros desfrutam-se as vastas superfícies de aplanção e, destas, os volumosos maciços montanhosos com

relevo vigoroso, como é o caso das serras da Estrela, da Gardunha e de Avelos, ou outros de menor expressão, mas de grande proeminência local (Figura 2). As formas e os contrastes de relevo estão naturalmente em correspondência com os inúmeros complexos movimentos tectónicos relacionados com as orogenias que ocorreram nos diferentes períodos geológicos (a Varisca ou Hercínica e a Alpina), com a densa rede de falhas e de

fraturas tectónicas associadas e, sem dúvida, pela incisão da rede hidrográfica comandada

pelo Tejo, a sul, pelo Douro, a norte, e, em pequena extensão, pelo Mondego, a oeste.

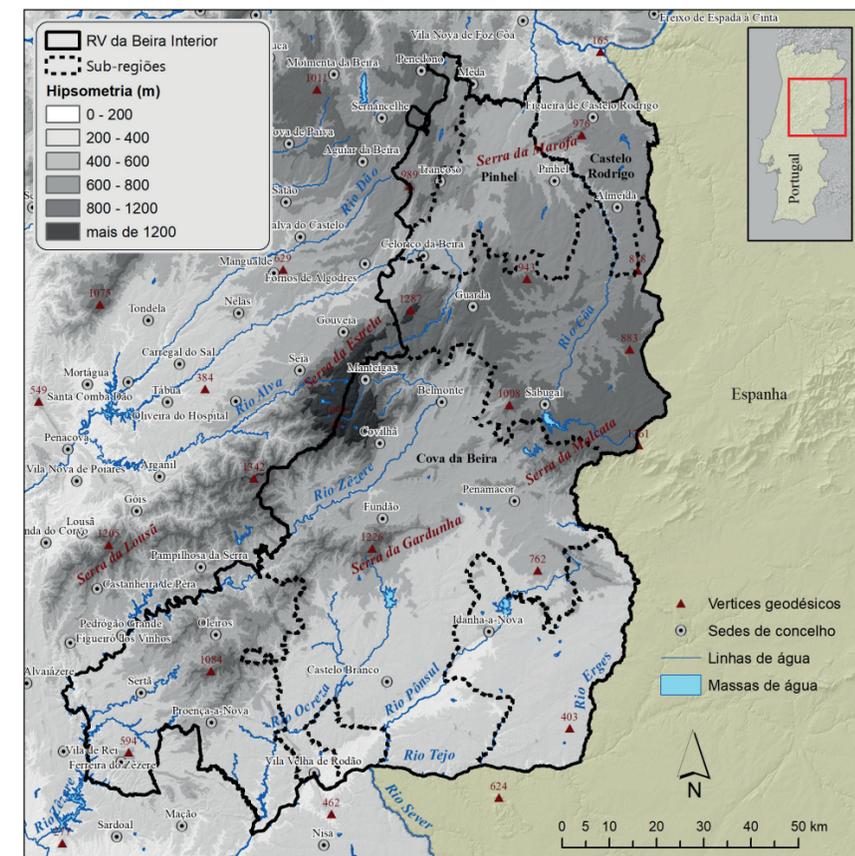
As formas de relevo

Relevos montanhosos

Estas formas de relevo estão principalmente associadas a grande parte do mais importante conjunto montanhoso português – denominado “Maciço Central” ou “Cordilheira Central” – que constitui a extremidade ocidental do sistema montanhoso que percorre todo o Interior Centro da Península Ibérica (Cordilheira Central Ibérica) (Ferreira, 2005). Considera-se que este sistema corresponde a um “horst” – bloco de território elevado em relação ao

território vizinho por ação de movimentos tectónicos – bastante complexo, constituído por um conjunto de blocos que atravessam o Maciço Hespérico e cuja elevação, devido aos movimentos tectónicos, separou a “Meseta Ibérica” em duas unidades geomorfológicas distintas: a “Meseta Norte” e a “Meseta Sul” (Ferreira, 2005; Lourenço, 2011). O “Maciço Central” inclui formações metamórficas – as denominadas “serras de xisto” – e ígneas

Figura 2 – Limites, hipsometria e principais formas de relevo da área da RV da Beira Interior e das sub-regiões de Castelo Rodrigo, Pinhel e Cova da Beira



Obtido a partir de “Earth Resources Observation and Science (EROS) Center”, 2017

intrusivas (rochas graníticas) (Lourenço, 2011). Em Portugal, as serras do “Maciço Central”, ou da “Cordilheira Central”, seguem a direção NE/SO e individualizam-se em dois grandes compartimentos ou alinhamentos: um que inclui as serras da Estrela, do Açor e da Lousã (as serras setentrionais) – o mais elevado (1200 a cerca de 2000 metros) – e outro, as serras da Gardunha e de Alvelos (as serras meridionais), a 1000-1200 metros (Figura 3); contrariando essa disposição geral do relevo e na sua perpendicular, ocorrem outros relevos montanhosos constituídos por cristas quartzíticas, como é caso da serra de Moradal

(Lourenço, 2011). Esses dois compartimentos ou unidades estruturais estão separados pelo rio Zêzere, que percorre ou drena um sulco de abatimento, alongado, ou estreito “graben” (Ferreira, 2005; Rebelo & Cunha, 1991) – depressão de origem tectónica, geralmente com a configuração de um vale alongado com fundo plano, formada quando um bloco de território fica rebaixado ou afundado em relação àqueles que lhe são circundantes. Essa depressão também designada por “fosso médio do Zêzere” (Ribeiro, 1949) constitui, ao fim e ao cabo, o terceiro elemento estrutural do “Maciço Central” (Lourenço, 2011).

Figura 3 – “Plataforma da Beira Baixa”. Panorâmica de Idanha-a-Velha, distinguindo-se no horizonte, em primeiro plano, o alinhamento da serra da Gardunha e, em segundo plano, a serra da Estrela, entre as quais se insere, em grande parte, a denominada “Cova da Beira”.



Créditos fotográficos: Duarte Fernandes Pinto – 2016

Entre as formas montanhosas, cuja proeminência é atenuada pela elevada altitude de relevos confrontantes, inclui-se a serra da Malcata (Figura 2), também ela integrante da referida Cordilheira Central Ibérica, seccionada pela fronteira com Espanha e que, na verdade, é um conjunto de três relevos principais – serra da Malcata (1076 m), serra do Homem de Pedra (1149 m) e serra das Mesas (1256 m) –, incluindo formações metamórficas e ígneas intrusivas (rochas graníticas) (Clamote &

Salgado, 2011/2012). A serra da Malcata limita, a norte, a superfície aplanada da “Meseta”, a sul, a ampla “superfície de Castelo Branco” ou “plataforma da Beira Baixa” – separando a bacia hidrográfica do Douro e a bacia hidrográfica do Tejo – e, a oeste, estende-se ao encontro da denominada depressão da “Cova da Beira” (Clamote & Salgado, 2011/2012). A serra da Malcata terá sido soerguida da superfície da meseta através de movimentos tectónicos e posteriormente basculada para sul, na direção

da “superfície de Castelo Branco”, provocando a inclinação do planalto da meseta para nordeste (Clamote, 2011).

Realça-se que nos topos de alguns dos relevos montanhosos mencionados, em especial nas

áreas de formações graníticas da serra da Malcata e da serra da Estrela, por exemplo no planalto da Torre, existem claras evidências de anteriores aplanações (Clamote & Salgado, 2011/2012; Ferreira, 2005).

Depressões

A depressão da “Cova da Beira”, designação sugestiva, reconhecida e em geral aceite, constitui o exemplo mais expressivo, na RV da Beira Interior, do tipo de relevo com esta designação (depressão relativa)¹. A “Cova da Beira” insere-se no alinhamento da Cordilheira Central Ibérica e, sob o ponto de vista estrutural, consiste numa depressão ou abatimento tectónico fraturante (Clamote, 2011; Cordeiro & Cunha, 2015; Ribeiro, 1949a), bem individualizada face aos relevos circundantes da serra Estrela e da serra da Gardunha, a norte, a oeste e a sul; a sudeste, transita para a “superfície de Castelo Branco” ou “plataforma da Beira Baixa”; a nordeste e leste, pela escarpa que faz a transição para a superfície mais elevada da “Meseta” e a serra da Malcata. A “Cova da Beira” desenvolve-se quase na totalidade em formações graníticas e apresenta uma bacia hidrográfica inteiramente comandada pelo rio Zêzere e afluentes. Esta unidade estrutural bem individualizada manifesta um relevo algo heterogéneo, alternando áreas planas e aplanadas, situadas a altitudes entre 400

e 500 m, com relevos bastante salientes e, mesmo vigorosos e evidentes, como é o caso, por exemplo, do denominado “inselberg”² de Belmonte (Figura 4).

Entre os relevos do tipo depressão tectónica tem realce a “depressão de Celorico da Beira” que se desenvolve também sobre formações graníticas e se localiza entre o maciço da serra da Estrela e o planalto central, e na área de influência da falha de desligamento Vilarica-Manteigas, transitando gradualmente para a denominada “Plataforma do Mondego”. Apresenta-se aplanada a ondulada, dela sobressaindo, por vezes, relevos mais nítidos, como resultado do recuo do flanco da montanha em consequência do abatimento tectónico (Ribeiro et al., 1987); é drenada pelo rio Mondego, na qual este descreve um círculo e o seu curso muda da direção NO para a orientação SO (Figura 2). Merece também registo a depressão tectónica de Sarzedas (Ferreira, 2005), localizada na “plataforma da Beira Baixa” e que está preenchida por formações arcóicas do Miocénico-Eocénico (Figura 1).

Figura 4 – “Cova da Beira”. Vista geral a partir de Belmonte, em que se evidencia a grande heterogeneidade do seu relevo e, no horizonte, os seus limites



Créditos fotográficos: Duarte Fernandes Pinto – 2015

¹ A designação “Cova da Beira” refere-se única e exclusivamente a uma unidade ou forma de relevo, morfo-estrutural, e que não se confunde, de forma alguma, com a designação “sub-região da Cova da Beira” que é, simplesmente, uma designação territorial de uma sub-região da Região Vitivinícola da Beira Interior que engloba a “Cova da Beira” e outras unidades geomorfológicas.

² Relevo residual, de vertentes escarpadas, de feições variadas, que se ergue abruptamente da superfície de aplanação em que se insere, pela exposição a processos tectónicos de levantamento e de remoção da cobertura meteorizada.

Superfícies de aplanção

Entre as formas planas do relevo da RV da Beira Interior salientam-se as superfícies de aplanção poligénicas, situadas a diferentes altitudes: a “Meseta Norte” ou “meseta setentrional” e a “Meseta Sul” ou “meseta meridional” (Ferreira, 2005). Estas duas unidades geomorfológicas estão separadas pelo alinhamento das serras do “Maciço Central” e da serra da Malcata, no qual se inclui a depressão tectónica da “Cova da Beira”. A superfície de aplanção da “Meseta Norte”, doravante designada simplesmente por “Meseta”, situada a leste da falha de desligamento Vilaríça-Manteigas, desenvolve uma superfície basculada para nordeste, desde a base da serra da Malcata (a cerca de 900 m) até à proximidade de Barca de Alva, a cerca de 600 m (Figura 2). A superfície da “Meseta” está mais bem preservada na proximidade da fronteira de Espanha, a leste do rio Côa, onde trunca substratos rochosos variados; a oeste deste rio torna-se muito menos regular do que na área fronteiriça, devido ao largo e profundo encaixe fluvial (do rio Côa e afluentes) e à tectónica durante o Cenozoico (Ferreira 2005; Ramos & Ramos-Pereira, 2020).

A oeste da superfície da “Meseta” ou, melhor, a oeste da referida falha Vilaríça-Manteigas,

a RV da Beira Interior estende-se um pouco no limite ou mesmo no “planalto central” ou “planalto da Nave” (Figura 2) – superfície fundamental suavemente inclinada desde os 900-950 m de altitude, na área do “planalto da Nave”, até aos 600-650 metros no sentido da “plataforma do Mondego” (Ferreira, 2005; Rebelo, 1992).

A sul e sudoeste do alinhamento das serras do “Maciço Central” e da serra da Malcata, desenvolve-se, a uma altitude que ronda os 400 metros, uma vasta superfície de aplanção, ou de erosão, que trunca formações xistosas e rochas intrusivas graníticas: a “superfície de Castelo Branco” (Ribeiro, 1949a), denominada por vezes “plataforma da Beira Baixa” (doravante a designação utilizada). A “plataforma da Beira Baixa” constitui uma superfície plana ou aplanada que contorna a “cordilheira central” no seu setor meridional (sudeste, sul e sudoeste); é bastante extensa, pois abrange áreas desde a fronteira com a Espanha até ao rio Zêzere (concelho da Sertã) (Ribeiro, 1949a). Também tem sido usada a designação “campo albicastrense” (Agroconsultores & Geometral, 2005), a qual tem um sentido muito mais restrito – unidade morfológica de relevo suave que se estende desde a “Cova da Beira” até Castelo

Figura 5 – Superfície de aplanção da “Meseta”, interrompida pelo alinhamento das formações quartzíticas da serra da Marofa



Créditos fotográficos: Pedro Baía

Branco, em que as formações graníticas são dominantes. A “plataforma da Beira Baixa” termina ou é interrompida bruscamente na escarpa granítica da falha tectónica de Idanha-a-Nova, ao longo do curso do rio Ponsul (Ramos & Ramos-Pereira, 2020). Cerca de 100 metros abaixo desenvolve-se uma superfície plana a aplanada, a conhecida “campina da Idanha”, ocupada por formações sedimentares arcósicas (Figura 1).

A “plataforma da Beira Baixa” apresenta-se rebaixada, a diferentes níveis, em virtude da

Relevos residuais

Pela sua importância local, destacam-se os *relevos residuais de dureza* que se erguem acima das superfícies de aplanção, cuja saliência e nitidez se associam às estruturas quartzíticas das formações do Ordovício, fortemente dobradas (quartzitos armoricanos), bem alinhadas na paisagem, constituindo distintas cristas ou mesmo serras. A sua saliência justifica-se pela maior dureza dos quartzitos em relação àquela das formações xistosas, mais antigas, que os envolvem (Lourenço, 2011). Na superfície da “Meseta” destaca-se, com direção E-O, a proeminente serra da Marofa (Figura 5); na “plataforma da Beira Baixa”, com direção SE-NO, ocorrem vários relevos residuais de dureza, destacando-se, entre outros, a serra de Penha

tectónica e do encaixe pelo Tejo e seus afluentes, nomeadamente o Ocreza e o Zêzere, entre outros.

As formas de relevo planas, correspondentes a *superfícies fluviais*, recentes ou antigas, determinadas pelo relevo geral e pela incisão da rede hidrográfica principal, têm reduzida expressão na RV da Beira Interior. Destacam-se, ainda assim, entre as demais, as áreas fluviais da “Cova da Beira” e da “plataforma da Beira Baixa”.

Garcia, o sinclinal de Ródão (serra de Ródão ou serra das Talhadas) e a estrutura sinclinal de Envendos que não estando incluída na RV da Beira Interior, a limita a sudoeste. A qualquer destes relevos residuais estão associados inúmeros depósitos de vertente – formações sedimentares Holocénicas-Pleistocénicas (LNEG, 2021).

