

Proteção do Solo em Viticultura de Montanha

Manual Técnico para a Região do Douro

Autor: Tomás de Figueiredo

CIMO / ESA / IPB – Centro de Investigação de Montanha,

Escola Superior Agrária,

Instituto Politécnico de Bragança

Autores de Secções

Afonso Martins

UTAD/DEBA – Universidade de Trás-os-Montes
e Alto Douro, Departamento de Biologia
e Ambiente

Cristina Carlos

ADVID – Associação para o Desenvolvimento
da Viticultura Duriense

Coautores de Secções

Zulimar Hernández

UAM – Universidade Autónoma de Madrid

Felícia Fonseca

CIMO /ESA / IPB – Centro de Investigação de Montanha,
Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança

2015

Ano Internacional
dos Solos



FICHA TÉCNICA

Título: Proteção do Solo em Viticultura de Montanha : Manual Técnico para a Região do Douro

Edição: ADVID – Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense

Editor: Tomás de Figueiredo (CIMO / ESA / IPB – Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança)

Autor: Tomás de Figueiredo (CIMO / ESA / IPB)

Autor da Secção *A gestão do solo vitícola do Capítulo Gestão do Solo*

Afonso Martins (UTAD/DEBA – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Departamento de Biologia e Ambiente)

Autor da Secção *A importância da presença de infra-estruturas ecológicas no ecossistema vitícola na preservação do solo e no fomento da biodiversidade funcional do Capítulo Gestão do Solo*

Cristina Carlos (ADVID)

Coautor da Secção *Solos feitos pelo Homem: Antrossolos e Tecnossolos do Capítulo Solos*
Zulimar Hernández (UAM – Universidade Autónoma de Madrid)

Coautor da Secção *Transformações no solo após preparação do terreno para plantação do Capítulo Solos*

Felícia Fonseca (CIMO / ESA / IPB)

Cartografia: Jorge Arsénio Araújo, ESA / IPB e contributo de Zulimar Hernandez, UAM (ZH)

Ilustrações: Samuel Duarte Figueiredo

Fotografias: Samuel Duarte Figueiredo e material disponibilizado por Tomás de Figueiredo, CIMO/ESA/IPB (TdF); Afonso Martins, UTAD (AM); Cristina Carlos, ADVID (CC); Márcio Nóbrega, Sogevinus Quintas SA (MN); Fátima Gonçalves, UTAD (FG); Jean Poesen, Universidade Católica de Lovaina, Bélgica (JP)

Coordenação editorial: Fernanda Almeida e Rosa Amador (ADVID)

Tiragem: 250 exemplares

Distribuição: ADVID – Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense

Dep. Legal nº: 396203/15

ISBN nº: 978-989-98368-5-3

Ano: 2015

Proteção do Solo em Viticultura de Montanha

Manual Técnico para a Região do Douro

Autor: Tomás de Figueiredo





Índice

Preâmbulo	5
1 - Enquadramento geográfico	7
- A Região Demarcada do Douro	7
- Relevo, litologia, clima	9
2- Solos e qualidade da terra	13
- Os solos e a sua distribuição	13
- Qualidade da terra	15
- Solos feitos pelo Homem: Antrossolos e Tecnossolos	16
- Antrossolos do Douro	20
- Transformações no solo após preparação do terreno para plantação	21
3- Ameaças ao recurso solo, fatores de risco	25
- As ameaças	25
- Erosão hídrica dos solos: fatores de risco	25
- Topografia	26
- Erosividade das precipitações	28
- Erodibilidade do solo	31
- Cobertura vegetal do terreno	35
- Erosão hídrica no Douro	39
4 - Proteção do solo: medidas culturais	45
- Roteiro de intervenções	45
- Gestão de áreas críticas	46
- A gestão do solo vitícola	54
- A importância da presença de infra-estruturas ecológicas no ecossistema vitícola na preservação do solo e no fomento da biodiversidade funcional	60
5 - Medidas estruturais de proteção do solo	67
- Terraços	68
- O modelo clássico de terraço	69
- Sistemas de plantação e armação do terreno de vinha no Douro	69
- Princípios orientadores da aplicação de medidas estruturais de conservação do solo	71
- Dimensionamento de terraços	72
- Estruturas de drenagem	77
- Dimensionamento de estruturas de drenagem	79
- Instalação de estruturas de conservação do solo	83
Bibliografia	86
Anexo	90
- Solos e qualidade da terra na RDD	91
- Principais tipos de solos	101
- Perfis de solos	107

Preâmbulo

O trabalho que aqui se apresenta, responde a uma proposta da ADVID, na pessoa da colega Eng.^a Rosa Amador. O desafio era duplamente estimulante, primeiro pela possibilidade de partilhar a experiência de anos de trabalho sobre o tema, sempre focado nas ameaças que diminuem a capacidade do solo para nos restituir, em bens essenciais, o pouco que lhe damos, sempre preocupado com a sua proteção, enquanto bem evolutivo e vivo. Depois, e não menos importante, pelos laços que, muito para além do razoável, atam às terras onde nos começou a vida antes mesmo de começar a ser a nossa. Duas motivações bastantes para uma resposta que se tornou compromisso e obrigação.

O que foi desafio foi também aprendizagem sobre a larga extensão do campo de desconhecimento acerca do que pode ser útil a quem vive e preserva, com trabalho e dedicação, a Região que é o nosso orgulho. Afirma-se pois que todas as correções ao vertido neste manual serão bem-vindas, antes do mais a benefício do rigor, mas igualmente com a consideração devida aos que aqui encontram elementos de préstimo para a sua atividade.

O texto tem o propósito de reunir informação e metodologias aplicáveis pelos interessados na viticultura duriense, no que concerne à proteção do solo. Com ou sem ele, prossigam salvaguardando o capital herdado – o do respeito pelo recurso solo de que são diretos beneficiários.

Propõe-se um percurso realizado em três fases, precedidas de muito genérico enquadramento regional. Passando do solo, suas características e distribuição, às ameaças a este recurso, designadamente a erosão hídrica, o manual técnico fecha, em duas etapas, com os instrumentos que podem permitir reduzir aquelas ameaças e conservar o este recurso.

Para este trabalho contribuíram: o Professor Afonso Martins da UTAD e a Eng.^a Cristina Carlos da ADVID, como autores de secções do capítulo Gestão do Solo; a Professora Felícia Fonseca do CIMO / ESA / IPB, disponibilizando informação relevante sobre Antrossolos, assinalada nessa secção do capítulo Solos; a Professora Zulimar Hernandez, da Universidade Autónoma de Madrid, que também se associou à elaboração do texto sobre Antrossolos; o Eng.^o Jorge Arsénio Araújo, com a produção das cartas apresentadas; o Dr. Samuel Duarte Figueiredo, com os desenhos e boa parte das fotografias inseridas no texto.

Para além do registo, fica também o agradecimento que a todos é devido, pela disponibilidade e simpatia, e pelo valioso contributo que deram a este manual técnico.

Da ADVID sublinha-se a calorosa amabilidade dos seus responsáveis, Eng.^a Rosa Amador e Eng.^o José Manso, e agradece-se a oportunidade de, em ousada intenção, oferecer magro contributo para melhor proteger os solos vitícolas do Douro.

1



ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO

A Região Demarcada do Douro

O Alto Douro Vinhateiro é a mais antiga região demarcada e regulamentada do Mundo, remontando a meados do Século XVIII as primeiras demarcações, ditas pombalinas porque determinadas pelo Marquês de Pombal, no reinado de D. José I (1756).

Atualmente a Região Demarcada do Douro (RDD) tem os seus limites estabelecidos pelo Decreto-Lei n.º 173/2009 de 3 de agosto (Estatuto das Denominações de Origem e Indicação Geográfica da Região Demarcada do Douro), abrangendo 21 Concelhos (dos quais 4 totalmente integrados na RDD) dos 4 Distritos que têm o Rio Douro como fronteira geográfica.

A Região Demarcada estende-se por cerca de 250 mil hectares ao longo do Vale do Rio Douro, desde Barqueiros, a Oeste, até à fronteira espanhola, a Leste, numa faixa irregularmente distribuída em ambas as margens. De facto a Região alarga-se pelos tributários do Douro, especialmente a Norte cobrindo áreas consideráveis da chamada Terra Quente Transmontana.

Parte da região (24.600ha) goza do estatuto de Património da Humanidade, outorgado pela UNESCO, em 2001, em reconhecimento dos valores que encerra enquanto paisagem cultural viva e evolutiva (Bianchi-de-Aguiar, 2002). Esta distinção encerra uma responsabilidade acrescida para os atores e gestores deste território, em que a atividade vitícola terá que manter e refinar esse difícil equilíbrio que desde sempre caracterizou o Alto Douro Vinhateiro: entre gerir e valorizar (os magros recursos e a superior qualidade dos produtos), construir e preservar (a paisagem evolutiva e viva, diversa e singular), prevenir e mitigar (os riscos e os acidentes naturais que comprometem recursos e produções). Para tanto, deverá concorrer o conhecimento e a inovação, de novo em busca de equilíbrios entre o respeito pela herança do passado e as necessidades do presente.