Na “plataforma da Beira Baixa” também ocorrem *relevos residuais salientes* – os relevos do tipo “inselberg” ou “monte-ilha” – de que são exemplo os “inselberge” graníticos de Monsanto-Moreirinha-Alegrios, localizados na vizinhança da serra de Penha Garcia (Ferreira, 2005). Entre eles, o de Monsanto é o mais proeminente, atingindo uma altitude (758 m) que ombreia com a dessa serra.

As formas de relevo local

As diferentes formas de relevo já referidas mostram-se com frequência densa e fortemente esculpidas pela incisão das redes hidrográficas, mas com mais intensidade nas áreas de formações metamórficas do que nas de formações graníticas (Ribeiro et al., 1987). Sublinha-se, porém, que as formas gerais de relevo consideradas não expressam, de modo algum, as características do mesmo à escala local.

Em boa verdade, o relevo local pode ser deveras heterogéneo e as suas formas, o declive e a exposição estão associadas à

proximidade dos diferentes cursos de água das redes hidrográficas, instaladas em conformidade com a tectónica geral e local. Além deste fator decisivo, as áreas de transição entre as formas de relevo principais são fonte de grande heterogeneidade das formas locais; neste contexto, de modo exemplificativo, indicam-se, entre outras, a transição da “Cova da Beira” para a “Meseta”, a transição dos relevos residuais para as superfícies de aplanção em que se inserem, a transição das formas montanhosas para as unidades de relevo circundantes. Inclusivamente,

alguns relevos montanhosos ou vigorosos incluem tratos de terreno com topografia contrastante, podendo mesmo ser aplanados, como é o caso das áreas dos denominados alvéolos de granito (Clamote, 2011; Cordeiro & Cunha, 2015).

As superfícies de aplanção – a “Meseta” e a “plataforma da Beira Baixa” – estão longe de ser, por um lado, superfícies horizontais e, por outro, na generalidade, de constituir áreas planas. De facto, fora as áreas mais bem conservadas da “Meseta”, essas superfícies de aplanção ou de erosão, mostram, à escala local, áreas planas, aplanadas e mesmo onduladas, apresentando formas de relevo retilíneas, côncavas e convexas, diferenciando-se áreas de erosão e áreas de adição (Agroconsultores & Geometral, 2005); tal diversidade do relevo local conduz também a exposições variadas e naturalmente a

O relevo das sub-regiões

As sub-regiões da RV da Beira Interior distribuem-se por unidades morfológicas bastante distintas (Figura 2), quer pela altitude quer pelas formas de relevo.

As sub-regiões de Castelo Rodrigo e de Pinhel ocupam áreas essencialmente associadas à superfície da “Meseta”. A sub-região de Castelo Rodrigo estende-se na sua maior parte pelo planalto da “Meseta”, a altitude entre 600 e 800 metros. Por seu turno, a sub-região de Pinhel, separada da anterior pelo Rio Côa, distribui-se na sua maior parte por áreas subplanálticas, com altitude entre 400 e 600 metros, associadas ao encaixe do rio Côa e seus afluentes, aos movimentos tectónicos da falha Bragança-Manteigas e,

diferenças meso e microclimáticas.

Salienta-se que na Memória da Carta dos Solos da Zona Interior Centro (Agroconsultores & Geometral, 2005), no contexto da análise mais detalhada do relevo, foi reconhecida a heterogeneidade da “superfície da Beira Baixa”, tendo-se distinguido, por várias razões – entre as quais a morfologia do terreno –, o “Campo Albicastrense”, com topografia aplanada a ligeiramente ondulada; a “Charneca Albicastrense”, área ondulada expressiva que descaí desde o sopé da Gardunha e que é drenada pelo rio Ocreza; a “Campina da Idanha”, rebaixada em relação às anteriores e com relevo ondulado suave; e, por fim, a “Beira Baixa Raiana”, em que dominam os terrenos ondulados. Este constitui um exemplo de sistematização das formas de relevo a uma escala mais detalhada, na perspectiva da utilização e da gestão da terra e dos ecossistemas.

ainda, à depressão de Celorico da Beira, onde a bacia hidrográfica do Alto Mondego transita para a plataforma do Mondego (Figura 2).

A sub-região da Cova da Beira, muito mais extensa do que as anteriores, apresenta uma heterogeneidade de relevo que não é dissemelhante daquela que caracteriza a globalidade da área geográfica da RV da Beira Interior. De facto, esta sub-região engloba unidades morfológicas contrastantes – vários “relevos montanhosos”, grande parte da “superfície da Beira Baixa” e a depressão “Cova da Beira” –, apresentando uma enorme variabilidade altimétrica: desde menos de 200 a cerca de 2000 metros (Figura 2).

O clima

O relevo do território da RV da Beira Interior, pelas suas componentes altimétrica, de exposição e de formas de terreno, opera uma expressiva compartimentação paisagística na região, originando uma forte variação dos

elementos climáticos e, portanto, no macro-clima e nas condições ecológicas. A extensão e a localização da Cordilheira Central contribuem para a reduzida exposição da região à influência oceânica e, por isso, esses elementos expressam

características de índole continental (Figura 2). No entanto, o traçado NE-SO dessa Cordilheira permite que algumas áreas localizadas a SO estejam sob influência oceânica e, de certo modo, outras localizadas a sul, em que a altitude dos relevos quartzíticos é insuficiente para eliminar ou minimizar tal ação. A orientação da Cordilheira Central também permite que alguma interferência oceânica se faça ainda sentir na “depressão de Celorico da Beira” e nas áreas circunvizinhas (Figura 2).

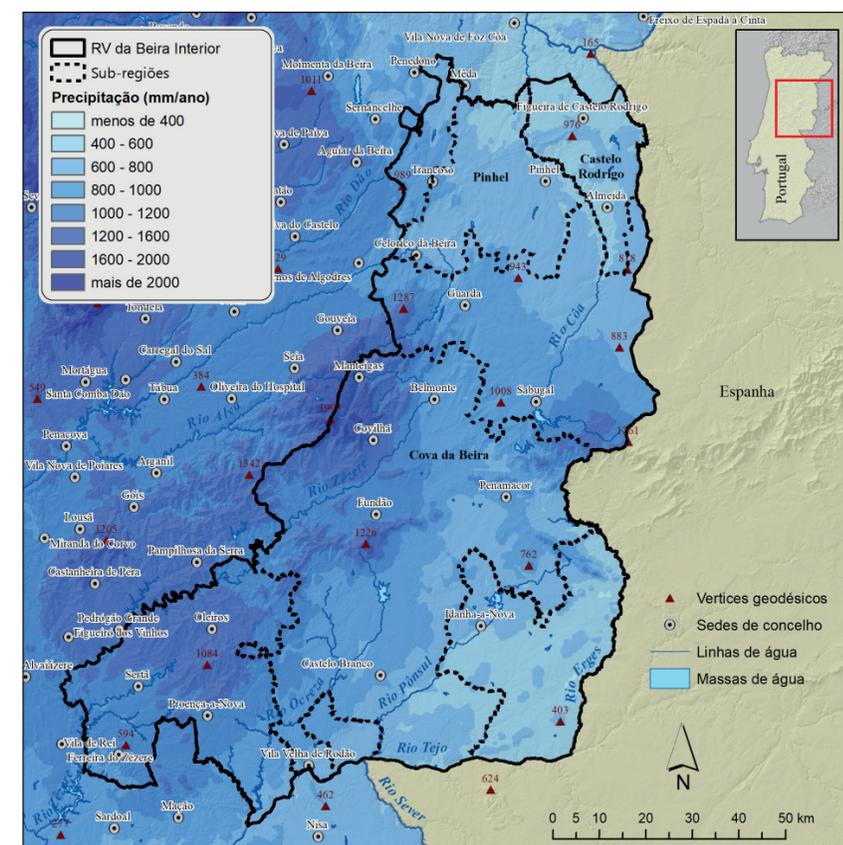
O clima da RV da Beira Interior, de acordo com as normais climatológicas de 1970–2000 disponíveis, é do subtipo Cs (clima temperado com verão seco) – clima de cariz mediterrâneo –, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (IPMA, 2022). Na região, distinguem-se, ainda, as variedades Csa (temperado com

verão quente e seco) nas zonas das encostas pendentes para o Douro e daquelas a sul da Serra da Malcata e da “Meseta”, e Csb (temperado com verão fresco e seco), com incidência principalmente nas áreas montanhosas e na “Meseta”; ou, seja, na região distinguem-se as variedades Csa e Csb conforme o valor da temperatura média do mês mais quente for superior ou inferior a 22 °C, respetivamente (Peel et al., 2007). Apesar do interesse geral desta diferenciação, a cabal caracterização do clima da região obriga a uma abordagem detalhada dos principais elementos climáticos, sobretudo a precipitação e a temperatura – os determinantes das condições de crescimento e da quantidade e qualidade da produção das videiras e, em última instância, da sustentabilidade económica do setor vitivinícola.

A precipitação

A precipitação média anual na área da RV da Beira Interior é deveras diferenciada e pode variar desde menos de 600 mm, tanto em áreas da sub-região de Castelo Rodrigo como em áreas raianas entre o rio Ponsul e o Erges (área sudeste da região), a cerca de 2000 mm, em áreas correspondentes aos maciços montanhosos principais (Figura 6). Por exemplo, a precipitação média anual (normal climatológica de 1951–1980) em Figueira de Castelo Rodrigo, estação meteorológica representativa da sub-região de Castelo Rodrigo, foi de apenas 590,7 mm, ao passo que na do Fundão, representativa da área da depressão da “Cova da Beira”, e na de Castelo Branco, representativa de parte da superfície de aplanção da Beira Baixa, atingiu 994,7 e 825,9 mm, respetivamente. Apesar destas diferenças, o regime de precipitação nessas estações meteorológicas é semelhante ao longo do ano, verificando-se a ocorrência de meses secos durante o período estival (três em Figueira de Castelo Rodrigo e quatro em Castelo Branco), isto é, os meses em que a precipitação média mensal é inferior ao dobro da temperatura média mensal (observável nos respetivos diagramas ombrotérmicos).

Figura 6 – Distribuição dos valores da precipitação média anual (normais climatológicas de 1961–1990) na RV da Beira Interior e nas sub-regiões de Castelo Rodrigo, Pinhel e Cova da Beira

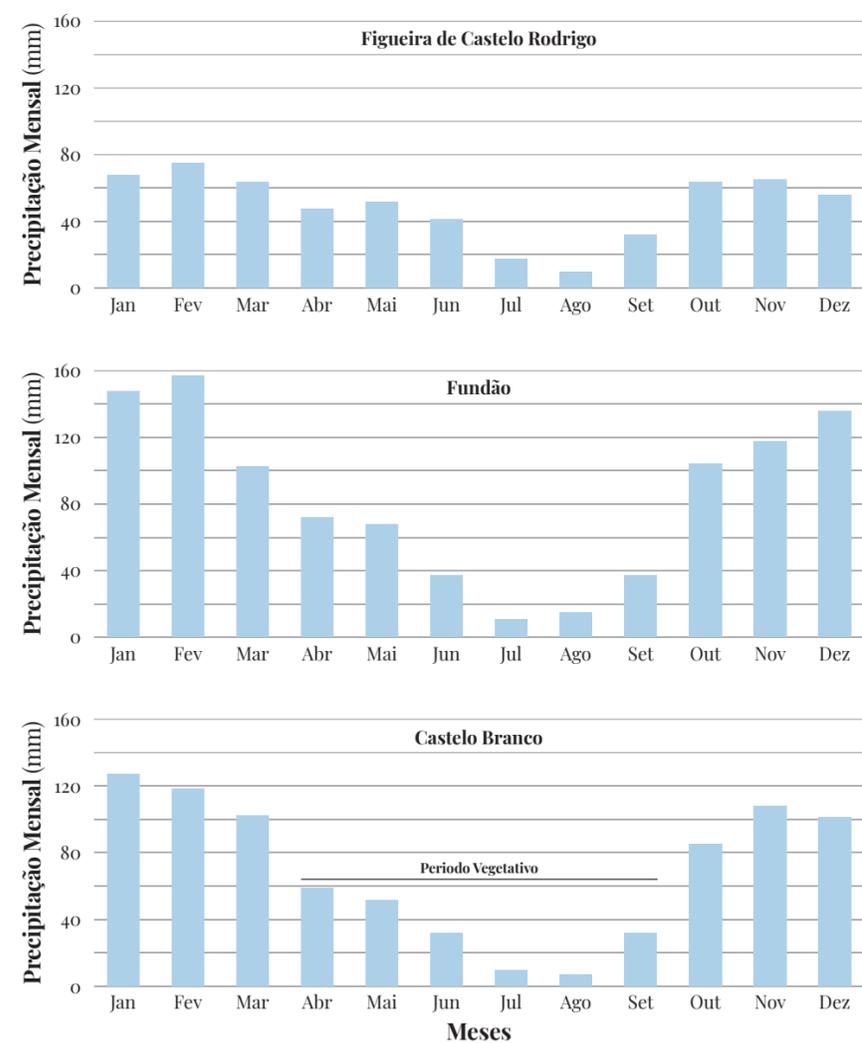


Elaborado a partir de Monteiro-Henriques et al., 2016; http://home.isa.utl.pt/~tmh/aboutme/Informacao_bioclimatologica.html

Dado que grande parte da precipitação tem lugar de outubro a março, afigura-se também de grande utilidade comparar a precipitação que ocorre durante o denominado período vegetativo da vinha – o período de 1 de abril a 30 de setembro. Com efeito, a precipitação média observada durante este período nessas mesmas estações meteorológicas é bastante aproximada, atingindo cerca de 199, 233 e 189 mm, respetivamente, em Figueira de Castelo Rodrigo, Fundão e Castelo Branco (Figura

7, Quadro 1); na primeira estação, essa precipitação representa à volta de um terço da média do total anual, ao passo que nas outras é inferior a 25%. Mais, se considerarmos apenas a precipitação na época estival (junho a setembro), os respetivos valores naquelas estações rondam, pela mesma ordem, 100, 95 e 79 mm; ou seja, a estação meteorológica em que ocorre a menor precipitação média anual (Figueira de Castelo Rodrigo) é aquela com mais precipitação durante o verão.

Figura 7 – Média mensal da precipitação nas estações meteorológicas de Figueira de Castelo Rodrigo, do Fundão e de Castelo Branco; normais climatológicas de 1951–1980 (INMG, 1999a).



Período vegetativo da vinha: abril-setembro.

Quadro 1 – Valores de elementos climáticos (período anual e período vegetativo) e valores de índices bioclimáticos e do índice de continentalidade, nas estações meteorológicas de Figueira de Castelo Rodrigo (FCR), do Fundão (FUN) e de Castelo Branco (CB).