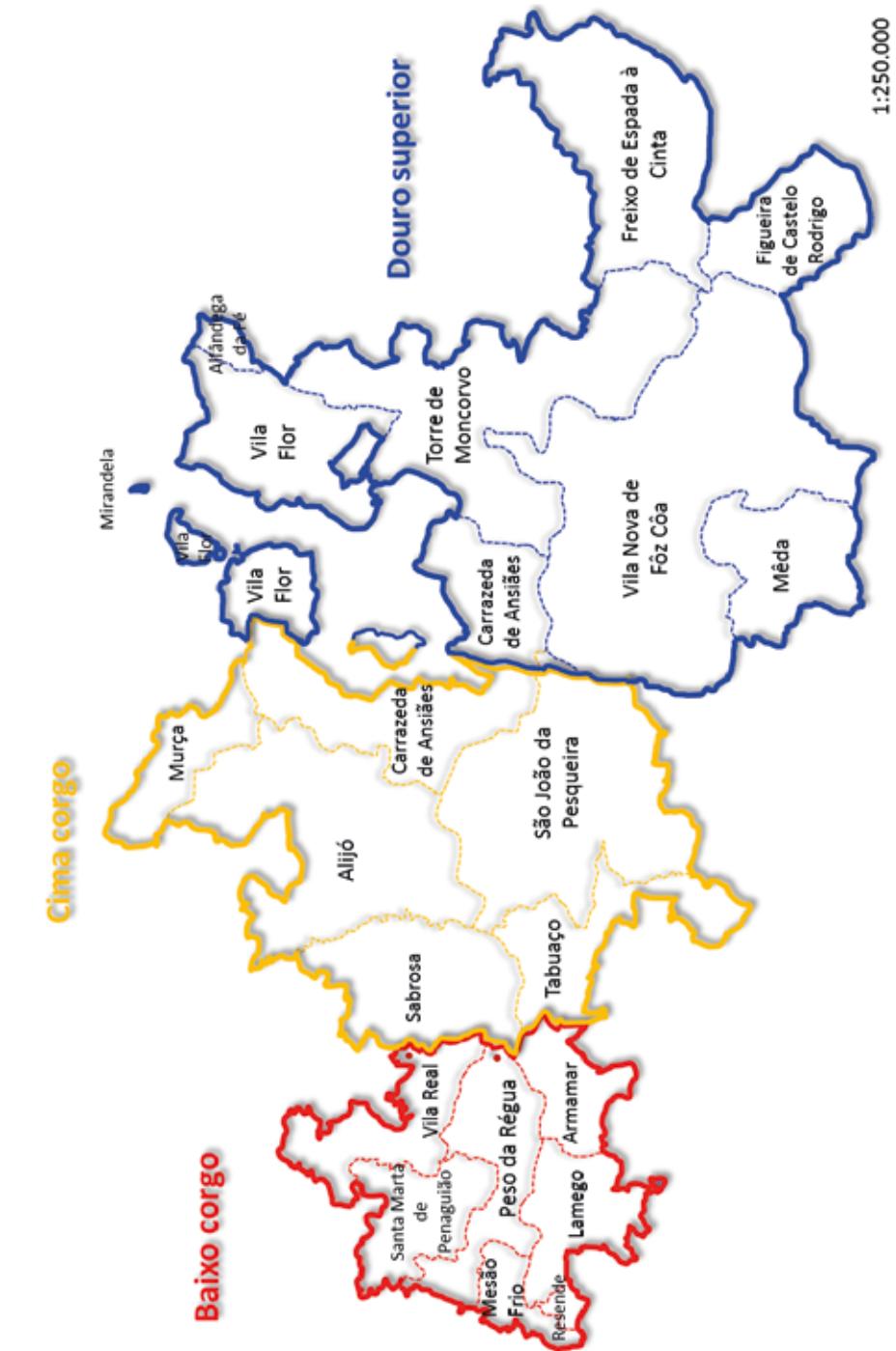
Alto Douro Vinhateiro: o mapa do Barão de Forrester (1809 – 1861)

Fonte: Portugal, Patrimónios da Humanidade (<http://portugalpatrimonios.com/tag/regiao-demarcada/>)

Alto Douro Vinhateiro: paisagem cultural evolutiva e viva

Região Demarcado do Douro (R.D.D.)
Carta administrativa: Concelhos

8



Região Demarcada do Douro: Subregiões, Distritos e Concelhos integrados. Carta ZH.

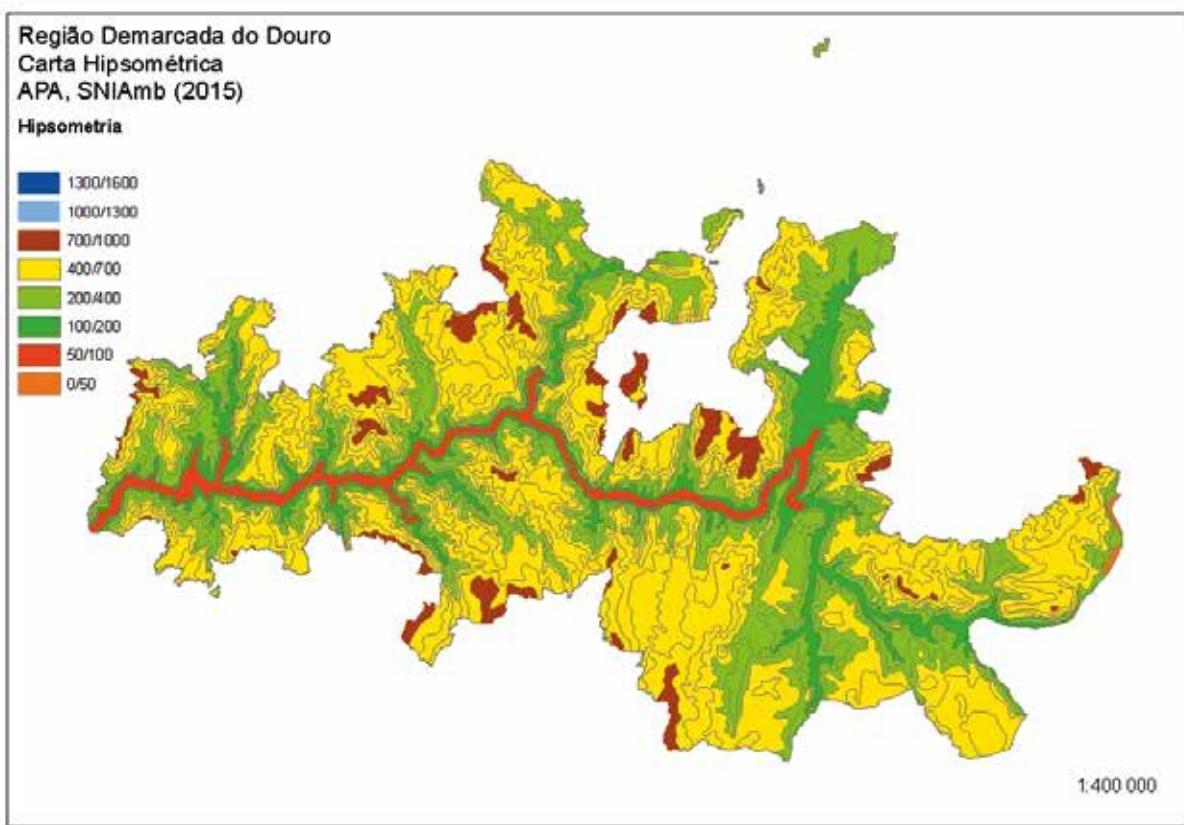
VILA REAL: Mesão Frio, Peso da Régua; Santa Marta de Penaguião (totalidade); Alijó, Murça, Sabrosa, Vila Real (parte) | BRAGANÇA: Alfândega da Fé; Carrazeda de Ansiães; Freixo de Espada à Cinta; Torre de Moncorvo; Vila Flor; Mirandela (parte) | VISEU: Armamar; Lamego; Resende; São João da Pesqueira, Tabuaço (parte) | GUARDA: Vila Nova de Foz Côa (totalidade); Figueira de Castelo Rodrigo, Mêda (parte);

Relevo, litologia, clima

A Região divide-se nas sub-regiões do Baixo Corgo, do Cima Corgo e do Douro Superior, claramente diferenciadas pelos elementos naturais, como o relevo e o clima, mas também pela ocupação cultural, sistemas de uso da terra e parcelamento da propriedade, especialmente distintos no que diz respeito à vinha.

Genericamente na morfologia da Região distinguem-se três elementos: o forte encaixe dos vales, com áreas aluvionares muito pouco representadas neste território; as vertentes muito declivosas e longas, de perfil retilíneo ou mesmo convexo; as cumeadas aplanadas ou arredondadas, retalhos planálticos quase sempre de pequena extensão.

Estas características do relevo suavizam-se de jusante para montante de modo que são mais marcadas no Baixo Corgo e mais esbatidas no Douro Superior. Por outro lado, são reveladoras de uma dinâmica geomorfológica determinada pelo nível de base regional com forte erosão vertical num relevo em fase juvenil. A cota dos 400 m identifica claramente o encaixe dos vales, distinguindo-se as áreas de cumeada acima dos 700 m de altitude. A cota mínima da RDD é de menos de 50 m, no Rio Douro em Mesão Frio e a máxima atinge cerca de 1400 m na Serra do Marão.