PARÂMETROS ^A	Período anual			Período vegetativo		
	FCR	FUN	CB	FCR	FUN	CB
Temperatura média (°C)	12,3	13,9	15,64	17,2	18,5	20,4
Temperatura média das máximas (°C)	18,3	19,5	20,69	24,3	25,1	26,53
Temperatura média das mínimas (°C)	6,4	8,4	10,5	10,0	11,9	14,28
Temperatura máxima absoluta (°C)	40,2	39,4	40,6	40,2	39,4	40,6
Temperatura mínima absoluta (°C)	-12,6	-7,2	1,0	-5,6	0,0	1,0
Precipitação (mm)	590,7	994,7	824,95	198,7	232,9	188,92
Índice de Continentalidade (°C)	16,60	15,60	16,36	-	-	-
Humidade relativa (9 horas, %)	71,1	65,0	70,2	62,2	54,5	60,2
Trovoadas (dias)	10,7	18,7	9,6	9,6	13,7	6,8
Índice de Winkler (Graus-dia, °C)	-	-	-	1313	1563	1908
Índice de Huglin (Unidades)	-	-	-	2021	2226	2484
Índice de Frescura Noturna (°C)	-	-	-	10,8	12,9	15,7

^A Os valores dos parâmetros referem-se às normais climatológicas de 1951–1980 (INMG, 1991a), exceto os referentes aos índices bioclimáticos (normal climatológica 1971–2000; IPMA, 2022a).

No contexto do quadro geral das alterações climáticas no país e, em particular, na área geográfica da RV da Beira Interior, tem indubitável interesse e utilidade considerar as possíveis variações da precipitação média anual e sua distribuição ao longo do ano, bem como os eventos extremos associados a valores de precipitações muito elevados ou a secas – aqueles que determinam condições hídricas muito desfavoráveis à produtividade dos ecossistemas (Santos & Miranda, 2006). Aliás, esta abordagem torna-se imprescindível para estimular a identificação de soluções a adotar para a preparação e aplicação de medidas preventivas para a adaptação e mitigação dessas contingências. A evolução da precipitação média anual foi avaliada, a título de exemplo, a partir dos valores obtidos na estação meteorológica de

Castelo Branco, desde a normal climatológica de 1931–1960 até à atualidade (INMG, 1991; SMN, 1970). Constata-se que a precipitação média anual das normais climatológicas de 1971–2000 e de 1981–2010 (respetivamente, 752,8 e 769,9 mm) decresceu em relação aos valores das normais até 1980, quando foram atingidos valores superiores a 820 mm (Figura 8). Aliás, a precipitação observada no período de 1991 a 2018 (755,8 mm; IPMA, 2022b) confirma a tendência desse decréscimo; no mesmo sentido está o valor da precipitação média anual (735,3 mm) obtido no posto meteorológico da Escola de Superior Agrária de Castelo Branco, localizado junto a Castelo Branco, para o período de 1986–2015 (Horta, 2016). Em suma, parece evidenciar-se uma tendência de decréscimo da precipitação média anual nessa estação meteorológica.

Figura 8 – Valor da precipitação média anual (mm) correspondente às normais climatológicas de 1931-1960 a 1981-2010 e ao período de 1991-2018, da estação meteorológica de Castelo Branco.

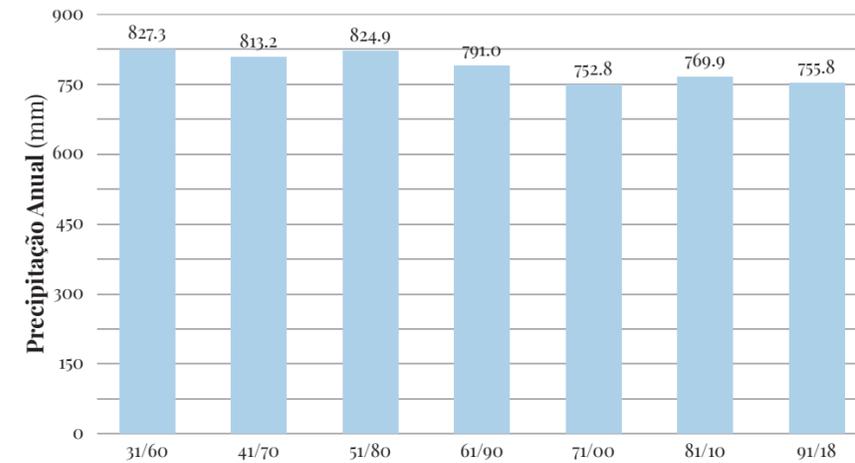
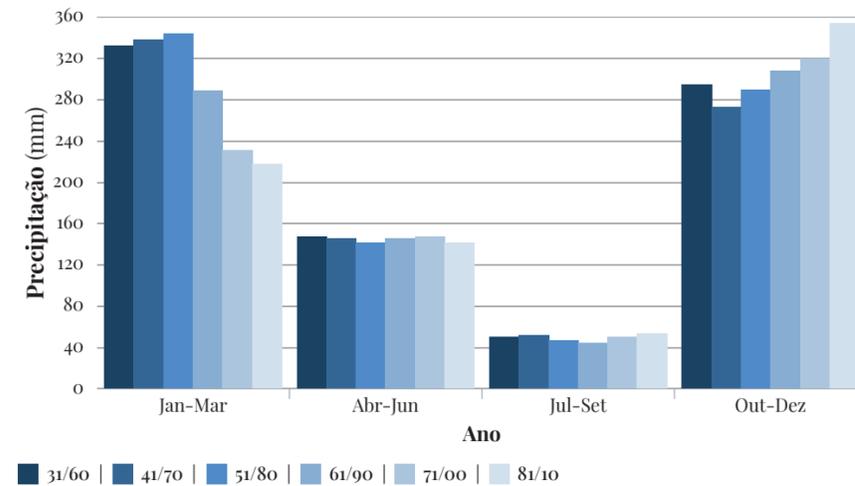


Figura 9 – Variação da quantidade de precipitação durante quatro períodos do ano para normais climatológicas de 1931-1960 a 1981-2010, da estação meteorológica de Castelo Branco.



A par do decréscimo da precipitação anual, na estação meteorológica de Castelo Branco, também se manifestam algumas diferenças no padrão de distribuição da mesma ao longo do ano, verificando-se, pois, uma sucessiva redução durante o período de janeiro-março e, pelo contrário, um sucessivo acréscimo no

A temperatura do ar

De modo semelhante ao que sucede com a precipitação média anual, as particularidades

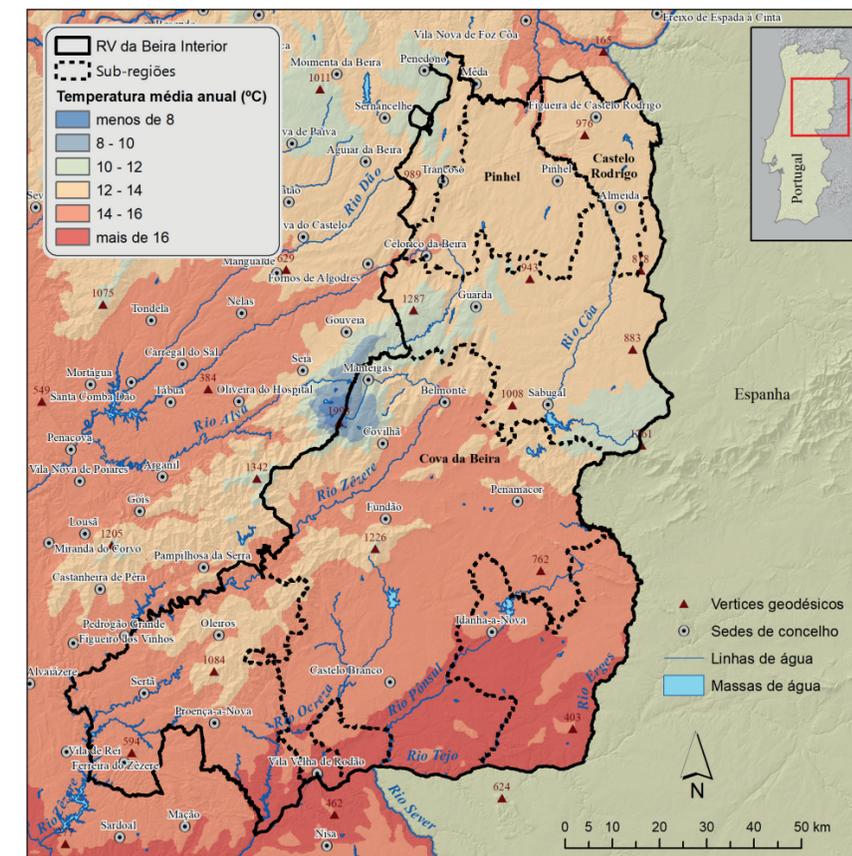
período de outubro-dezembro (Figura 9); este padrão segue, aliás, as tendências relatadas por Mendes & Coelho (1993) para a Beira Interior, comparando os trinténios de 1932/61/1932-1962 e 1962/91/1962-1991. Todavia, não se vislumbra qualquer variação digna de registo no padrão da precipitação durante o período vegetativo.

da orografia da região também se traduzem por diferenças muito acentuadas nos valores

da temperatura média anual. Na verdade, esta atinge valores inferiores a 12 °C nas áreas montanhosas mais elevadas ou interiores; entre 12 e 14 °C, na área da “Meseta” (área das sub-regiões de Castelo Rodrigo e de Pinhel) e áreas montanhosas de menor altitude; entre 14 e 16 °C na maior parte do distrito de Castelo Branco; e, finalmente, atinge valores superiores a 16 °C na zona mais interior deste distrito, a leste do rio Ponsul e nas áreas envolventes do curso do rio Tejo e do seu afluente Ocreza, onde, aliás, a precipitação atinge valores assaz reduzidos (Figura 10). A influência da altitude na temperatura é deveras marcante quando se comparam os valores da temperatura média mensal das máximas, da temperatura média mensal das mínimas e da temperatura média mensal

do ar e da amplitude térmica mensal do ar, obtidos nas estações meteorológicas de Figueira de Castelo Rodrigo, do Fundão e de Castelo Branco – localizadas às altitudes de 635, 495 e 381 metros, respetivamente (normais climatológicas 1951-1980; INMG, 1988a). De facto, na primeira estação meteorológica, localizada a altitude mais elevada, os valores dessas temperaturas, nomeadamente da média mensal das mínimas, são menores do que na do Fundão e, ainda mais, do que na de Castelo Branco, em especial nos meses de inverno (Figura 11); pelo contrário, a amplitude térmica mensal é maior na estação meteorológica de Figueira de Castelo Rodrigo do que nas outras. Em suma, nas áreas da “Meseta”, os invernos são mais rigorosos e longos.

Figura 10 – Distribuição dos valores da temperatura média anual (normais climatológicas 1971-2000) na RV da Beira Interior e nas sub-regiões de Castelo Rodrigo, Pinhel e Cova da Beira



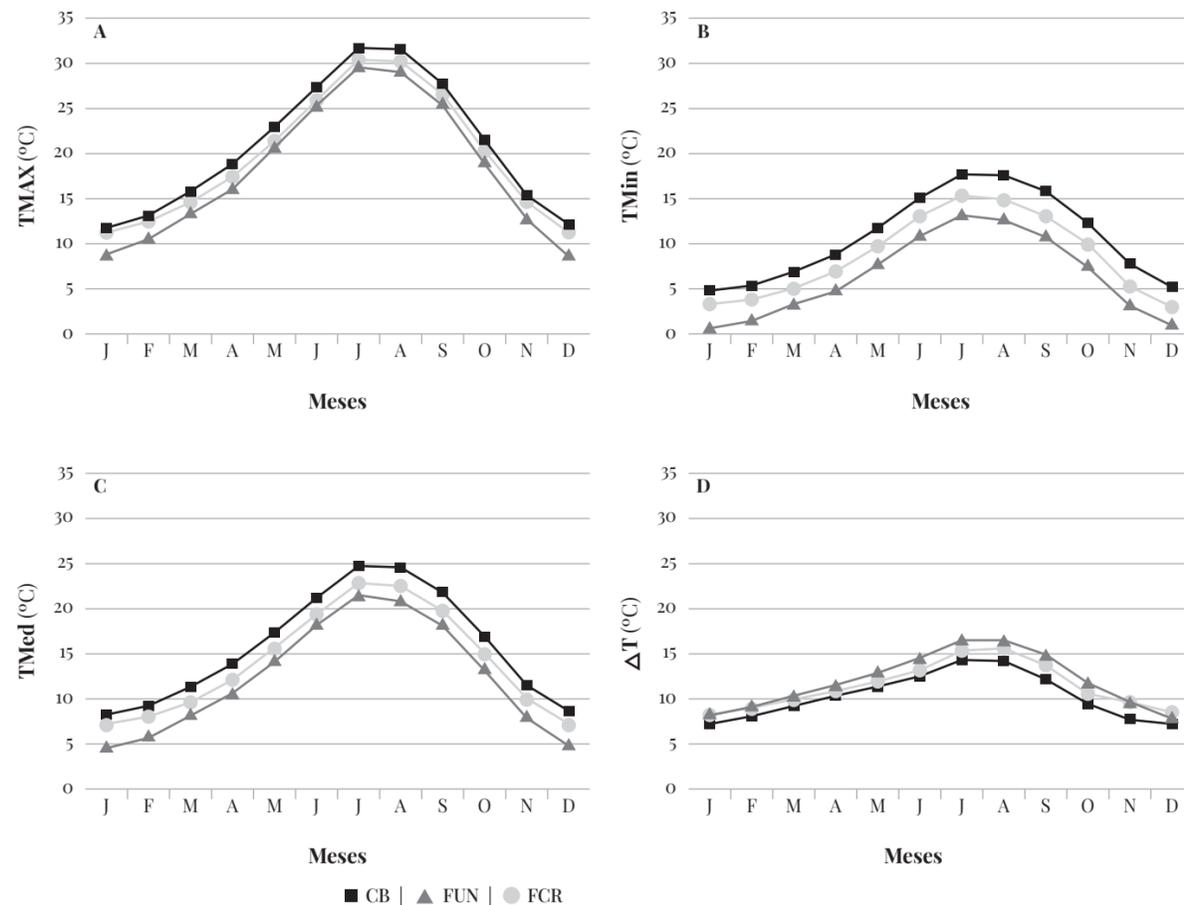
Elaborado a partir de Fick & Hijlmans, 2017

As diferenças inerentes à temperatura nas referidas estações meteorológicas observam-se ao longo do ano. Isto é, as terras da “Meseta” apresentam, em qualquer época do ano, temperatura sempre mais baixa do que as terras da “plataforma da Beira Baixa”. Mais concretamente, a temperatura média do mês mais quente (julho) atinge 24,52 °C, em Castelo Branco, mas apenas 21,30 °C, em Figueira de Castelo Rodrigo. É notável que a temperatura média em abril atinja apenas 10,50 °C, em Figueira de Castelo Rodrigo, ao passo que em Castelo Branco já é de 13,67 °C (Figura 9), o que é indicativo de desfasamento do período vegetativo nas áreas representadas por essas estações meteorológicas. A menor

temperatura em Figueira de Castelo Rodrigo também determina que a evapotranspiração seja menor e, por isso, um período seco mais reduzido do que em Castelo Branco.

A interioridade de grande parte da RV da Beira Interior, pela posição em relação ao oceano e pela interposição de maciços montanhosos, transmite ao clima uma feição continental, como se constata pela grande diferença entre a temperatura média do mês mais quente e a temperatura média do mês mais frio (índice de continentalidade), obtida nas estações meteorológicas já referidas (15,60–16,60 °C; Quadro 1). Isto é, estes valores são de cerca do dobro dos comuns em áreas litorâneas (INMG, 1991b).