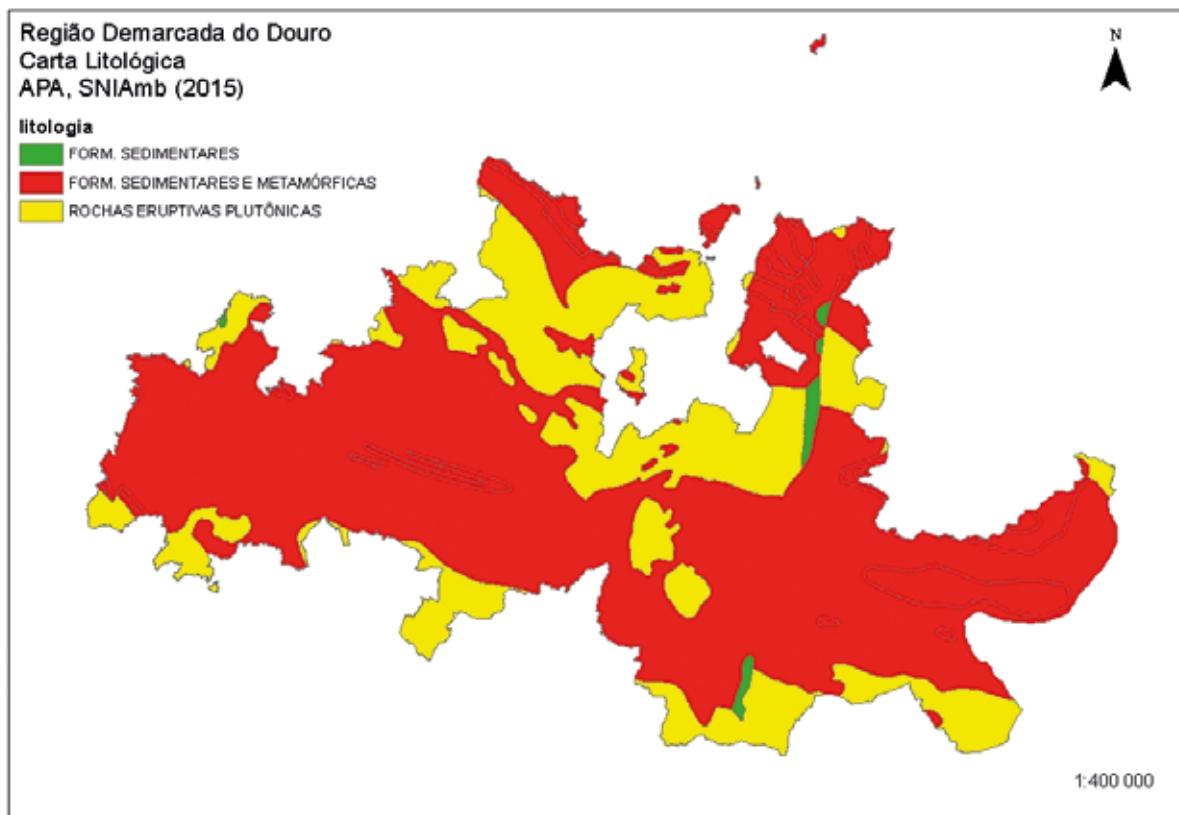
Região Demarcada do Douro: hipsometria. Um relevo vigoroso.

Se o relevo mostra o carácter juvenil da paisagem, esta todavia assenta em terrenos dos mais antigos do território português, pois que aqui se encontram formações Ante-Cambricas (Complexo Xisto-Grauváquico) e mais tardias do Silúrico, onde a litologia é de Xistos e rochas afins, correspondendo

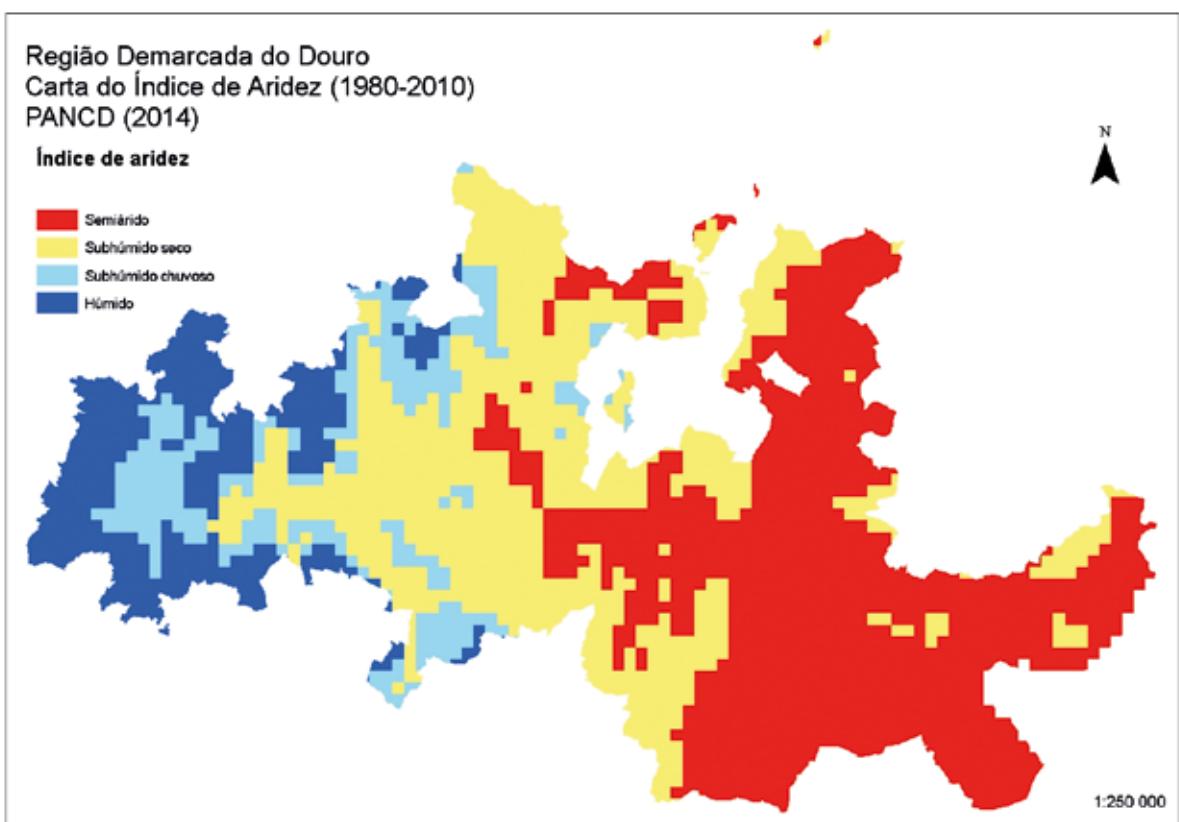
a mais de metade da área e seu cunho marcante enquanto região vitivinícola de superior qualidade. Granitos de orogenia Varisca representam também importância relativa considerável (mais de 1/3 da área) e a esta litologia, somam-se outras também menos interessantes para a qualidade dos vinhos desta região. É o caso dos quartzitos que afloram em cristas seguindo alinhamentos Ordovícicos. Os depósitos sedimentares Terciários, de natureza argilácea com calhão rolado de quartzo, têm extensão considerável no Vale da Vilariça, afluente do Rio Sabor, no Douro Superior (Agroconsultores e Coba, 1991). O clima da região é fortemente marcado pela continentalidade e pela altitude, influências que se salientam na matriz Mediterrânea dominante. Com efeito, esta é acentuada para Leste, prevalecente no extremo ocidental ainda uma influência atlântica mitigada pela barreira orográfica das serras do noroeste português, com o reforço, no mesmo sentido das amplitudes térmicas e da aridez do clima quando se comparam o Baixo Corgo e o Douro Superior. Nas áreas de maior altitude, o clima é Mais suave e mais húmido, contrastando fortemente com os fundos dos vales onde mais se expressa o referido efeito da continentalidade. Utilizando terminologia climática comum na região, pode dizer-se que na RDD se está na Terra Quente, sendo as zonas climáticas da Terra Fria e das Zonas de Transição remetidas a uma expressão menor e mesmo residual no primeiro caso (Agroconsultores e Coba, 1991).



Os Xistos no Douro



Região Demarcada do Douro: litologia. A dominância dos xistos.



Região Demarcada do Douro: zonas climáticas definidas pelo o índice de aridez (precipitação/evapotranspiração potencial anual). Note-se a concordância com a subdivisão regional.

2



Solos e qualidade da terra

O solo é um recurso natural, não renovável à escala da vida humana, e que, por isso, é indispensável conservar. Para uma utilização dos solos, sustentável na medida em que atenta a este princípio orientador, importa conhecê-lo – questão que geralmente se remete a uma perspetiva espacialmente limitada. O conhecimento dos solos de um território é também um elemento essencial para a identificação de potencialidades, limitações e riscos associados ao uso atual ou futuro da terra (Figueiredo, 2013).

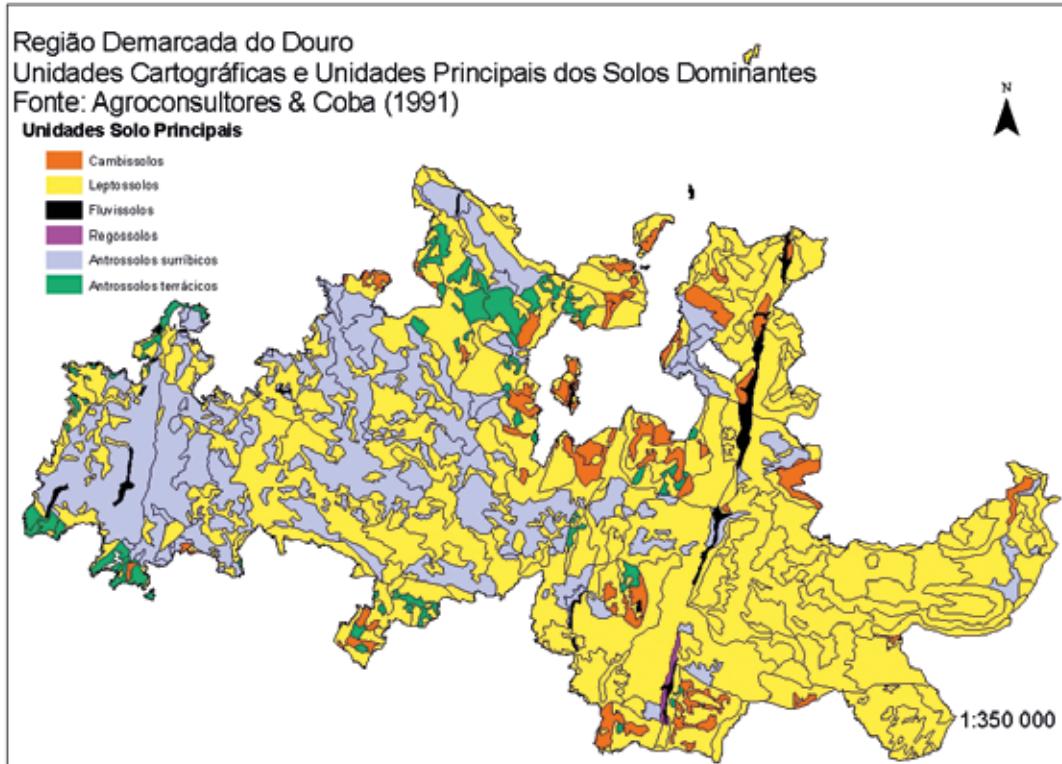
Sobre este último conceito – terra – vale a pena transcrever: “A terra, que compreende o solo e a água, e a vida vegetal e animal que lhes está associada, é um de entre os recursos de que o homem dispõe. O seu uso não deve conduzir à degradação nem à destruição destes recursos, já que a sobrevivência do homem está ligada à manutenção da respetiva produtividade” (princípio 1 da Carta Mundial dos Solos, adotada em Conferência da FAO, Roma, Novembro de 1982; Kelley, 1983).

Os solos e a sua distribuição

A Região Demarcada do Douro possui um património pedológico débil na medida em que dominada pela presença de solos evolutivamente incipientes, mas também com limitações importantes enquanto suporte das atividades agrárias (Anexo). De facto, apenas os Cambissolos apresentam perfil com algum grau de evolução (12% da superfície da RDD), demonstrando as restantes unidades representadas muito fraco desenvolvimento do perfil. Dentre estes, dominam os Leptossolos (delgados e pedregosos, na sua maioria ácidos, com quase 60% da superfície), tendo pouca expressão solos que, embora também incipientes, apresentam em regra limitações ao uso agrário bem menos severas que os Leptossolos. É o caso dos Fluvisolos (espessos, ocupando áreas aluvionares de muito baixo declive, em menos de 4% da superfície), e dos Regossolos (também espessos e de baixas ditas coluviais, onde se acumulam os depósitos de materiais transportados das vertentes, ocupando menos de 0,5% da Região). Esta caracteriza-se pela extensa representação dos Antrossolos (no seu conjunto com quase 30% da área da RDD, sendo mais de 2/3 destes cobertos pelos Antrossolos surríbicos.

Região Demarcada do Douro: Distribuição percentual da superfície regional pelas classes de solos (unidades principais e secundárias) e litologia do material originário dos solos.
(avaliação a partir de Agroconsultores e Coba, 1991).

Unidades Principais		Unidades Secundárias		Litologia do Material Originário	
Unidade	Área (%)	Unidade	Área (%)	Unidade	Área (%)
Leptossolos	56,0%	Dístricos	60%	Depósitos aluvionares	4%
Cambissolos	12,0%	Êutricos	25%	Granitos	36%
Antrossolos surríbicos	19,4%	Líticos	4%	Formações sedimentares	2%
Antrossolos terrácicos	8,5%	Úmbricos	8%	Xistos	53%
Fluvisolos	3,6%	Crómicos	2%	Quartzitos (em áreas de Xistos)	5%
Regossolos	0,4%				



Região Demarcada do Douro: carta de solos (Agroconsultores e Coba, 1991).

Para além deste primeiro nível de classificação, que na Região permite distinguir a espessura dos solos que consente condições favoráveis de enraizamento para as plantas cultivadas (natural ou induzida pelo Homem), os solos distinguem-se ainda pelas unidades secundárias que também dão indicações adicionais sobre a sua qualidade, designadamente no que respeita a condições de acidez no solo (dístricos e úmbricos mais ácidos do que êutricos e crómicos) bem como o teor de matéria orgânica do horizonte superficial do solo (elevado nos úmbricos e baixo nos restantes) (Figueiredo, 2013). Os líticos correspondem a solos esqueléticos, portanto com severíssimas limitações de espessura (menos de 10 cm). Deste modo, e pela distribuição percentual das áreas ocupadas pelas diferentes unidades secundárias de solos, pode verificar-se a pequena representação de solos pouco ácidos a neutros (27%, remetidos às áreas mais secas e quentes, a montante no Rio Douro) e a muito pequena extensão dos solos menos pobres em matéria orgânica (9%, nas áreas de maior altitude).

A litologia do material originário mais extensamente representada na RDD são os xistos, os quais, em conjunto com os granitos, correspondem a quase 90% da área. A influência do material originário nas características dos solos é muito marcante na região, seja quanto à sua fertilidade (mais ácidos nos granitos), seja quanto à sua granulometria (mais ricos em areia grossa e nos granitos e em areia fina e limo nos xistos), com todas as consequências que daqui advêm para as propriedades físico-químicas dos solos (Figueiredo, 2013). Por outro lado, essas diferenças são também notórias no padrão de desenvolvimento do perfil, nos granitos com horizontes C de carácter granular grosseiro, por vezes espessos, nos xistos com carácter fissurado e fragmentário de maiores dimensões, todavia resolvendo-se com facilidade em material muito fino pela ação mecânica (por exemplo aquando da preparação para a instalação da vinha).

Apreciação mais detalhada destes elementos caracterizadores dos solos da Região pode encontrar-se em Anexo, onde é apresentada uma súmula das características das principais unidades pedológicas aqui representadas e a descrição de perfis representativos de alguns dos solos mais significativamente associados à cultura da vinha no Douro.

Qualidade da terra

As características dos solos refletem a ação de processos e fatores de formação, os quais genericamente são os determinantes da sua classificação. Como se viu, alguns fatores se impõem na Região, como o material originário, o relevo e o clima, basicamente associados à espessura do perfil, à granulometria da fração mineral, à reação do solo e seu conteúdo em bases e ao teor em matéria orgânica. (Figueiredo, 2013). Mas se estas características permitem interpretações relativamente à génese dos solos, são por outro lado determinantes da qualidade da terra para usos agrários, designadamente para culturas como a vinha. Com efeito, constituintes e propriedades do solo concorrem para estabelecer, em conjunto com outros atributos da terra (o declive, a pedregosidade e o risco de erosão), as suas principais limitações, seja do ponto de vista do suporte das plantas e garantes da sua produtividade, seja do ponto de vista das condições de instalação e de gestão das culturas à escala da parcela ou da exploração agrícola. Em mais de metade da área regional os solos têm uma espessura útil inferior a 50 cm, o que constitui uma limitação básica para a produção agrícola, do ponto de vista das condições de enraizamento mas também porque a reserva de água no solo útil para as plantas depende diretamente da espessura de solo que a pode reter. Todavia, assinala-se que a RDD apresenta, em cerca de 1/3 da sua superfície, solos com espessura superior a 1m. Não apenas se trata de uma área proporcionalmente muito superior ao que se verifica no NE de Portugal, como reflete a larga extensão regional dos Antrossolos.

Região Demarcada do Douro: distribuição percentual da superfície regional pelas classes de Atributos ou Qualidades da Terra: Espessura útil do solo, Carência de água no solo, Risco de erosão potencial, Declive, Pedregosidade (avaliação a partir de Agroconsultores e Coba, 1991, Figueiredo, 2012 e Figueiredo, 2013)

Qualidade da terra	Área (%) por classe			
	>100cm	50-100cm	10-50cm	<10cm
Espessura útil do solo	32%	12%	52%	4%
	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Carência de água no solo	12%	12%	28%	48%
	Baixa e Muito Baixa	Moderado	Severo	Muito severo
Risco de erosão potencial	44%	27%	25%	4%
	<12-15%	12-15% a 25-30%	24-30% a 45-50%	>45-50%
Declive dominante	49%	24%	22%	5%
	Baixa e Muito Baixa (<15%)	Moderada (15-30%)	Elevada (30-50%)	Muito Elevada (>50%)
	23%	26%	31%	21%

Outra limitação severa é a fraca disponibilidade de água no solo, que afeta cerca de metade do território. Embora não dependente estritamente do solo, este atributo da terra é de importância fulcral para uma viticultura praticada em ambiente de aridez climática. Como expectável pelo relevo da Região, com mais de metade da área acima dos 15% de declive, também mais de metade da área está sob risco potencial de erosão moderado e mais severo, daqui decorrendo a necessidade de tomar este elemento como central para a atividade vitícola de encosta, como de resto os viticultores da Região têm demonstrado saber realizar, a bem da salvaguarda do recurso solo. Por outro lado, pela mesma razão, as condições naturais desfavoráveis às operações mecanizadas na vinha, retardaram a expansão de um modelo de gestão menos dependente de mão-de-obra e menos penoso para os viticultores, situação que se vem modificando significativamente. De resto, um dos atributos da terra que apresenta limitações a esse respeito, embora com vantagens que serão exploradas em outras secções do texto – a pedregosidade dos solos – tem vasta expressão na RDD, onde mais de metade da área apresenta elevado e muito elevado teor de elementos grosseiros.