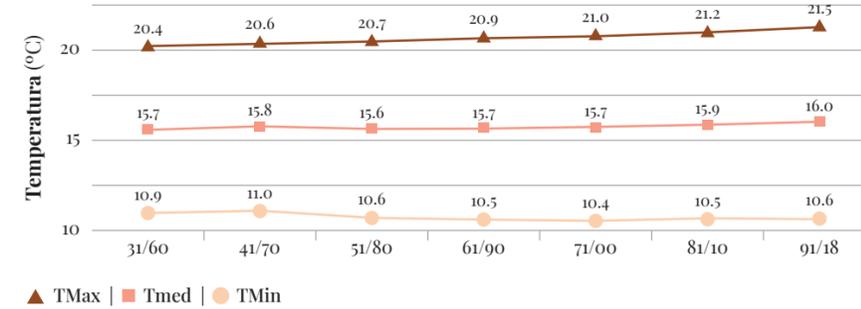
Figura 11 – Valores da temperatura média mensal das máximas (TMax, A), da temperatura média mensal das mínimas (TMin, B) e da temperatura média do ar (TMed, C), e da amplitude térmica mensal do ar (ΔT , D) nas estações meteorológicas de Castelo Branco (CB), do Fundão (FUN) e de Figueira de Castelo Rodrigo (FCR) (normais climatológicas de 1951–1980; INMG, 1991a).



Os antevistos cenários de alterações climáticas para a região, assim como para o país, expressar-se-ão por um aumento generalizado tanto das temperaturas máximas como das temperaturas médias e pelo aumento da frequência e intensidade das ondas de calor³ (Santos & Miranda 2006), em particular no período estival. Considerando a informação da estação meteorológica de Castelo Branco (SMN, 1970; INMG, 1988; INMG, 1991a), é manifesto um paulatino aumento da temperatura média das máximas (1,1 °C) desde a normal climatológica de 1931–1960 até ao

presente; por seu turno, o acréscimo da temperatura média anual mostra-se menos acentuado e só evidente a partir da normal climatológica de 1971–2000 (Figura 12). O pequeno acréscimo da temperatura média dever-se-á, em grande parte, à evolução da média das temperaturas mínimas que, inclusivamente, parece ter decrescido da normal meteorológica de 1931–1960 para a normal de 1971–2000. Não obstante, o acréscimo da temperatura máxima em curso torna inevitável o desenvolvimento de medidas preventivas para adaptação a tais alterações.

Figura 12 – Variação da temperatura média das máximas (TMax), da temperatura média das mínimas (TMin) e da temperatura média anual (TMed) para as normais climatológicas de 1931–1960 a 1981–2010 e para o período de 1991–2018, na estação meteorológica de Castelo Branco.



A temperatura do solo

A temperatura do solo, dependente da sua posição topográfica, da sua constituição, do seu estado de humidade e da sua cobertura, influencia o comportamento das videiras (Van Leeuwen & Seguin, 2006). Como a temperatura do solo, no âmbito das alterações climáticas, aumenta pelo menos a uma taxa semelhante à temperatura do ar, é importante que estas sejam objeto da devida comparação (Bradford et al., 2019). Neste âmbito, comparam-se as médias das temperaturas máximas e das temperaturas mínimas mensais no/do ar com as médias das mesmas temperaturas observadas no solo (solo desenvolvido sobre material granítico), registadas no posto meteorológico da Escola Superior Agrária de Castelo Branco, durante o período de

1985–2015 (Horta, 2016).

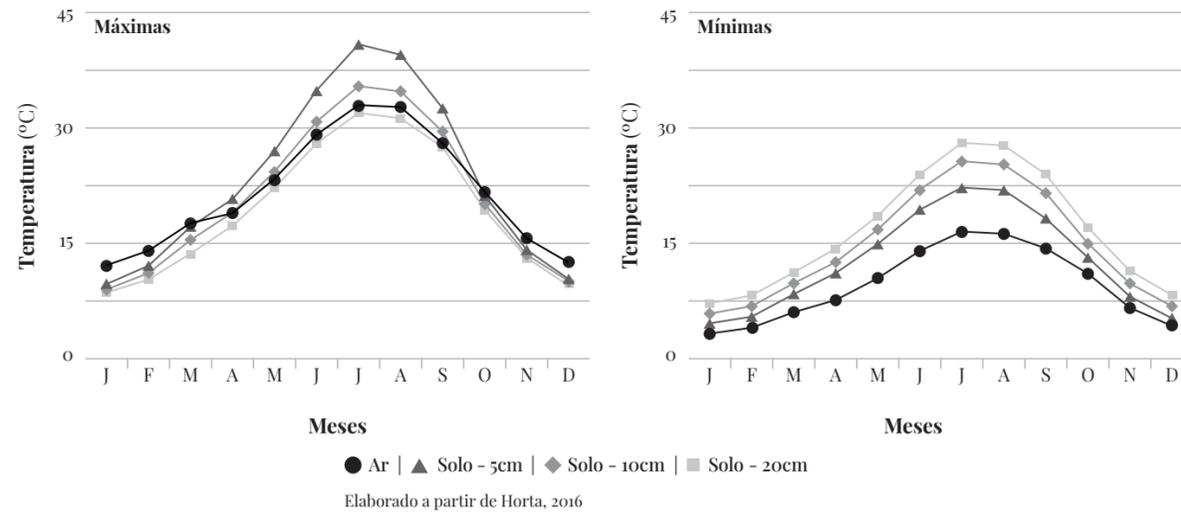
A média das temperaturas máximas do ar é ligeiramente superior à média das temperaturas máximas do solo, durante o período de dormência; mas, durante o período vegetativo, a temperatura do solo a 5 cm de profundidade é bastante mais elevada, em especial nos meses mais quentes, quando poderá ocorrer o denominado “escaldão” (Figura 13); aliás, estudos realizados entre nós, apontam para temperaturas próximas de 60 °C na superfície do solo (Costa et al., 2020). Este potencial aquecimento da superfície do solo, agravado pelas alterações climáticas, nomeadamente aquando da ocorrência de ondas de calor, deverá, portanto, ser contrariado por intermédio de coberturas do solo (por exemplo, coberturas de herbáceas ou

³ Ocorre uma onda de calor quando num período de seis dias consecutivos, a temperatura máxima diária é superior em 5 °C ao valor médio das temperaturas máximas diárias no período de referência (IPMA, 2022c).

de resíduos orgânicos) ou de outras práticas vitícolas adequadas às condições ecológicas locais (Santos et al., 2020). A média das temperaturas mínimas mensais, ao longo do ano, revela-se maior no solo do que no ar, mas é também no período vegetativo que a diferença é mais pronunciada;

os valores no solo decrescem da profundidade a 20 cm para aquela mais próxima da superfície. Porém, a média anual da amplitude térmica do ar é superior à do solo, onde a mesma decresce com a profundidade, sendo muito baixa a 20 cm de profundidade (Figura 13).

Figura 13 – Média das temperaturas máximas e das temperaturas mínimas do ar e do solo a 5, 10 e 20 cm de profundidade, para o período de 1986–2015, obtidas no posto meteorológico da Escola Superior Agrária de Castelo Branco

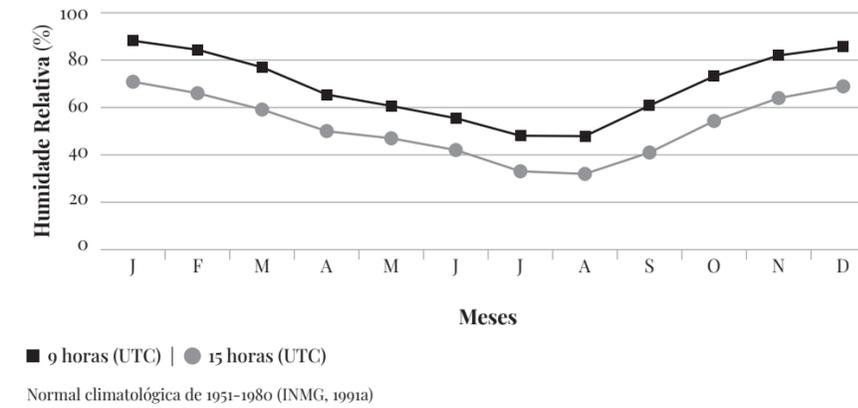


A humidade relativa do ar

Dada a interioridade da RV da Beira Interior, o ar tende a apresentar uma forte secura ou déficit de saturação, pois a sua humidade relativa é bastante diferente daquela que ocorre em regiões mais bafejadas pelo oceano. Com efeito, a média anual da humidade relativa às 9h00 horas, nas estações meteorológicas que têm sido consideradas, situa-se no intervalo de 65,0–71,1%, ao passo que durante o período vegetativo atinge valores ainda mais baixos (54,5–62,2%) – normais climatológicas de 1951–1980 (Quadro 1). Apesar das pequenas diferenças entre as três estações meteorológicas, sublinha-se que os valores mais baixos da humidade do ar correspondem à estação do Fundão, quiçá devido à sua posição em relação aos maciços montanhosos circundantes (Figura 2). A humidade relativa do ar apresenta grande

variação ao longo do ano. Por exemplo, na estação meteorológica de Castelo Branco, às 9h00 horas, a sua média anual é da ordem de 69%, enquanto no período vegetativo é de apenas 52% (Figura 14); às 15h00 horas, a média anual atinge 52,3%, mas no período vegetativo baixa para 41% e nos meses de julho e agosto desce para 32–33% (normal climatológica de 1951–1980). Tais valores da humidade relativa do ar são contrastantes com os que ocorrem em áreas litorais que, além se serem mais elevados (>80%), apresentam muito pequena variação ao longo do ano e, inclusivamente, os valores mais elevados têm lugar no período estival (INMG, 1991). Também se pode dizer que na RV da Beira Interior são mais reduzidos os riscos associados a uma constante elevada humidade do ar.

Figura 14 – Valores da humidade relativa do ar obtidos na estação meteorológica de Castelo Branco.



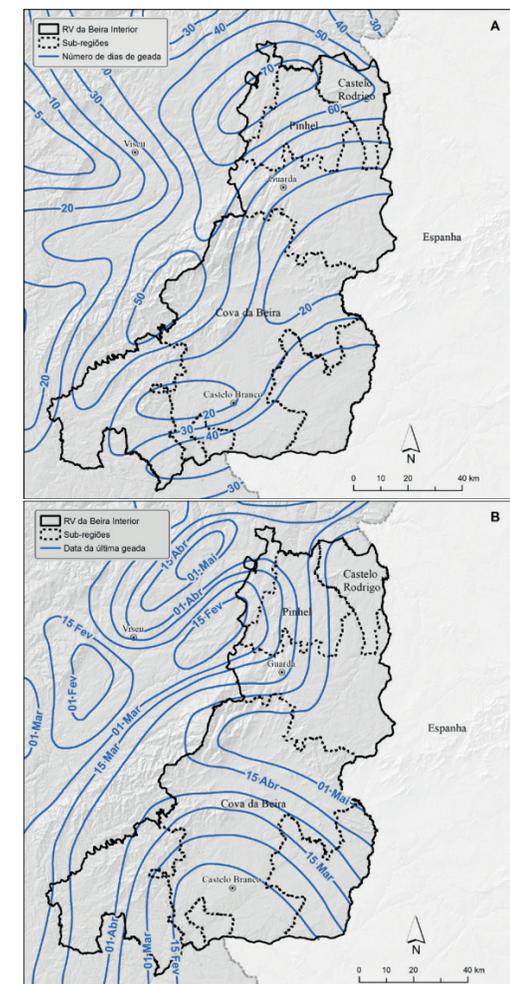
Os riscos climáticos

Estes riscos resultam da frequente ocorrência de valores extremos de elementos climáticos como a temperatura, a precipitação ou mesmo o vento (ondas de calor ou de frio, geadas, secas, tempestades, trovoadas) e que têm impacto direto no ambiente, nos ecossistemas e na vida humana. A área geográfica da RV da Beira Interior, pela sua localização, está sujeita a vários desses riscos, nomeadamente a ocorrência de geadas tardias, de episódios de escassez de precipitação (secas), de ondas de calor e de trovoadas de granizo. Tais eventos têm em comum o facto de se desviarem das condições correspondentes a uma normal climatológica ou a um dado período de referência (anomalias).

Geadas

A baixa humidade relativa do ar e as acentuadas amplitudes térmicas diárias, sazonais e anuais (podem atingir 16–17 °C), que caracterizam o clima da região, determinam verões mais curtos e invernos mais longos e, por consequência, elevada frequência de geadas e fortes riscos de geadas tardias – aquelas que acontecem durante o período vegetativo. Com efeito, esses riscos são muito elevados em toda a região, mas com maior incidência nas áreas da “Meseta” (Bettencourt, 1980), onde podem ocorrer, em média, 60–70 de dias de geada por ano (Figura 15A). Considerar o risco de geadas tardias revela-se de grande importância nessas mesmas áreas, dado que elas podem ocorrer mesmo no mês de maio (Figura 15B). Quer dizer, não existindo na região os efeitos da constante e elevada de humidade do ar, são por sua vez evidentes os fortes riscos de danos nas videiras provocados pelas geadas, mormente as tardias.

Figura 15 – Esboço da distribuição do número de dias de geada (A) e da data média da última geada (B) na área da RV da Beira Interior (a partir de Bettencourt, 1980)

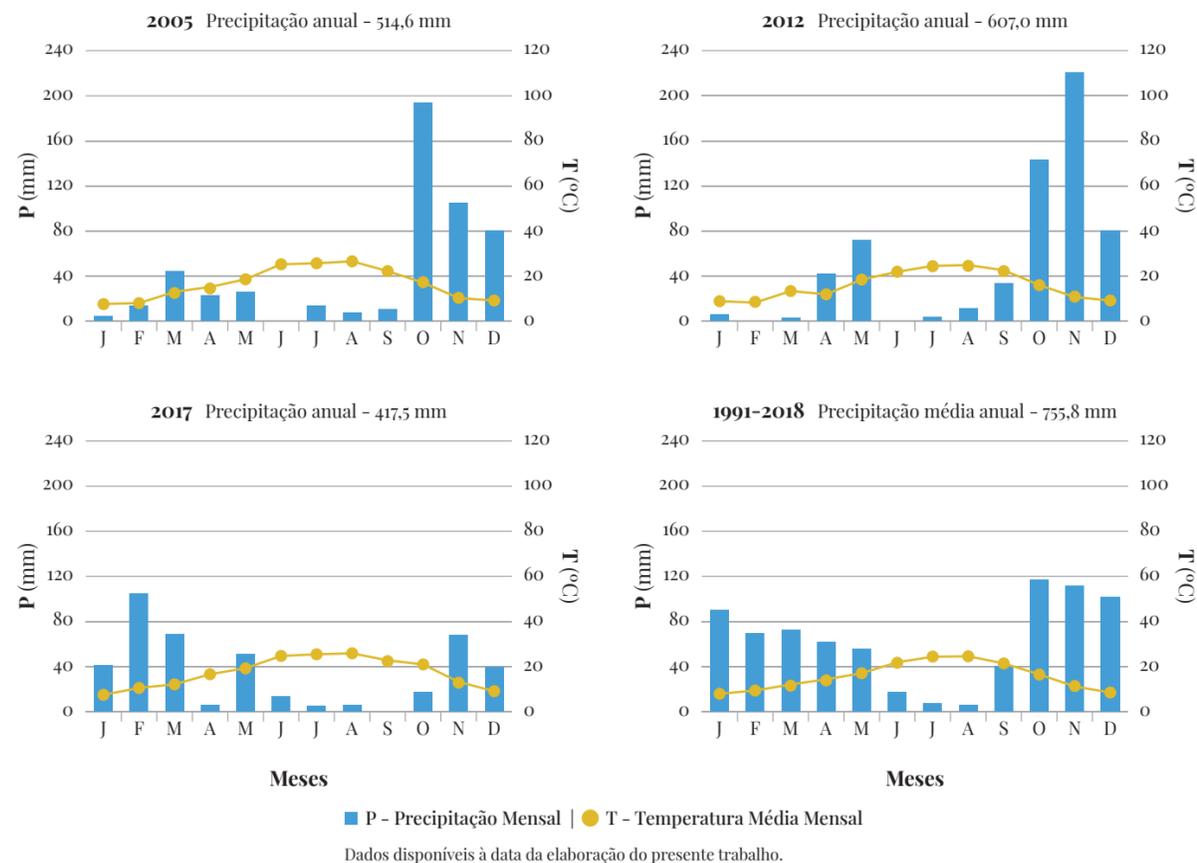


Secas

Pela sua importância, no contexto das alterações climáticas, assinalam-se algumas anomalias da quantidade e da distribuição da precipitação, ocorridas de 2000 até ao presente, relativamente ao período de 1990–2018 (IPMA, 2022b), considerando a estação meteorológica de Castelo Branco, onde a quantidade de precipitação anual, no período de 1951 a 2018, variou de 417,5 mm, em 2017, a 1443,7 mm, em 1963. Para o efeito, e a título exemplificativo, consideraram-se os anos de 2005, 2012 e 2017, cuja

precipitação anual foi respetivamente da ordem de 515, 607 e 418 mm e que se desviou bastante da média do período de 1990–2018 (755,8 mm; Figura 16): pela mesma ordem, ocorreu uma anomalia à volta de -242, -149 e -338 mm. O mesmo padrão sucedeu, de modo ainda mais vincado, para a precipitação durante o período vegetativo que, nessa sequência, atingiu cerca de 75, 158 e 77 mm; ou, seja, em 2005 e 2017 foi menos de metade da média do período de referência (188,9 mm).

Figura 16 – Diagramas ombrotérmicos (ou termoplúviométricos) dos anos de 2005, 2012 e 2017, comparativamente ao diagrama do período de referência: 1990–2018* (estação meteorológica de Castelo Branco, IPMA, 2022b)



Apesar da maior anomalia da precipitação anual ter ocorrido no ano de 2017, foi nos anos de 2005 e de 2012, em especial no primeiro, que a escassez hídrica foi mais extremada, dado que a precipitação de janeiro a setembro

foi apenas da ordem de 134 e 164 mm, respetivamente; no ano de 2017, foi bastante mais elevada: 292,9 mm. A deficiência hídrica em 2005 foi ainda agravada pela fraca precipitação nos meses de novembro e dezembro do ano

anterior (IPMA, 2022b). Sublinha-se que, em 2005, todos os meses do período vegetativo (abril a setembro) foram considerados secos, o mesmo acontecendo nos meses de janeiro e de fevereiro; em 2012, só os meses de abril e de maio não foram secos (Figura, 16); em 2017, só um mês do período vegetativo (maio) não foi seco.

Estes exemplos demonstram que a intensidade

da escassez hídrica (seca) não pode ser avaliada, de modo nenhum, pela mera comparação da quantidade de precipitação anual, mas sobretudo pela comparação da distribuição da precipitação ao longo do ano, nomeadamente no período de janeiro a setembro. Assim, a variável-base recomendada para análises mais aprofundadas deverá ser o ano hidrológico, e não o civil.

Ondas de calor

A intensidade de escassez hídrica está frequentemente associada a temperaturas muito acima das correspondentes à normal climatológica ou ao período de referência considerado. Por exemplo, na estação meteorológica de Castelo Branco, em 2017, ano em que já se fez sentir a escassez hídrica, a temperatura média anual (17,5 °C) foi superior àquela do período de referência: 1990–2018 (16 °C), o mesmo sucedendo no período vegetativo: respetivamente 22,5 e 20,8 °C (IPMA, 2022b). Estas anomalias estiveram associadas

a temperaturas mensais superiores às médias de 1990–2018 (Figura 16), associadas, por exemplo, à onda de calor de 7 a 24 de junho; pois, a temperatura média em junho de 2017 (24,74 °C) foi bastante superior à média observada no mesmo mês em 1990–2018 (21,98 °C) e próxima da que ocorreu em julho (25,70 °C). Um padrão algo semelhante sucedeu em 2005, cuja temperatura média do período vegetativo e do mês de junho (ondas de calor de 30 de maio a 11 de junho e de 15 a 23 de junho) foi de 21,8 e 24,73 °C, respetivamente.

Trovoadas

Obviamente, além dos riscos referidos, terão de ser considerados aqueles inerentes às trovoadas durante o período vegetativo das videiras – em especial quando acompanhadas de tempestades de saraiva/granizo.

Durante este período, as trovoadas têm maior frequência na área do Fundão (13,7 dias) do que na de Figueira de Castelo Rodrigo (9,6 dias) e de Castelo Branco (6,8 dias) (normais climatológicas de 1951–1980; Quadro 1).

A bioclimatologia

A vegetação de cada região é essencialmente uma expressão dos elementos climáticos que nela prevalecem, os quais influenciam a distribuição das espécies adaptadas às diferentes condições ecológicas. Por isso, revela-se de grande interesse o conhecimento da vegetação potencial nas diversas unidades morfológicas da área geográfica da RV da Beira Interior, o que, sem dúvida, permite destriçar as condições ecológicas de diferentes sub-regiões ou zonas e, daí, perspetivar a sua aptidão para diferentes usos. Especificamente, tem especial

relevância abordar os índices bioclimáticos que sejam potenciais ferramentas de zonagem vitícola, com o fito de classificar e comparar a aptidão das diferentes sub-regiões ou zonas para a produção vitícola, de identificar e caracterizar novas áreas para a sua expansão e determinar as castas compatíveis com o regime térmico de cada sub-região ou zona. Portanto, aborda-se a distribuição da vegetação potencial na região, bem como alguns índices bioclimáticos utilizados no âmbito da zonagem vitícola.

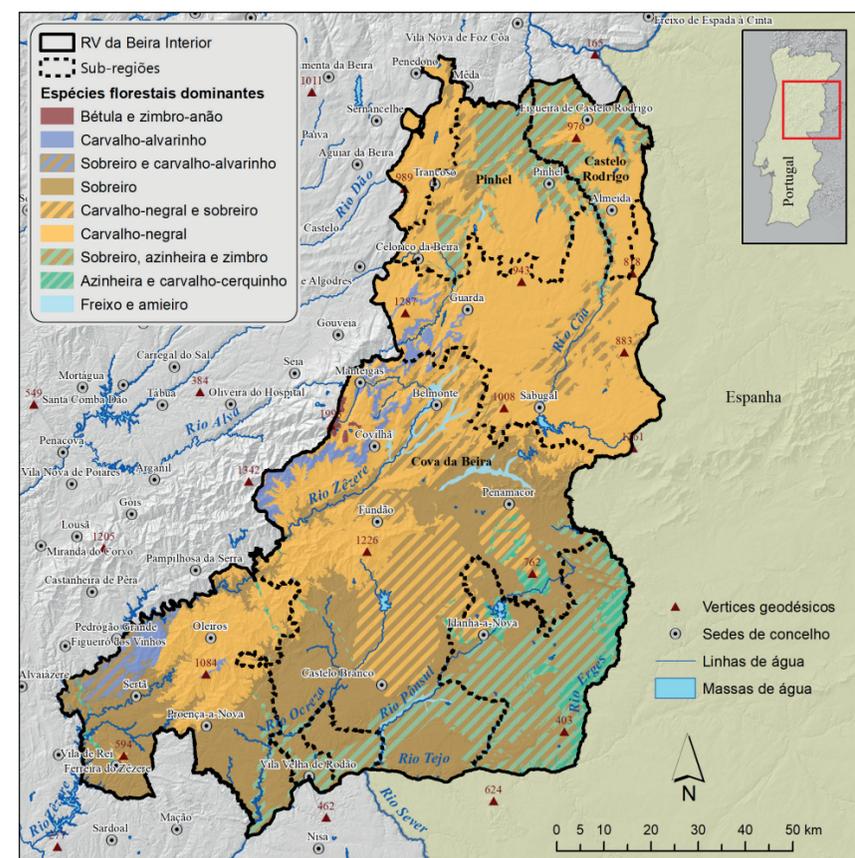
A vegetação potencial

A acentuada variação da precipitação anual e da temperatura média anual na área da RV da Beira Interior, em conformidade com a sua localização e a sua orografia, determina uma forte diferenciação espacial da vegetação natural potencial – termo as mais das vezes equiparado ao de “séries de vegetação”, por correspondência com a comunidade florestal que corresponde ao seu estágio terminal, de maior naturalidade e complexidade estrutural. A vegetação natural potencial equivale à vegetação dominante (lenhosa, em geral de porte arbóreo) que corresponderia à comunidade vegetal que, em resultado do processo de sucessão, surgiria se esta fosse instantânea,

na ausência de qualquer perturbação e nas condições climatológicas atuais (Capelo et al., 2021). A aplicação deste conceito, na generalidade, permite identificar na região várias zonas bastante distintas sob o ponto de vista bioclimatológico, de acordo, como seria de esperar, com as principais unidades estruturais ou morfológicas anteriormente consideradas (Figura 17).

Com efeito, as áreas da “Meseta” (e do “planalto central”) e da maior parte dos “maciços montanhosos” – as terras altas – diferenciam-se das restantes pela dominância do carvalho-negral (*Quercus pyrenaica* Willd.). Porém, nas áreas altaneiras da serra da Estrela,

Figura 17 – Distribuição da vegetação potencial natural (séries de vegetação), para as condições ambientais atuais, na área da RV da Beira Interior e das sub-regiões de Castelo Rodrigo, Pinhel e Cova da Beira



Adaptado de Capelo et al., 2021

a dominância desta espécie cede lugar à sucessiva dominância da bétula – *Betula pubescens* subsp. *celtibérica* (Rothm. & Vasc.) Rivas-Mart. – e, sensivelmente acima dos 1700 metros de altitude, do zimbro-anão – *Juniperus communis* L. subsp. *alpina* (Suter) Čelak.

Por seu turno, na maior parte da “plataforma da Beira Baixa”, bem como na da “Cova da Beira”, com menor altitude e onde a temperatura é mais elevada, é deveras notável a dominância do sobreiro (*Quercus suber* L.), podendo estar associado a outras espécies codominantes, como o carvalho-negral, conforme as condições ecológicas locais. Nas áreas mais quentes, e também mais secas, da “plataforma da Beira Baixa” – nomeadamente a zona localizada entre o rio Ponsul e a fronteira com Espanha, incluindo a denominada Campina da Idanha – e do vale do Côa ou das encostas da meseta descaídas para o Douro, a vegetação natural potencial é tipificada pela dominância da associação do sobreiro com a azinheira (*Quercus rotundifolia* Lam.) e/ou com o zimbro (*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*). Entretanto, em áreas circunscritas, as características do solo (por exemplo, fraca ou grande

espessura) e o relevo podem também interferir na distribuição das diferentes espécies. É o que sucede com a dominância da azinheira com o carvalho-cerquinho (*Quercus faginea* Lam. subsp. *faginea*), em posições topográficas que favorecem a disponibilidade hídrica.

Salienta-se, ainda, que em algumas áreas do sistema montanhoso central, com alguma exposição a oeste (ou, mais propriamente, ao oceano) e pluviosas, é relevante a supremacia do carvalho-alvarinho ou carvalho-roble (*Quercus robur* L.) ou da sua associação com o sobreiro.

Por fim, nas áreas aluviais ou ribeirinhas, o freixo (*Fraxinus angustifolia* Vahl subsp. *angustifolia*) e o amieiro (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) revelam-se as espécies arbóreas dominantes. Assinala-se que em áreas apreciáveis da região não se verifica, obviamente, a dominância das espécies referidas, dada a presença avassaladora de espécies florestais associadas a elevado interesse económico. Ainda assim, tais espécies localizam-se na sua maior parte em zonas com condições específicas de temperatura e de precipitação ou, seja, em condições ecológicas que lhes sejam favoráveis.

Os índices bioclimáticos

A diferenciação bioclimatológica da região é ainda mais nítida quando se consideram índices bioclimáticos que são em geral utilizados na avaliação da aptidão para fins vitícolas. Isto é, índices cujas classes permitem obter áreas relativamente homogêneas definidas na base de uma única classe para cada um dos índices, identificando combinações originais do ponto de vista climático: macroclima vitícola.

Entre esses índices considera-se o *índice de Winkler* (IW, °C dia; Winkler, 1962) – graus-dia acumulados – que quantifica a duração térmica do período vegetativo e indica a possibilidade de uma dada casta completar o seu ciclo em certa região; calcula-se pelo somatório das temperaturas ativas ou, seja a temperatura média subtraída pelo zero vegetativo (10 °C) (IPMA, 2022a); o *índice heliotérmico de Huglin* (IH, unidades; Huglin, 1986)

que expressa a capacidade de maturação (produção de açúcares) numa dada região por incorporar indiretamente a radiação solar e a temperatura durante o processo fotossintético, através do comprimento do dia e da temperatura máxima, caracterizando a precocidade de um local (IPMA, 2022a); o *índice de frescura das noites* à maturação (IF, °C), definido pela média das temperaturas mínimas no mês de setembro (Tonietto & Carbonneau, 2000), que se relaciona com a qualidade da maturação (aromas, coloração) da região, favorecida por noites frias durante a maturação; e, por último, a *temperatura média durante o período vegetativo* (Jones et al., 2010), a qual já foi objeto de abordagem (Quadro 1). Estes índices permitem identificar e definir diferentes zonas na área da RV da Beira Interior no que toca à aptidão para a cultura

da vinha (Figura 18). De facto, os índices considerados evidenciam a forte influência da temperatura na região e separam com nitidez as sub-regiões das “terras altas” – de Castelo Rodrigo e de Pinhel – da sub-região da Cova da Beira. Porém, esta sub-região mostra uma grande variabilidade, distinguindo-se a “Cova da Beira” – a unidade morfológica ou estrutural propriamente dita – da “plataforma da Beira Baixa” e, esta, por sua vez, ainda com nítidas diferenciações em conformidade com as condições térmicas.

O *índice de Winkler* (graus-dia acumulados) varia entre 1700 e mais de 1900 °C, na parte sudeste da RV da Beira Interior, e decresce na área da “Cova da Beira” (1500–1700 °C) e, ainda mais, na da “Meseta” (1100–1500 °C); como esperado, nas áreas montanhosas, de maior altitude, atinge valores inferiores a 1100 °C (IPMA, 2022a) (Figura 18A). Este padrão de diferenciação espacial evidencia-se nos valores obtidos para este índice nas estações meteorológicas de Castelo Branco, do Fundão e de Figueira de Castelo Rodrigo (normais climatológicas 1951–1980): 1908, 1563 e 1313 °C, respetivamente (Quadro 1).