Na Região do Douro, verifica-se que as limitações são genericamente severas em boa parte da área, significando que as produtividades e condições de gestão durante o ciclo cultural requerem contensão nas expectativas e atenção particular aos meios para ultrapassar essas limitações, sem comprometer o recurso. Embora verdade, é também este ambiente agreste de baixa produtividade potencial, que concorre para o justificado enfoque em produções de qualidade, de que a RDD é exemplo superior.

Solos feitos pelo Homem: Antrossolos e Tecnossolos

A Ciência do Solo, ou Pedologia (do grego *pedon*, solo, terra, e *logos*, conhecimento) surge como disciplina científica organizada no terceiro quartel do Século XIX, com Dokuchaev (Rússia, 1846 – 1903). O estudo do solo orienta-se então para a compreensão dos fatores naturais explicativos da sua formação, como a zona climática e a posição topográfica em que se encontra, o material originário ou a geologia e litologia do seu substrato, a vegetação que o cobre e o tempo de evolução desse corpo natural. A ação destes fatores expressa-se através de características identificadoras, também elas associadas à distribuição geográfica dos solos. Assim, a classificação dos solos, reflete desde esses primórdios da Pedologia esta perspetiva genética que ainda hoje prevalece, embora a evolução desta ciência, muito significativa ao longo do Século XX, tenha transferido o enfoque da compreensão dos fatores para a dos processos formadores do solo e as classificações pedológicas radiquem hoje muito menos nos ambientes em que evoluem os solos e mais nas suas propriedades intrínsecas.

Para além dos fatores naturais, o Homem é também fator de formação do solo, fundamentalmente por via das práticas de uso agrário, transformando-o de modo a aproveitar o melhor possível este recurso essencial à vida, ou impondo severos danos na sua capacidade de cumprir, entre outras enquadráveis nos serviços do ecossistema, a função básica de suporte da vegetação. Todavia, só no final dos anos 80 do século passado a Carta de Solos do Mundo (FAO/UNESCO, 1988) passa a incluir na sua legenda um grupo em que essa influência é claramente reconhecida – o grupo dos **Antrossolos** (do grego *anthro*, Homem). Desde então, a classificação evoluiu, com uma etapa importante em 2006/2007, e a última versão da legenda WRB (2014), herdeira da antes citada, inclui já não apenas os **Antrossolos** mas também os **Tecnossolos** (do grego *technikos*, feito com perícia). Seguindo a mesma linha, a,

classificação americano dos solos (Soil Taxonomy) contempla o prefixo Anthropic ao nível do sub-grupo (ST 2014).

A Carta de Solos do Nordeste de Portugal (Agroconsultores e Coba, 1991), seguiu a versão de 1988 da legenda da Carta de Solos do Mundo, na qual os **Antrossolos** (AT ou T como adotado naquela Carta) foram definidos da seguinte forma:

Solos nos quais as atividades humanas resultaram em modificações profundas nas suas características originais por via da remoção ou perturbação dos horizontes superficiais, aterros e desaterros, adições seculares de materiais orgânicos, rega continuada por longo tempo, entre outras.

Ainda de acordo com essa legenda, este grupo incluía o subgrupo dos **Antrossolos áricos** (ATa ou Ta), definidos como:

Antrossolos evidenciando apenas vestígios de horizontes de diagnóstico, devido a mobilizações profundas.

Por esta via, com a Carta de Solos do Nordeste de Portugal (Agroconsultores e Coba, 1991) assumem clara evidência os solos que tipificam a Região Demarcada do Douro, em especial com a introdução de nova subdivisão (não considerada na legenda da FAO/UNESCO, 1988) e que permite distinguir:

Antrossolos áricos terrácicos – constituídos pelo material não consolidado dominante granítico dos Regossolos originais, misturado e redistribuído.

Antrossolos áricos surríbicos – formados por desmantelamento do substrato rochoso xistento de solos originais delgados (Leptossolos).

Características e distribuição diferenciadas regionalmente separam estes subgrupos que, como se vê, são produto de diferenças quer no processo de “formação”, quer na litologia dominante num e outro caso.

Ao associar uma operação essencial para a instalação da cultura da vinha à designação do agrupamento de solos cujas características são em grande parte por ela determinadas, a Carta de Solos do Nordeste de Portugal ligou iniludivelmente estes solos à Região do Douro.

Deve notar-se, contudo, que a mais recente legenda para a classificação dos Solos do Mundo (WRB, 2014) estabelece o seguinte:

*Nos **Antrossolos** incluem-se solos que foram profundamente modificados por atividades humanas, tais como adições de materiais orgânicos ou minerais, carvão ou resíduos domésticos, rega e cultivo.*

Em descrição sumária:

Os **Antrossolos** são conotados como solos com características relevantes determinadas por atividades humanas. Desenvolvem-se sobre praticamente qualquer material originário, modificado por cultivo continuado de longa data, ou adição de materiais. Encontram-se em muitas regiões do globo onde a agricultura é praticada continuadamente há longo tempo. A influência humana

nestes solos restringe-se normalmente ao horizonte superficial, podendo ainda encontrar-se intacta a em certa profundidade a diferenciação de horizontes original.

Como em todos os grupos principais das classificações pedológicas, nos **Antrossolos** incluem-se solos de características específicas bem diferentes, pelo que se torna em regra necessário evidenciar essas características através de qualificadores que se justapõem à designação do grupo. Um dos qualificadores mais pertinentes no caso dos Antrossolos da Região Demarcada do Douro é:

Technic (te) – quando os solos contêm mais de 10% em volume (media ponderada) de artefactos nos 100 cm superficiais, ou até à profundidade de rocha contínua, de camada endurecida ou cimentada, se situada a menor profundidade; ou quando têm camada ≥ 10 cm de espessura, a partir de profundidade ≤ 90 cm, com mais de 50% em volume de artefactos (média ponderada).

Como se percebe, a definição de **Antrossolos** evoluiu e portanto os solos classificados como tal na Carta de Solos do Nordeste de Portugal (Agroconsultores e Coba, 1991) não correspondem inteiramente ao conceito mais recente adotado na legenda WRB (2014). Acresce que, como se disse, um outro grupo é também considerado dentro dos solos formados sob forte influência humana – os **Tecnossolos** (TC).

Os **Tecnossolos** reúnem solos cujas propriedades e formação foram determinadas pela sua origem tecnológica. São solos que contêm uma proporção significativa de artefactos (algo reconhecidamente feito ou fortemente modificado pela atividade humana ou extraído de profundidade maior do que a do solo) ou correspondem a áreas impermeabilizadas por material firme artificial (criado pelo Homem com propriedades diferentes da rocha natural) ou ainda contêm geomembranas. Incluem solos de aterros (inertes, sanitários, depósitos de cinzas, escombreiras), pavimentos com o correspondente substrato não consolidado, solos com geomembranas e solos construídos.

Em descrição sumária:

Os **Tecnossolos** são solos dominados ou fortemente influenciados pela presença de materiais artificiais. O material originário é diverso, constituído por materiais artificiais ou expostos pela atividade humana que, de outro modo, não ocorreriam à superfície da Terra, sendo a formação destes solos fortemente afetada pelas características e organização destes materiais.

No caso dos solos da Região Demarcada do Douro, a conversão da legenda segundo a qual foram classificados na Carta de Solos do Nordeste de Portugal (FAO/UNESCO, 1988), para a legenda WRB (2014) permite margem para interpretações, concretamente:

- A manutenção da designação **Antrossolos**, com um qualificador adicional que especifica as suas características –em concreto o qualificador **technic**;
- A alteração da designação para **Tecnossolos**, alternativa que todavia se entende como não inteiramente ajustada.

A. SOLO ORIGINAL:

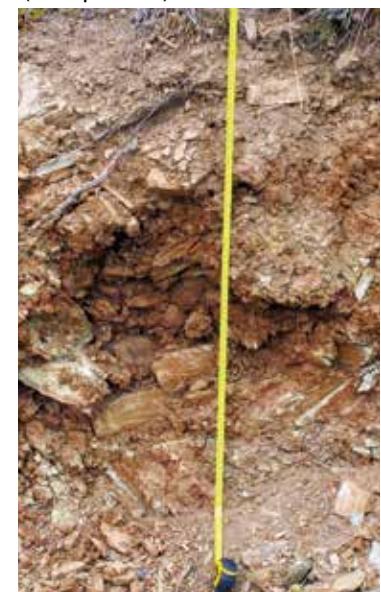


Leptossolo sobre xisto

B. PREPARAÇÃO DO TERRENO:

C. SOLO FORMADO
(Tempo= 0)

Leptossolo antropico

D. SOLO FORMADO:
(Tempo= 1)Antrossolo árico surríbico ou
TecnossoloE. SOLO FORMADO:
(Tempo= 2)

Cambissolo sobre xistas

“Formação” (ou construção) de solos na RDD: o solo original (Leptossolo) é convertido, por ação do Homem, num Antrossolo árico surríbico, ou, de acordo com a nomenclatura mais recente, eventualmente aplicável, num Antrossolo técnico ou Tecnossolo (WRB, 2014). *Fotos: AM.*

Antrossolos do Douro

Os Antrossolos surríbicos são os mais extensamente representados na RDD, estando fortemente associados à viticultura duriense, embora não sejam exclusivos desta cultura, já que também são comuns em culturas permanentes como o olival e o amendoal. Como a designação sublinha, resultam da preparação do terreno para a instalação da cultura, mediante surriba. Esta quando efetuada em área antes inculta, em regra coberta pelo mato mediterrâneo que tipifica as comunidades florísticas silvestres da Região (uma arroteia na terminologia vernácula regional), corresponde à transformação de um Leptossolo, mediante aprofundamento da camada limitante rochosa dos cerca de 30 cm para cerca de 1 m ou mais. A operação rompe a camada rochosa, fragmentando-a até granulometria suficientemente reduzida para permitir o cultivo, produzindo-se em simultâneo alguma terra fina da dimensão do limo e areia fina. Por outro lado, a operação promove a mistura do solo original delgado com o novo material rochoso fragmentado.

Deste modo, as principais transformações no solo determinadas pela surriba e que vêm a caracterizar as propriedades morfológicas e físico-químicas dos Antrossolos surríbicos, são:

- Aumento da espessura útil do solo;
- Uniformização do perfil com um horizonte C praticamente da espessura do próprio solo;
- Formação de horizonte A (um Ap, porque cultivado) em paralelo com o desenvolvimento da própria vinha, inicialmente quase indistinto;
- Aumento muito substancial da pedregosidade do perfil, também muito evidente à superfície;
- Redução do teor de matéria orgânica (que pode rondar os 8% em média, em matos do NE de Portugal), por efeito de mistura do horizonte A original com a nova fração mineral subjacente (sem matéria orgânica);
- Rotura da agregação do solo original, com restabelecimento de uma nova estrutura no solo surribado em paralelo com o desenvolvimento da vinha.

O grau em que estas transformações se manifestam depende de vários fatores:

- Uso da terra precedente, uma vez que as comunidades de matos não correspondem forçosamente a ecossistemas naturais podendo portanto ser silvestres com uso anterior que poderia ser agrícola (ou mesmo vitícola);
- Intensidade da intervenção, o que é especialmente notório quando à surriba se segue o terraceamento, com perturbação do perfil original, com mistura de materiais, muito acentuada pelo movimento de terras;
- Características do substrato rochoso, por vezes mais brando, produzindo uma fração grosseira de menor dimensão, outras mais duro, resultando em proporção significativa de elementos grosseiros de maior dimensão.

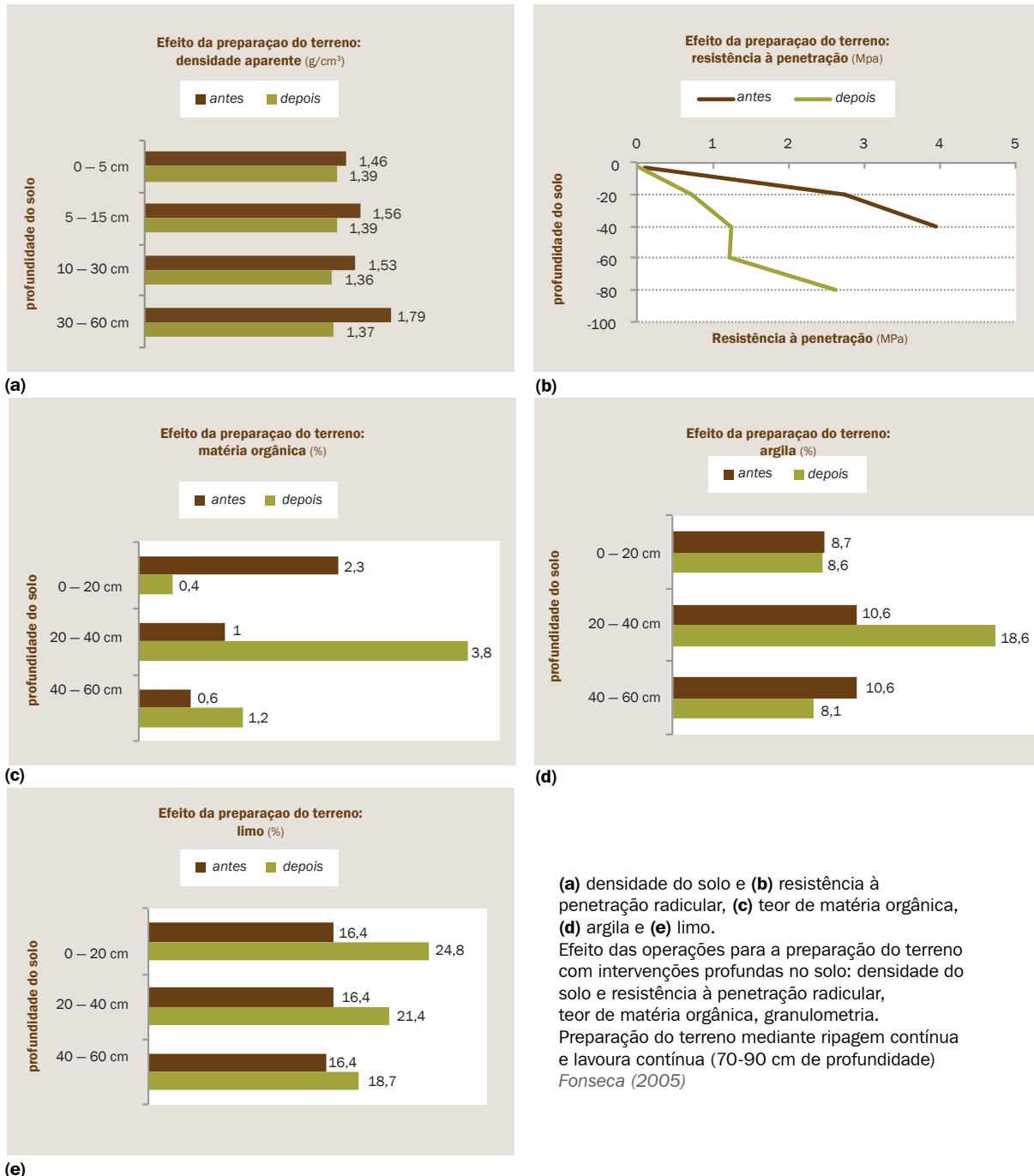
Transformações no solo após preparação do terreno para plantação

O solo original, um Cambissolo derivado de xistos, relativamente delgado (50-60 cm), em terreno com declive médio de 12%, foi submetido a ripagem contínua seguida de lavoura contínua (90 cm de profundidade). Foram feitas observações de perfis, análises dos solos e ensaios de campo em parcelas mantendo a condição original (sem mobilização) e em parcelas sujeitas ao tratamento descrito.

Os perfis observados no solo original mostram horizontes bem diferenciados – Ap, AB, Bw, C. No tratamento com ripagem contínua e lavoura contínua do solo, o efeito da lavoura é muito visível, não tendo sido possível a distinção de horizontes nos perfis observados. Basicamente, o solo é constituído por uma camada única heterogénea com “bolsas” de antigos horizontes, sendo frequentemente observado material do horizonte A a 80/90 cm de profundidade e material do horizonte C na camada superficial. Por comparação com o solo original, a espessura efetiva teve um acréscimo de cerca de 40 cm.

Estas observações morfológicas têm expressão também ao nível de propriedades físicas do solo, designadamente a densidade aparente e a resistência à penetração, ambas apresentando redução sensível após o tratamento. As condições para o desenvolvimento radicular foram melhoradas, não apenas por este motivo mas pelo aumento da espessura efetiva do solo, também claramente mostrado no perfil médio de resistência à penetração.

Os teores de matéria orgânica diminuíram superficialmente, aumentando em profundidade (até aos 60 cm), evidenciando a mistura de camadas do perfil determinada pelas operações de preparação do terreno. De resto, este efeito de mistura, no caso da argila evidente na observação dos perfis, também se revela na distribuição em profundidade deste constituinte, com variações de diferente sentido nas 3 camadas analisadas. Pelo contrário, a preparação do terreno fez aumentar os teores em limo em todas as camadas, efeito que poderá dever-se ao padrão de fracionamento da rocha (xistos), pulverizada pela ação das máquinas nessas operações.



(a) densidade do solo e (b) resistência à penetração radicular, (c) teor de matéria orgânica, (d) argila e (e) limo.

Efeito das operações para a preparação do terreno com intervenções profundas no solo: densidade do solo e resistência à penetração radicular, teor de matéria orgânica, granulometria.