Uma diferenciação algo semelhante à anterior é manifestada pelo *índice de Huglin* que distingue áreas muito quentes e demasiado quentes, temperadas quentes, temperadas e frias ou muito frias (Figura 18B). Aliás, os valores deste índice naquelas estações meteorológicas atingem, pela mesma ordem, 2484, 2226 e 2021 unidades (Quadro 1), os quais correspondem a áreas muito quentes, temperadas quentes e temperadas, respetivamente. Os

índices de Huglin e de Winkler sugerem que algumas áreas do Sudoeste da RV da Beira Interior (Sertã-Vila de Rei) terão alguma semelhança com as sub-regiões de Castelo Rodrigo e de Pinhel.

O *índice de frescura das noites*, embora traduzindo uma menor discriminação espacial, destringe, ainda assim, a RV da Beira Interior em três grandes zonas caracterizadas por noites temperadas, noites frescas e noites muito frescas (Figura 18C). Cada uma destas zonas também está bem tipificada, respetivamente, pelo valor deste índice nas estações meteorológicas de Castelo Branco (15,7 °C), do Fundão (12,9 °C) e de Figueira de Castelo Rodrigo (10,8 °C) (Quadro 1).

A temperatura média do período de crescimento (período vegetativo), obtida nas estações meteorológicas de Castelo Branco (20,4 °C), do Fundão (18,5 °C) e de Figueira de Castelo Rodrigo (17,2 °C) (Quadro 1), também revela a forte diferenciação entre as áreas ou zonas por elas representadas. Na primeira, é considerada muito quente e nas outras são consideradas quentes, respetivamente (Jones et al., 2010).

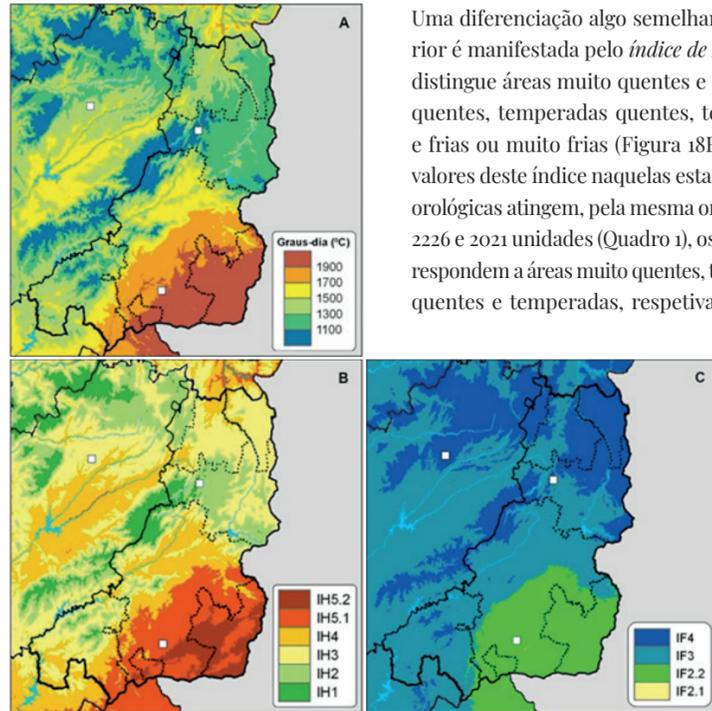
É necessário esclarecer que os esboços de diferenciação espacial dos valores de qualquer dos índices, ora considerados, não traduzem, como é óbvio, as múltiplas possíveis situações à escala local. Além disso, principalmente, esses esboços podem no futuro também apresentar outra expressão espacial, devido ao agravamento das condições climáticas, em especial as decorrentes do aumento da temperatura (Jones, 2012; Santos et al., 2018).

As sub-regiões e os índices bioclimáticos

A distribuição espacial dos valores obtidos para os diversos índices considerados suscita alguns comentários sobre a homogeneidade ou a heterogeneidade das sub-regiões consideradas na RV da Beira Interior.

As sub-regiões de Castelo Rodrigo e de Pinhel apresentam-se bastante homogêneas; a área da sub-região de Pinhel, em relação à de Castelo Rodrigo, evidencia

Figura 18 – Classes de clima vitícola definidas com o índice de (A) Winkler (Graus-dia, °C), o índice (B) heliotérmico de Huglin (IH) e o índice de (C) frescura das noites à maturação (IF), na RV da Beira Interior. (Adaptado de IPMA, 2022a).



IH1 – demasiado frio | IH2 – frio | IH3 – temperado | IH4 – temperado quente
IH5.1 – muito quente | IH5.2 – demasiado quente | IF4 – noites muito frescas
IF3 – noites frescas | IF2.2 – temperadas | IF2.1 – temperadas quentes

uma maior proporção de áreas da classe temperado quente (índice de Huglin) e representação apreciável de áreas com “noites frescas” (Figuras 18A e 18B). A delimitação destas sub-regiões sugere que em geral foram consideradas as condições ecológicas favoráveis à cultura da vinha, excluindo as áreas vizinhas de “clima frio” (Figuras 18A e 18B).

Por sua vez, a sub-região da Cova da Beira, pela sua grande extensão territorial, apresenta uma heterogeneidade de valores dos índices considerados que é semelhante à observada para a globalidade da área da RV da Beira Interior. Esta sub-região, ao englobar unidades morfológicas ou estruturais contrastantes, tais como os “maciços montanhosos”, a “plataforma da Beira Baixa” e a “Cova da Beira”, abrange áreas de clima desde a classe “demasiado frio” a “demasiado quente”, de acordo com o *índice de Huglin*

(Figura 18B); isto é, inclui algumas áreas que, de todo, não se apresentam favoráveis para a cultura da vinha. Tal heterogeneidade leva a crer que a delimitação da sub-região da Cova da Beira não obedeceu pura e simplesmente à identificação das áreas com as condições ecológicas aceitáveis para a expansão da cultura da vinha, tendo também havido alguma lógica de índole administrativa. Seria desejável, portanto, excluir da sub-região as áreas sem qualquer dúvida marginais e, se justificável, introduzir maior homogeneidade, por exemplo, pela sua subdivisão.

Reafirma-se, ainda, a notável similitude, transmitida pelo *índice de Winkler* e pelo *índice de Huglin*, entre a zona mais a sudoeste da RV da Beira Interior – a área da Sertã e de Vila de Rei – e as sub-regiões localizadas nas terras altas da “Meseta”. Este assunto, obviamente, deverá ser merecedor de uma análise mais detalhada.

Os solos

O território abrangido pela RV da Beira Interior tipifica-se, como se viu, por uma grande diversidade de formações geológicas (e, ainda mais, das litológicas), de formas de relevo, a nível geral e local, e de expressão dos elementos climáticos, como a precipitação e a temperatura. As múltiplas combinações entre a natureza das rochas, a morfologia do terreno e, em menor extensão, o clima determinam em larga medida a ocorrência e a distribuição de diferentes tipos de solos e, naturalmente, a variabilidade das suas características e a expressão das suas funções. Além disso, o historial do uso da terra, incluindo a armação ou construção de socalcos, a preparação profunda do solo e a incorporação de materiais orgânicos e, também, eventos extremos, como os fogos, tem influência não despreciable nas características atuais dos solos. A informação geral e mais atualizada sobre os solos do território da RV da Beira Interior encontra-se plasmada na Carta de Solos

e da Aptidão das Terras da Zona Interior Centro⁴, na escala 1:100000, datada de 2005 (Agroconsultores & Geometral, 2005), em que o sistema de classificação adotado foi a Base de Referência para os Solos do Mundo, designada simplesmente por WRB (IUSS, 2015) – um dos sistemas de classificação recomendados pela International Organization of Vine and Wine (OIV) aos seus membros (Van Leeuwen & Bois, 2018). Uma área muito reduzida da RV da Beira Interior está contemplada, na mesma escala, noutra carta: a Carta dos Solos do Nordeste de Portugal (Agroconsultores & Cova, 1991)⁵. De modo a facilitar a compreensão das considerações gerais sobre os solos, explicita-se, na Caixa 1, o sistema WRB, bem como os principais qualificadores (e respetivo significado) utilizados para a caracterização dos solos dos diferentes *agrupamentos de referência* que ocorrem na área geográfica da RV da Beira Interior.

⁴ A designação Zona Interior Centro refere-se à área da Região Centro que aproximadamente é ocupada por formações geológicas da Zona Centro Ibérica, do denominado Maciço Hespérico.

⁵ A RV da Beira Interior está abrangida na totalidade pela Carta de Solos de Portugal, na escala 1:1000000, elaborada pelo SROA, em 1971 (Atlas do Ambiente, 1982), e parcialmente pela Carta de Solos, na escala 1:250000, do SROA/CNROA (DGADR-SNIS, 2022); em qualquer delas foi considerada a Classificação dos Solos de Portugal. A informação constante nestes documentos não se adequa ou é insuficiente para organizar uma síntese respeitante aos solos da região.

Os agrupamentos de solos de referência

A partir da informação disponível em formato digital (DGADR-SNIS, 2022), organizou-se um esboço cartográfico cuja escala apenas permite mostrar de modo esquemático a distribuição de *agrupamentos de solos de referência* (primeiro nível do sistema WRB) na RV da Beira Interior (Figura 19). Posteriormente

considera-se, com algum detalhe, o segundo nível de classificação e que possibilita elucidar as principais características dos solos da região, a partir de dados analíticos e morfológicos de perfis de solos representativos e considerados na Memória da Carta de Solos da Zona Interior Centro (Quadro 2).

Sistema WRB

O sistema WRB apresenta dois níveis de classificação. O primeiro nível comporta os *agrupamentos de solos de referência* – formam a Base de Referência propriamente dita – que se definem a partir dos tipos de horizontes, das propriedades e dos materiais de diagnóstico (Sousa et al., 2004). O segundo nível é definido a

partir de um conjunto alargado de adjetivos qualificativos – os qualificadores –, já estabelecidos de forma padronizada, que se acrescentam, individualmente ou em combinação, às designações dos agrupamentos de referência que constituem o primeiro nível. Obtém-se assim, de modo flexível, em cada caso, uma

caracterização mais precisa e objetiva dos solos que, além de facilitar a correlação com outras classificações, facilita as ações de ordenamento do território e o planeamento do uso da terra, antevendo os riscos de utilização e as opções gerais de gestão e de condução das culturas e, em particular, da vinha.

Qualificadores utilizados no segundo nível de classificação

Epiléptico – solos em que a espessura efetiva esteja compreendida entre 25 e 50 cm.

Endoléptico – solos com espessura compreendida entre 50 e 100 cm (a ausência deste e do anterior qualificativo significa que o solo é normal ou, seja, com mais de 100 cm de espessura efetiva).

Esquelético – solos que apresentem mais de 40% do volume ocupado por elementos grosseiros (saibro, cascalho, pedras, calhaus), em média, em toda a sua profundidade.

Crómico – solos que apresentem cor vermelho-escuro, vermelho, vermelho-claro, vermelho-amarelado ou amarelo-avermelhado, significando que, em princípio, não ocorrem situações de drenagem deficiente

e de restrição de arejamento.

Dístico – solos cuja percentagem da soma de bases ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$) extraíveis relativamente à capacidade de troca catiónica seja inferior a 50%, na maior parte da espessura entre 20 e 100 cm de profundidade (genericamente solos ácidos).

Éutrico – solos em que a percentagem da soma de bases ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$) extraíveis relativamente à capacidade de troca catiónica seja superior a 50%, na maior parte da espessura entre 20 e 100 cm de profundidade.

Abrúptico – indica que existe transição abrupta de um horizonte para outro, nomeadamente nos solos em que há um

aumento substancial do teor de argila no horizonte subjacente, determinando frequentemente condições de compactação e de drenagem deficiente.

Húmico – solos em que o teor de carbono orgânico é pelo menos de 1%, em média, até 50 cm de profundidade.

Ócrico – solos em que o teor de carbono orgânico é inferior a 1%, em média, até 50 cm de profundidade.

Árico – solos cujo perfil foi fortemente modificado por operações mecânicas profundas (por exemplo, ripagem).

Magnésico – solos cuja razão entre o Ca e o Mg do complexo de troca seja inferior à unidade.

De acordo com a Carta de Solos da Zona Interior Centro, os *agrupamentos de solos de referência* identificados na RV da Beira Interior correspondem a *Fluvissoles*, *Leptossolos*, *Regossolos*, *Umbrissolos*, *Cambissolos*, *Luvissolos* e *Antrossolos* (Figura 19).

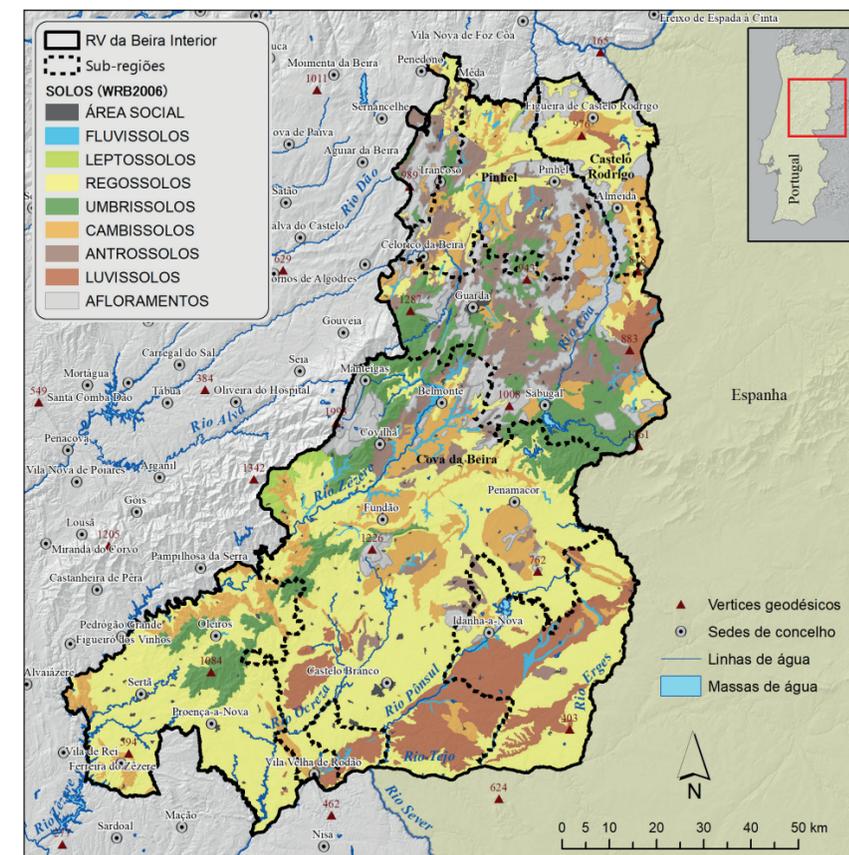
Os *Fluvissoles* ocorrem nas áreas aluviais ou de terraços baixos ou aluviões antigos, ocupando, por isso, áreas reduzidas. Mercê dessa localização, apresentam grande espessura e condições de humidade favoráveis, o que é determinante de elevada

produtividade e que, no caso da cultura da vinha, poderá originar excesso de vigor. O agrupamento dos *Leptossolos* inclui os solos que assentam sobre rocha compacta a uma profundidade igual ou inferior a 25 cm; são impróprios para cultivo e, em geral, associam-se a cobertura natural arbustiva ou florestal. Um solo em que a rocha compacta se encontra a uma profundidade de 30 cm não é incluído neste agrupamento (Figura 20-I). Solos com reduzida espessura também não serão enquadrados nos *Leptossolos*, desde que a rocha sobre a qual assentam se mostre densamente folheada e com clivagem vertical, e que facilite a expansão das raízes e a circulação de água, e permita a realização de

operações mecânicas (por exemplo, uma ripagem) para aumentar o volume de solo disponível (Figura 20-II).

Os *Regossolos* constituem, de longe, o agrupamento de referência predominante na RV da Beira Interior. Caracterizam-se por um perfil fracamente diferenciado; apresentam um horizonte superficial com teor variável de matéria orgânica (Ap), a que se segue, em regra, o material originário pouco alterado (C, CR); a seguir a este material, pode surgir, a maior ou menor profundidade, de forma abrupta ou gradual, rocha compacta (Figuras 20 e 21). Manifestam características muito diferenciadas e bastante dependentes do relevo e da natureza das rochas sobre as quais se desenvolvem.

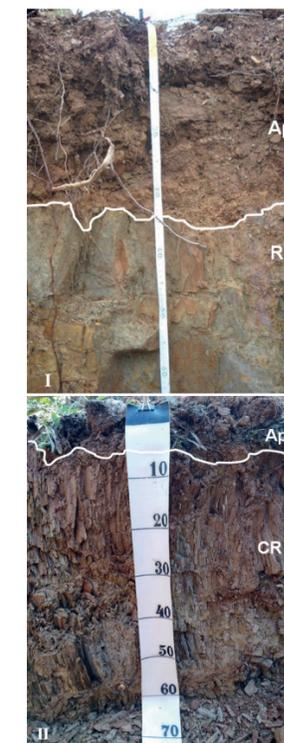
Figura 19 – Esboço da distribuição dos *agrupamentos de solos de referência* na área da RV da Beira Interior, elaborado a partir da Carta de Solos da Zona Interior Centro (escala 1:100000)



Disponibilizada em formato digital (DGADR-SNIS, 2021; <https://snisosol.dgadr.gov.pt/>).

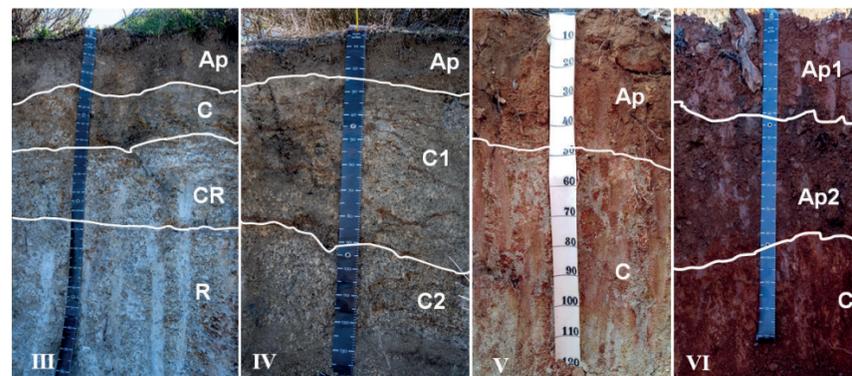
Em cada uma das unidades cartográficas, apenas se refere o agrupamento dominante, omitindo-se os subdominantes

Figura 20 – Solos delgados formados sobre rochas xistosas. O solo I (*Regossolo Epiléptico*) restringe-se a uma espessura de 30/35 cm por assentar sobre rocha compacta (R); o solo II (*Regossolo Endoléptico*) assenta sobre rocha densamente folheada, com clivagem vertical e pouco compacta (CR) e, por isso, apresenta uma espessura efetiva superior ao anterior.



Créditos fotográficos: Paulo Marques

Figura 21 – Exemplos de *Regossolos* desenvolvidos sobre rocha granítica (III, IV), arcoses (V) e micaxistos e gnaisses (VI). O solo III designa-se como *Regossolo Endoléptico* por apresentar rocha compacta a 65/70 cm. Os restantes solos designam-se simplesmente como *Regossolos* por não ocorrer rocha compacta até 100 cm. Os solos V e VI apresentam carácter crómico. A homogeneidade do solo VI até 90–110 cm deve-se às operações mecânicas inerentes à instalação de uma vinha



Créditos fotográficos III, IV e VI: Pedro Baía. V: Paulo Marques

Os solos do agrupamento dos *Cambissolos* distinguem-se do anterior pelo facto de apresentarem um horizonte subsuperficial (Bw) que não se confunde quer com o material originário quer com o horizonte superficial (Ap), do qual se diferencia pelo menor teor de matéria orgânica (Figura 22-VIII). Não obstante esta maior diferenciação de

horizontes, as características dos *Cambissolos* podem ser semelhantes àquelas que se observam nos *Regossolos*.

Os *Umbrissolos* referem-se a um agrupamento de solos que se associa especificamente à presença de camadas ou horizontes superficiais muito escurecidos (pardo muito escuro a preto) pela elevada acumulação de matéria

orgânica; em geral, apresentam acentuada acidez (Figura 22-VII). Estas características devem-se a condições ecológicas específicas, associadas a paisagens de maior altitude, com grande precipitação e/ou baixa temperatura. São também solos pouco evoluídos, com profundidade variável, mas superior a 25 cm, podendo apresentar ou não um horizonte Bw. Ao contrário dos agrupamentos anteriores, os *Luvissolos* apresentam um horizonte subsuperficial (Bt) em que o teor de argila é, pelo menos, 1,4 vezes superior ao existente no horizonte sobrejacente (Figura 22 - IX e X). Estes solos têm apreciável representatividade na região e desenvolveram-se sobre formações sedimentares (Figura 1), em superfícies relativamente planas, e, em menor extensão, sobre materiais xistosos (em áreas aplanadas). Em geral, são profundos e com textura média a fina no horizonte Bt, o qual pode manifestar elevada compactidade e determinar condições deficientes de drenagem e de arejamento.

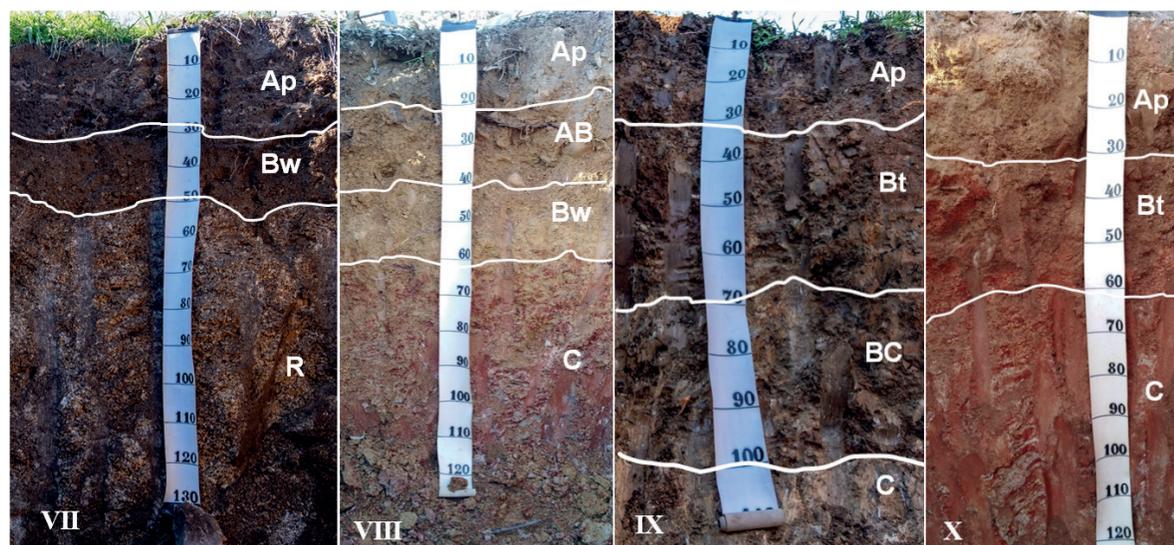
Os solos do agrupamento *Antrossolos* ocorrem em áreas de antigos terraços ou socacos e em que houve incorporação de materiais orgânicos e outros resíduos; por isso, são em geral espessos, ricos em matéria orgânica e, frequentemente, apresentam elevada fertilidade. Se excluirmos a singularidade da armação do terreno, podem enquadrar-se, conforme o seu perfil, nos agrupamentos dos *Regossolos*, dos *Cambissolos* ou, mesmo, dos

Umbrissolos, entre outros.

Salienta-se, ainda, que extensas áreas da região não se caracterizam pela dominância de um determinado *agrupamento de solos de referência*, mas outrossim pela presença generalizada de *afloramentos rochosos* (geralmente, nas áreas de formações graníticas) que podem ocupar mais de 70% da respetiva superfície. É o caso das áreas extensas e profundamente recortadas pelo rio Côa e respetivos afluentes (e, mesmo, pelo fronteiro rio Águeda), bem como do “planalto central”, da transição da superfície da “Meseta” para a “Cova da Beira” ou de áreas cimeiras dos relevos montanhosos (Figura 19). Entre os afloramentos rochosos, ocorrem alguns dos agrupamentos de solos considerados, na maioria dos casos *Leptosolos*, *Regossolos* e *Cambissolos*.

Face à informação veiculada por elementos cartográficos anteriores – como a Carta de Solos de Portugal, na escala 1:1000000 (Atlas do Ambiente, 1982) –, a informação cartográfica ora apresentada (Figura 19) específica que na RV da Beira Interior são vastas as áreas com predomínio de afloramentos rochosos; mais importante, evidencia que o agrupamento dos *Regossolos* é efetivamente o mais representado e ocupando as áreas em que era considerada a predominância dos denominados “Litossolos” (Classificação dos Solos de Portugal) – solos com espessura inferior a 10 cm.

Figura 22 – a) *Umbrissolo Epiléptico* desenvolvido sobre rocha granítica: contacta abruptamente com a rocha granítica compacta a 50 cm de profundidade (VII); *Cambissolo* desenvolvido sobre rocha sedimentar (arcose) não compacta (VIII). b) *Luvissolos* desenvolvidos sobre filitos e metagrauvaques (IX) e arcoses (X). Qualquer deles apresenta um horizonte enriquecido em argila entre 30 e 60/70 cm (Bt); o primeiro mostra-se muito compacto e o segundo apresenta carácter crómico. A espessura efetiva atinge maior profundidade no segundo do que no primeiro.



Créditos fotográficos VII, IX e X: Pedro Baía. VIII: Paulo Marques

A diversidade das características dos solos

A distribuição e caracterização dos agrupamentos de solos de referência (Figura 19) e os exemplos de caracterização e classificação, no segundo nível do sistema WRB, de solos representativos desses agrupamentos (Quadro 2) – identificados pela sigla com que se referem na memória da carta de solos –, permitem afirmar que os solos da área geográfica da RV da Beira Interior, independentemente do agrupamento de referência a que pertençam, são assaz variáveis quanto à profundidade ou

espessura efetiva, à textura, à proporção de elementos grosseiros, à reação e à fertilidade, e ao teor de matéria orgânica, por exemplo; tais características são de grande importância para a quantidade e a qualidade da produção nos sistemas vitícolas (White, 2015). Esta variabilidade determina grandes diferenças na capacidade do solo para reter e disponibilizar água e nutrientes, e assegurar a circulação da água (drenagem) e do ar (arejamento) (Fayolle *et al.*, 2019; Van Leeuwen & Seguin, 2006).

Quadro 2 – Classificação de solos representativos da RV da Beira Interior, de acordo com o sistema WRB; os qualificadores entre parêntesis são facultativos. Identifica-se o material originário, a altitude, a profundidade da rocha dura e a cobertura de cada solo.

Solo/	Prof.	EG	AR	LM	AG	Textura	C _{org}	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	CTC	P ₂ O ₅	K ₂ O
Horiz	cm	-----%-----					%	(H ₂ O)	-----cmole kg ⁻¹ -----						mg kg ⁻¹	
E 68 - Leptosolo Dístico (Ótrico) – xisto; 510 m; R= 20 cm; pastagem natural																
Ap	0-20	38,1	54,7	35,3	10,0	Franco-limoso	1,00	5,38	1,25	0,96	0,06	0,04	0,69	7,93	16,5	32
MM 3 - Regossolo Epilético Dístico (Árico, Húmico, Magnésico) – xisto; 227 m; R=42 cm; plantação florestal																
Ap1	0-20	43,8	72,0	10,3	17,7	Franco-arenoso	2,66	5,50	2,93	1,01	0,25	0,08	0,07	11,43	5,1	157
Ap2	20-42	49,6	50,6	37,9	11,5	Franco-limoso	1,55	5,30	0,55	0,91	0,28	0,01	0,06	10,87	4,1	124
MM 1 - Regossolo Endolético Dístico (Ótrico) – granito porfiroide; 355 m; R= 80 cm; pastagem natural																
Ap	0-20	25,9	84,8	9,9	5,3	Arenoso-franco	0,91	5,38	0,60	0,14	0,05	0,02	0,59	4,70	112,7	53
C1	20-40	29,0	71,1	15,4	13,5	Franco-arenoso	0,31	5,24	0,25	0,09	0,02	0,02	0,65	3,24	13,5	28
D 282 - Regossolo Endolético Dístico (Ótrico) – xisto; 330 m; R= 90 cm; cultura arvense																
Ap	0-20	42,6	28,3	59,2	12,5	Franco-limoso	1,66	5,40	3,15	1,40	0,40	0,03	0,65	10,76	132,4	41
C1	20-50	46,0	16,9	66,3	16,8	Franco-limoso	0,54	5,30	1,45	2,88	0,20	0,06	3,27	13,28	27,5	102
D 322 - Regossolo Esquelético Dístico (Ótrico) – arcose conglomerática; 270 m; R>140 cm; montado de azinho com pastagem natural																
Ap	0-15	52,1	71,9	18,5	9,6	Franco-arenoso	1,75	5,90	3,22	0,77	0,50	0,01	0,11	7,67	72,6	230
AC	15-30	61,5	68,4	18,9	12,7	Franco-arenoso	0,64	5,90	0,94	0,50	0,57	0,01	0,84	5,19	64,8	229
C1	30-55	83,9	65,3	18,3	16,4	Franco	0,54	5,80	0,96	0,81	0,59	0,02	1,15	6,21	60,2	261
C2	55-73	76,5	52,6	27,5	19,9	Franco	0,47	6,00	1,13	1,09	0,73	0,05	1,36	6,10	-	-
QT - Umbrissolo Epilético Câmbico – granito; 484 m; R=50 cm; vegetação herbácea natural																
Ap	0-30	32,4	82,5	11,4	6,1	Franco-arenoso	2,20	4,80	1,14	0,38	0,18	0,05	1,13	-	112,5	123
Bw	30-50	34,8	69,6	15,2	15,2	Franco-arenoso	0,44	5,00	0,80	0,45	0,26	0,05	1,53	-	93,6	134
A 83 - Cambissolo Epilético Dístico (Ótrico) – granito; 760 m; R=45 cm; olival e vinha																
Ap	0-25	21,0	85,0	10,0	5,0	Arenoso-franco	0,54	5,40	1,02	0,18	0,20	0,07	0,08	5,28	208,4	139
Bw	25-45	10,5	79,3	13,7	7,0	Franco-arenoso	0,16	5,60	3,25	0,69	0,16	0,08	0,24	8,92	100,8	106
D 132 - Cambissolo Epilético Dístico (Húmico) – xisto; 580 m; R= 45 cm; estrato arbustivo rasteiro																
Ap	0-23	40,9	48,3	39,3	12,4	Franco-limoso	5,30	5,10	0,25	0,14	0,12	0,07	2,57	21,22	18,3	45
Bw	23-45	47,0	29,8	59,0	11,2	Limoso	2,23	5,30	0,06	0,11	0,04	0,01	2,13	9,35	3,9	22
MM 3A - Luvisso Crómico (Árico, Ótrico, Magnésico) – arcose; 293 m; R>100 cm; plantação florestal																
Ap	0-30	37,8	76,0	13,2	10,8	Franco-arenoso	0,54	5,92	1,06	0,61	0,13	0,01	0,11	3,91	0,8	55
Bt	30-60	27,3	52,5	10,3	37,2	Argilo-arenoso	0,48	5,44	0,19	1,54	0,22	0,03	0,07	11,72	0,1	103
C	60-120	12,0	63,3	6,2	30,5	Franco-argilo-arenoso	0,13	5,13	0,29	2,20	0,08	0,06	0,05	14,96	0,8	42
A 37 - Luvisso Abrupto (Ótrico) – xisto; 690 m; R>100 cm; vegetação herbácea natural																
Ap	0-20	39,0	60,7	32,0	7,3	Franco-limoso	0,81	4,90	1,66	0,30	0,20	0,05	-	11,41	41,2	120
Bt	20-45	41,1	31,6	40,2	28,2	Franco-argilo-limoso	0,36	5,50	4,75	2,37	0,19	0,11	-	15,22	9,2	108