Preparação do terreno mediante ripagem contínua e lavoura contínua (70-90 cm de profundidade)
Fonseca (2005)



3



Ameaças ao recurso solo | Fatores de risco

As ameaças

O recurso solo é um bem escasso na Região Demarcada do Douro. Pela topografia dos terrenos, pela qualidade dos solos, pela escassez de água, ao Douro cabe gerir um magro património pedológico, sujeito também e em acréscimo a ameaças que as condições naturais potenciam e que usos e práticas de uso da terra podem ampliar. É pois uma região que depende do solo para as suas produções de reconhecida excelência, enfrentando o duplo desafio de contornar as limitações fundamentais determinadas pela qualidade do recurso enfrentando também os riscos naturais e induzidos que o ameaçam.

A ameaça ao recurso solo mais amplamente representada na Europa é a perda de matéria orgânica, afetando cerca de 40% da superfície da União Europeia (*Estratégia Temática para a Proteção do Solo na Europa*, COM, 2006). No Douro, os solos têm generalizadamente um baixo teor deste constituinte e, por isso, as perdas que possam registar-se serão sempre baixas em termos absolutos, podendo contudo representar perdas preocupantes em termos relativos. Concorrem para este estado dos solos do Douro os sistemas de instalação e as práticas de gestão do solo das vinhas, sendo certo que se trata de agrossistemas de fraca produção de biomassa vegetal, em regime climático Mediterrâneo com tendência para a aridez, de cultivo permanente, elementos que limitam a acumulação de matéria orgânica nos solos, seja por via do baixo nível de resíduos, seja pelas elevadas taxas de mineralização a que os mesmos estão sujeitos.

De entre as ameaças ao recurso solo na Região, destaca-se claramente a erosão hídrica, cujo risco potencial é generalizadamente severo, embora com diferenças evidentes entre sub-regiões, sendo o Douro Superior o menos ameaçado. Esta ameaça afeta cerca de 15% dos solos europeus e está muito claramente representada nos agrossistemas de encosta, especialmente nas culturas permanentes. As limitações quanto à acumulação de matéria orgânica nos solos do Douro são um fator adicional para suscetibilidade dos solos à erosão, ligando de modo incontornável estas duas ameaças ao recurso na Região.

Face às alterações da topografia impostas pela armação do terreno em terraços nos declives mais acentuados, a perturbação da hidrologia superficial e subsuperficial das vertentes nesta Região determina riscos acrescidos de movimentos de massa cuja importância em magnitude, frequência e dano vêm sendo crescentemente reconhecidos e estudados (Pereira et al. 2014).

Estas ameaças principais ao recurso solo estão inevitavelmente associadas às de carácter hidrológico, como o incremento de episódios extremos (cheias e secas), de cujo ciclo degradativo decorrem e para o qual concorrem igualmente, todavia apreciadas num contexto mais amplo – o da variabilidade climática (Jones & Alves, 2012).

Erosão hídrica dos solos: fatores de risco

A erosão hídrica é um fenómeno natural que é parte dos processos geodinâmicos determinantes da evolução das vertentes, à escala de tempo geológico. A erosão acelerada dos solos é, outrossim, um problema humano na medida em que resulta dos usos e práticas de uso da terra e tem consequências para os recursos solo e água, sejam elas locais (com perda e degradação do solo), sejam a jusante

(com impactos na qualidade da água na rede hidrográfica).

A erosão hídrica corresponde à remoção e transporte de partículas do solo ao longo de uma encosta em resultado das precipitações e do escoamento superficial a que estas dão origem. A erosão hídrica dos solos depende pois de fatores como o clima (erosividade), o solo (erodibilidade) e a topografia que definem a suscetibilidade potencial dos solos, e do uso da terra, o qual, incluindo a cobertura vegetal e as práticas de cultivo ou de uso, deverão sempre concorrer para reduzir significativamente esse potencial.

Topografia

A paisagem da Região do Douro, com o seu relevo de encostas declivosas e vales encaixados, é desde logo reveladora da importância da topografia enquanto fator decisivo do risco de erosão, de resto bem percebido pelos que, ao longo dos séculos ocuparam este território. Os declives apenas suavizam no Douro Superior, sendo muito comum no Baixo e no Cima Corgo a cultura da vinha em encostas inclinadas a bem mais de 30%.

O efeito do declive na erosão pode ser avaliado pela seguinte expressão (McColl et al, 1987):

$$S = 16,8 \operatorname{seno} \theta - 0,50$$

S – Fator Declive; θ – ângulo de inclinação da encosta (graus)

Conversão recíproca do declive em ângulo de inclinação

Declive (s, %) →	Inclinação (θ , °)	Inclinação (θ , °) →	Declive (s, %)
2	1,1	1	1,7
5	2,9	3	5,2
8	4,6	5	8,7
10	5,7	7	12,3
12	6,8	10	17,6
15	8,5	12	21,3
20	11,3	15	26,8
25	14,0	18	32,5
30	16,7	20	36,4
35	19,3	23	42,4
40	21,8	25	46,6
45	24,2	28	53,2
50	26,6	30	57,7
60	31,0	40	83,9

Todavia, a erosão hídrica não é um fenómeno estritamente pontual uma vez que o escoamento superficial capaz de transportar partículas do solo, se produz e acumula ao longo da encosta. Assim, na avaliação do efeito da topografia na erosão, há que considerar o efeito do comprimento da encosta

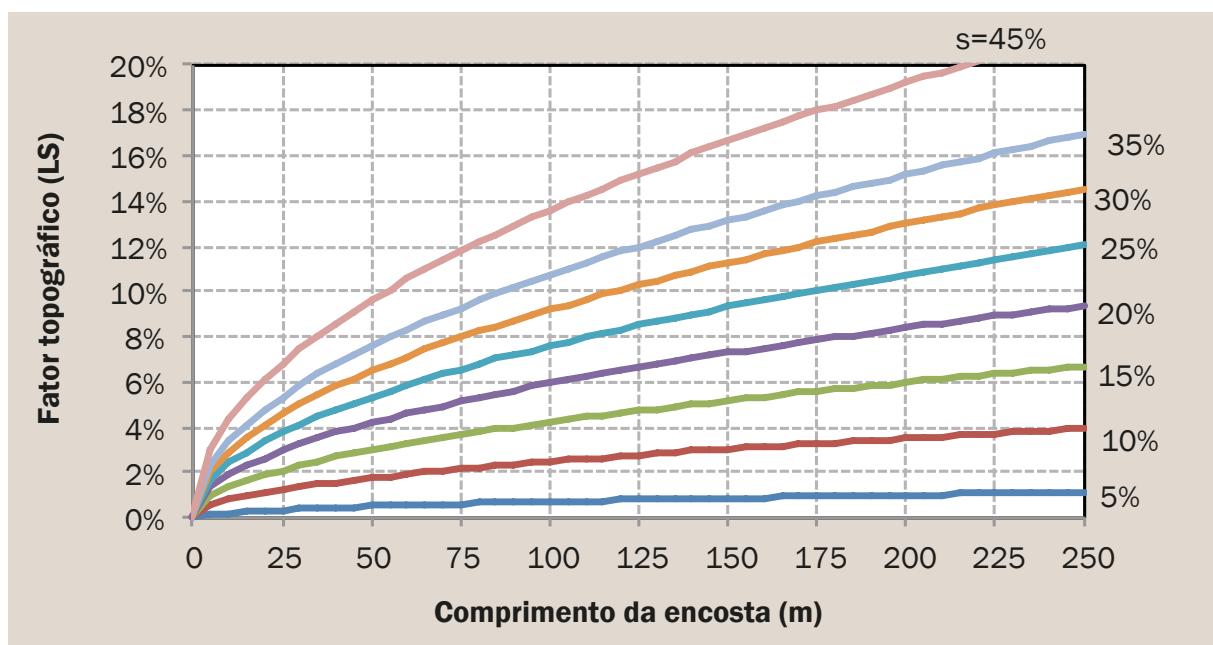
(na verdade o do comprimento do escoamento), o que se pode fazer aplicando a expressão seguinte (Wischmeier & Smith, 1978):

$$L = 0,213 \lambda^{0,5}$$

L – Fator Comprimento da Encosta; I – comprimento da encosta, em metros, desde a origem à cessação do escoamento.

O Gráfico seguinte permite estimar o efeito da topografia na erosão hídrica, dita laminar, expresso em termos relativos. Por exemplo, um terreno com Fator Topográfico de 2 terá duas vezes mais erosão do que um outro terreno com as mesmas condições de erosividade das precipitações, de erodibilidade do solo e de uso da terra, mas em condições topográficas de referência (declive de 9% e comprimento da encosta de 22m). As expressões e o Gráfico respetivo são de resultado menos fiável quando aplicados fora da gama de valores que lhes deu origem (declives menores do que 25% e comprimentos menores do que 250m), embora tal não constitua uma restrição absoluta à sua aplicação.

Sublinha-se que outros elementos da topografia, em especial da microtopografia, a considerar mais adiante, determinam respostas erosivas dos solos vitícolas das encostas do Douro nem sempre concordantes com este modelo. Por outro lado, em áreas terraceadas, como é o caso de boa parte das vinhas da Região Demarcada do Douro, não é adequado considerar o efeito da topografia tal como aqui desenvolvido, exceto para patamares largos e inclinados, por exemplo na típica armação do terreno em patamares ditos pós-filoxéricos.