EG – elementos grosseiros | AR – Areia | LM – limo | AG – Argila | C_{org} – carbono orgânico
 C_{org} x 2 ≈ matéria orgânica | CTC – capacidade de troca catiónica a pH 7 | R – rocha dura.
 P₂O₅ e K₂O referem-se, respetivamente, ao fósforo e ao potássio extraíveis | 1 cmole de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ e Al³⁺ corresponde, respetivamente, a 200, 120, 390, 230 e 9 mg kg⁻¹

Fora os *Aluviossolos* que, pela sua posição topográfica, apresentam profundidade bastante favorável, os solos dos restantes agrupamentos que ocorrem na RV da Beira Interior apresentam profundidade muito variada. Em muitos casos, a profundidade pode ser bastante reduzida (Quadro 2), o que evidentemente limita a normal expansão das raízes das videiras no solo (Archer & Saayman, 2018; White 2003); aliás, na Figura 24 ilustra-se como a reduzida espessura do solo restringe a expansão e modifica a arquitetura do sistema radicular de uma videira. Portanto, as restrições à expansão das raízes, devido à presença de rocha compacta ou, mesmo, de camadas compactas a pequena profundidade (White, 2003), afetam a expressão da relação básica entre o solo e as videiras – o suprimento

das necessidades em água e em nutrientes (Fayolle et al., 2019).

No contexto das condições climáticas da região (e também das alterações climáticas), a espessura do solo tem, então, grande relevância. A propósito, realça-se que as formações graníticas apresentam por vezes fraca coesão devido à denominada “arenização” dos granitos (Ferreira, 2005), o que pode facilitar o enraizamento profundo das videiras (Figura 21-IV). Algumas rochas xistosas, pela sua densa folheação e clivagem de tendência vertical (Figura 20-II), permitem as operações mecânicas que fácil e economicamente ampliem a espessura do solo. Assim, à escala local, é também essencial considerar a natureza e o estado de alteração dos materiais litológicos subjacentes ao solo, em especial para a instalação da vinha.

Figura 24 – Sistema radicular de uma videira condicionado pela reduzida espessura até à rocha granítica pouco alterada e que se desenvolve preferencialmente na horizontal, em zonas de rocha mais alterada



Créditos fotográficos: Susana Mendes

Na área da RV da Beira Interior, a textura dos solos também é muito variada e apresenta alguma relação com a natureza do material originário dos mesmos (Quadro 2). Os solos desenvolvidos sobre rochas graníticas são, as mais das vezes, areno-francos e franco-arenosos, ao passo que os desenvolvidos sobre materiais xistosos tendem a apresentar textura

mais fina (francos, franco-limosos ou, mesmo, limosos) devido principalmente ao elevado teor de limo (Quadro 2 – D 132, D 282). A textura, em conjunto com a profundidade, determina a capacidade dos solos para disponibilizar água e nutrientes às videiras (White, 2015). Por exemplo, a água disponível (por aproximação, a diferença do teor de humidade no solo nas

condições de capacidade de campo e nas de emurhecimento permanente) pode atingir, até um metro de profundidade, 150 a mais de 200 mm nos solos francos e franco-limosos, ao passo que nos solos arenoso-francos ou franco-arenosos é da ordem de 100 a 120 mm; porém, este padrão pode ser bastante modificado pela espessura dos solos. Essa informação é bastante importante para avaliar o índice de secura (Tonietto & Carbonneau, 2004), à escala local.

A multiplicidade de combinações associadas à profundidade e à granulometria (textura) dos solos, bem como à posição topográfica e forma de relevo em que os mesmos se localizam, são determinantes da disponibilidade hídrica e, portanto, do vigor e da produtividade das videiras. Mas, a expressão dessas combinações está em estreita relação com as condições hidrológicas de cada ano; por exemplo, num ano muito chuvoso, poderão ser mais favoráveis os solos em que a textura seja mais ligeira e facilite a drenagem e o arejamento dos mesmos.

A capacidade de disponibilização de água e de nutrientes pelo solo às videiras pode ser bastante diminuída pela presença de elementos grosseiros (fragmentos com diâmetro superior a 2 mm), mormente quando a proporção destes atinge valores da ordem de 50 % do volume do mesmo (Quadro 2 – D 322). Entretanto, também se deve considerar a contribuição benéfica dessa fração grosseira na infiltração da água no solo e na redução e no controlo da erosão.

Os solos da RV da Beira Interior, dada a natureza dos respetivos materiais litológicos, apresentam em geral reação ácida, associada, em alguns casos, a elevada concentração de alumínio no complexo de troca, ultrapassando

mesmo a da soma das bases de troca (Quadro 2). É notória a grande variabilidade do teor de fósforo extraível – muito baixo a muito alto – certamente dependente, em grande parte, do historial de uso da terra (Quadro 2); o teor de potássio extraível, desde baixo a muito alto, deverá também depender da natureza das rochas subjacentes ao solo. Por sua vez, as concentrações de cálcio e de magnésio no complexo de troca são também bastante variáveis, sublinhando-se que, em alguns casos, sobretudo em algumas áreas de formações sedimentares, a relação Ca/Mg é inferior à unidade (carácter magnésico) (Quadro 2 – MM 3, D 282, MM 3A) ou, mesmo, a 0,1 (carácter hipermagnésico). É também de todo o interesse que seja conhecida a disponibilidade de elementos como o manganês, o zinco, o cobre e o boro. Devido à reação do solo e à natureza das formações litológicas subjacentes, não se justifica, na região, a determinação do teor de calcário e, portanto, de calcário ativo. Apesar de não ocorrerem rochas (material calcário) indutoras de clorose férrica, admite-se que algumas rochas poderão ser muito pobres em ferro e os solos sobre elas desenvolvidos poderão apresentar baixa disponibilidade deste elemento.

Realça-se que alguns solos apresentam teor de carbono orgânico (e de matéria orgânica) demasiado reduzido (Quadro 2 – MM 1, A 83, MM 3A, A 37) e aquém do que seria de esperar para as condições ecológicas em que se encontram, muito provavelmente por via do uso e da gestão a que têm estado submetidos. O reduzido teor de carbono orgânico do solo afeta de modo negativo a capacidade de retenção de água e de nutrientes, bem com a estrutura, a fertilidade e a atividade biológica do mesmo.

A utilidade da cartografia disponível

O conhecimento da variabilidade espacial das características do solo é essencial para suporte de decisões que visem tirar o maior partido da interação entre as videiras e o mesmo e, bem entendido, dos recursos

disponíveis – por exemplo, planeamento do *layout* de uma nova vinha, a alocação de castas ou de porta-entertos para locais específicos e o design de um sistema de rega (White, 2015). A informação cartográfica sobre os solos

do território da RV da Beira Interior (Agroconsultores & Geometral, 2005), apresentada anteriormente, é de pouca utilidade para suporte de decisões inerentes à zonagem e à condução dos sistemas vitícolas à escala local. Embora seja recente e tenha em consideração algumas características fundamentais do solo, a sua escala (1:100000) é inadequada para avaliações dessas características em áreas de reduzida dimensão (exploração vitícola ou parcelas desta), pois a área mínima de terreno representável na carta é da ordem de 25 a 40 hectares. A informação cartográfica em apreço não ostenta, portanto, a necessária resolução espacial; além disso, o detalhe informativo sobre os solos de um dado local está diluído em designações gerais e, por vezes, pouco compreensíveis.

A cartografia para apoio da zonagem ou outras aplicações à escala local terá de ser mais pormenorizada e detalhada, considerando as características do solo mais relevantes (por exemplo, profundidade, a pedregosidade, a textura) para o desempenho da vinha e a qualidade das uvas. Para isso, além das técnicas tradicionais de cartografia de solos, pode recorrer-se a novas tecnologias para aumentar o rigor e reduzir

os custos, destacando-se entre estas os sistemas de informação geográfica, os modelos de elevação do terreno, as técnicas geofísicas (por exemplo, sensores baseados na indução eletromagnética – medição da condutividade elétrica do solo), a deteção remota e as técnicas estatísticas, de modo que os dados pontuais possam ser convertidos em distribuições contínuas das características a considerar. Os resultados obtidos podem originar um mapa de alta resolução que exiba uma certa variabilidade espacial dos solos de uma dada área, sem conhecer com exatidão a causa da variação; a partir daí, pode, então, ser efetuada uma amostragem “orientada” do solo para identificar a(s) causa(s) da variabilidade detetada (Van Leeuwen & Bois, 2018). Para além do apoio à zonagem e à melhoria de sistemas de condução de sistemas vitícolas, a utilização das novas tecnologias tem também um grande potencial para as atividades de monitorização e para a organização de sistemas de informação pertinentes (Vaudour et al., 2015). Em suma, a aplicação dessas tecnologias identifica-se com a laboriosa e longa delimitação de singulares *terroirs* nas vinhas monásticas, efetuada há vários séculos (White, 2015).



Considerações gerais

A extrema diversificação do território da Região Vitivinícola da Beira Interior, com reduzida influência oceânica, está associada principalmente às formações geológicas, ao relevo e ao clima. Mas, é o relevo da região, pelas suas formas, pelos seus níveis de altitude e exposição, desde a escala geral à local, que origina uma expressiva diferenciação paisagística na região, determinando forte variação no macro, meso e no microclima e, portanto, condições ecológicas assaz heterogéneas. Daí decorre um leque enorme de condições bioclimáticas com fortes implicações na zonagem vitícola, como se verificou a partir da vegetação potencial e dos índices bioclimáticos considerados. A grande diversidade das condições ecológicas daí decorrentes constitui um grande potencial e também um desafio ao sector vitícola para tirar o melhor partido de cada uma delas; constitui também um estímulo ao engenho e à “sabedoria” dos vitivinicultores. O padrão climático da Região Vitivinícola da Beira Interior apresenta características extremas quanto à precipitação e à temperatura. Por um lado, a baixa quantidade

e o regime de precipitação, associados às elevadas temperaturas estivais e à secura do ar, são determinantes de condições extremas de temperatura e de escassez hídrica nalgumas áreas da região, o que é reforçado pela variabilidade do padrão de precipitação (frequência de anos secos). Por outro, nas terras altas (montanhosas e planálticas), além das limitações inerentes às condições hídricas, avultam os riscos associados às baixas temperaturas e, como tal, à frequência e à época das geadas. A contribuição dos solos, consoante as suas características, deverá ser equacionada para atenuar os riscos inerentes à secura.

Ao carácter agreste do clima da região somam-se as atuais (e as previstas) tendências de aumento da temperatura – nomeadamente das máximas e no verão –, a que se associam as ondas de calor; também é exetável maior frequência de dias com temperaturas máximas extremas, tanto no ar como no solo. Em paralelo, também emerge a tendência para diminuição da precipitação anual, reduzindo-se a correspondente ao período da primavera. É inevitável, portanto, que estas

tendências irão acentuar o padrão de escassez de disponibilidade hídrica e respetivos eventos extremos. Torna-se por demais evidente que os riscos respeitantes a tais alterações climáticas exigem o desenvolvimento de estratégias de adaptação e de mitigação. A diversidade de paisagens e de património genético das videiras constituem um grande potencial para o seu desenrolar na área da Região Vitivinícola da Beira Interior. Em particular, a geomorfologia e o relevo da região determinam múltiplas situações meso e microclimáticas que são essenciais para consubstanciar as estratégias de adaptação espacial, como, por exemplo, a expansão da vinha para áreas de maior altitude. Além disso, é essencial a utilização de plantas (castas e porta-enxertos) mais resistentes à secura e adequar as práticas de instalação e de condução da vinha ao agravamento das condições climáticas.

Especificamente devem ser concebidas, à escala das sub-regiões e local, estratégias espacializadas de adaptação às alterações climáticas que considerem o clima, o solo e os recursos hídricos, dando a devida atenção ao contínuo “solo-planta-atmosfera” e, portanto, ao potencial da variabilidade das características dos solos. As mesmas incluem as boas

práticas de condução da vinha, a gestão da água de rega ou rega deficitária) e sistemas de gestão que visem a proteção das videiras e do solo, incluindo a acumulação de carbono orgânico. Os sistemas de gestão do solo nos sistemas vitícolas deverão reduzir ou eliminar os riscos de erosão (Rodrigo-Comino, 2018), através da respetiva proteção por vegetação ou resíduos orgânicos; conservar ou aumentar a quantidade de carbono no solo, reduzindo as práticas que perturbem o mesmo; assegurar o equilíbrio e o ciclo de nutrientes no solo; minimizar a compactação; favorecer a atividade biológica e a biodiversidade; melhorar a eficiência do uso da água. Estas diretrizes – diretrizes de gestão sustentável do solo (FAO, 2019) – são de grande alcance para otimizar o uso de recursos disponíveis e desenvolver uma viticultura ambientalmente responsável e contribuinte de serviços de ecossistemas; em suma, são essenciais para a sustentabilidade dos sistemas vitícolas (Lazcano *et al.*, 2020; Vaudour *et al.*, 2015). Tal abordagem constitui um estímulo à inovação transversal ao sector vitivinícola para reduzir a sua vulnerabilidade ambiental e económica, e aumentar a sua capacidade de adaptação perante um clima em mudança.