Fator Topográfico (LS): efeito relativo do Declive (s) e do Comprimento da Encosta (s) na erosão hídrica laminar dos solos (condição de referência: LS=1; s=9%; $\lambda = 22\text{m}$)



DOURO paisagem vitícola de encosta Foto: TdF

Erosividade das precipitações

A chuva tem efeito erosivo sobre o solo na medida em que as gotas estão animadas da energia associada ao seu movimento de queda (a energia cinética) que se converte, aquando do impacto na superfície, em trabalho de rotura da estrutura do solo e projeção de partículas em torno do ponto de impacto. Assim, quanto maior a energia cinética das precipitações maior é a ação erosiva das chuvas e isso depende, em síntese, da sua Intensidade e Quantidade (Altura pluviométrica). A energia cinética pode ser avaliada, para cada período de chuva de Intensidade constante, pela seguinte expressão (Wischmeier & Smith, 1978):

$$EC = P (0,119 + 0,0873 \log I)$$

EC – Energia cinética (MJ/ha); P – Altura pluviométrica de um período de Intensidade constante (I , mm/h); o logaritmo é decimal; a expressão aplica-se até 76,2 mm/h, a partir do que $EC = 0,283 \text{ MJ/ha.mm}$; os valores por chuvara, mês, estação ou ano, agregam os dos correspondentes períodos de intensidade constante.

Em acréscimo, a chuva representa também massa de água transferida da Atmosfera para a superfície da Terra, através da qual entra no solo (a Infiltração), passando a redistribuir-se no seu interior e constituir reserva de água para as plantas. Quando a Intensidade de precipitação (I) supera a Taxa de Infiltração do solo (f), há excesso de precipitação que, dependendo das condições topográficas e microtopográficas pode gerar escoamento superficial. Este, acumulando-se ao longo da encosta, é o principal agente do transporte de partículas que determina a perda de solo por erosão, o que corresponde ao chamado modelo Hortoniano de geração de escoamento superficial:

$$e = I - f \text{ (para } I < f, e = 0)$$

e – taxa de excesso de precipitação; i – intensidade de precipitação; f – taxa de infiltração; todos os valores em mm/h

Na verdade, o escoamento só ocorre quando a topografia favorece o movimento desse excesso de precipitação e a sua capacidade de transporte de partículas será tanto maior quanto maior a velocidade e volume que adquirir ao acumular-se ao longo da encosta. Por seu lado, as condições microtopográficas determinam a chamada detenção superficial, tanto maior quanto maior a rugosidade da superfície do solo, como é o caso por exemplo da vegetação rasteira, da pedregosidade superficial ou dos sulcos e camalhões criados pelas operações culturais. Apenas ocorre escoamento quando satisfeita a capacidade de armazenamento de água por detenção superficial.

Para acomodar o efeito erosivo da energia e da massa das precipitações, os índices de erosividade, que indicam a maior ou menor agressividade das chuvas, podem combinar energia cinética e intensidade das precipitações. É o caso do índice mais comum aplicado na estimativa da erosividade, o EI30 ou Fator R da Equação Universal de Perda de Solo (Wischmeier & Smith, 1978):

EI30 = EC I30

EI30 – índice de erosividade (MJ/ha.mm/h); EC – Energia cinética (MJ/ha); I30 – Intensidade máxima da chuvara em 30 min; valores calculados por chuvara erosiva (mais de 12,5 mm, separada da antecedente e consequente por mais de 6h); valores por mês, estação ou ano agregam os das correspondentes chuvas erosivas.

A realização do potencial erosivo das precipitações depende da sua distribuição comparada com a da cobertura vegetal do terreno ao longo do ano, uma vez que a ação erosiva da chuva será menos efetiva se as precipitações forem concentradas em períodos de maior desenvolvimento da vegetação que protege o solo.

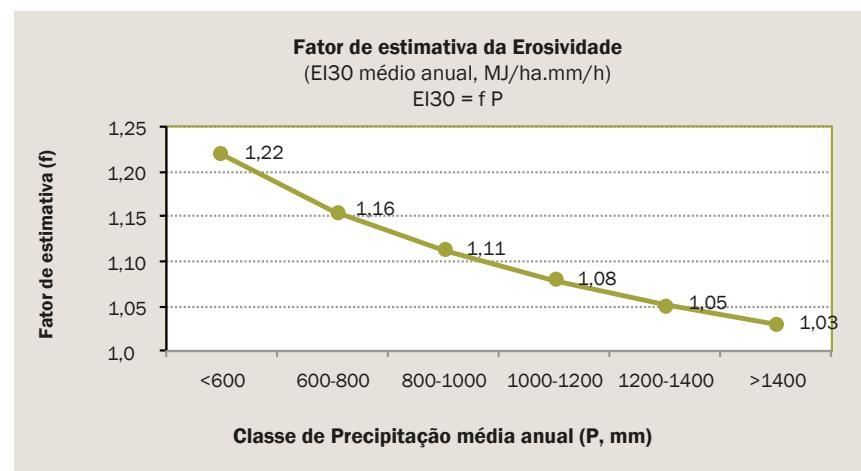
Alguns dados sobre Erosividade das Precipitações no Douro

A distribuição da erosividade no Nordeste de Portugal, avaliada pelo índice EI30, segue de perto a das precipitações anuais (Figueiredo & Gonçalves, 1990). Todavia, há que assinalar que a erosividade tende a ser superior à esperada nas áreas mais secas e baixas do interior (onde a continentalidade se acentua), por via do aumento das intensidades de precipitação nessas áreas, quando comparadas com as zonas mais húmidas do território a Oeste e maior altitude. A informação relativa à estação de Pinhão / Quinta de Santa Bárbara (Figueiredo, 2001) combinada com estudo acima referenciado, permitiu obter a seguinte expressão de estimativa:

$$R = 3,0292 P^{0,852}$$

R – Fator erosividade, ou índice EI30 (MJ/ha.mm/h); P – Precipitação; valores médios anuais em certa estação ou região.

Por esta via, pode adotar-se a regra simples de estimativa do valor de EI30 médio anual aplicando um fator de estimativa variável com a classe de precipitação.



Fator de estimativa da Erosividade: valor médio por classe de Precipitação média anual para o NE Portugal (baseado em Figueiredo & Gonçalves, 1990 e Figueiredo, 2001).

Os registos de 10 anos da Quinta de Santa Bárbara, Pinhão, são uma fonte de informação preciosa para a caracterização em detalhe das precipitações e da sua erosividade no Douro (Figueiredo, 2001). Os valores médios da Energia Cinética (cerca de 80 MJ/ha) e do índice de Erosividade EI30, (cerca de 680 MJ/ha.mm/h) estimados não são muito elevados, embora superiores aos esperados a partir de estudo anterior (Figueiredo & Gonçalves, 1990). Para precipitações variando num período de 10 anos entre cerca de 400 mm (ano mais seco) e 830 mm (ano mais húmido), o valor de EI30 correspondeu a cerca de metade e do dobro do valor médio em 10 anos, respetivamente.

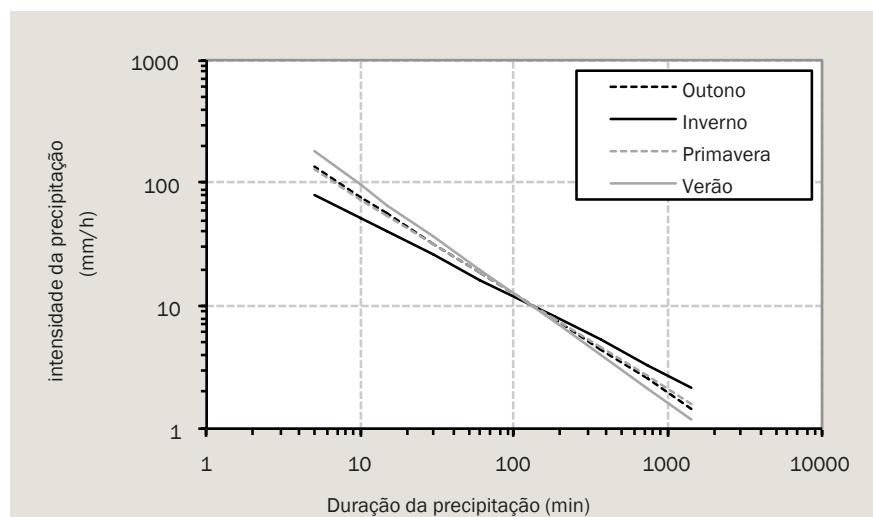
Valores característicos da erosividade das precipitações na Quinta de Santa Bárbara, Pinhão (1979-1988) (Figueiredo, 2001)

Valores anuais	Média	Máximo (1979)	Mínimo (1980)
Precipitação (mm)	573	826	403
Energia Cinética (MJ/ha)	83	127	53
EI30 (MJ/ha.mm/h)	676	1232	324

Valores máximos do ano							
Duração da Chuvada, t	Registros				Intensidade (mm/h)* para Período de Retorno T, Duração t		
	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	Ano	Estação do ano	Média	T=10 anos	T=100 anos
24 h	74,2	3,1	1978	Inverno	1,5	2,1	2,9
6 h	38,2	6,4	1978	Inverno	4,4	6,3	8,8
3 h	32,0	10,7	1978	Inverno	7,6	10,9	15,5
1 h	24,8	24,8	1978	Inverno	17,6	26,0	37,7
30 min	24,3	48,5	1988	Verão	29,9	45,1	66,2
5 min	15,2	182,4	1986	Verão	118,2	186,9	282,9

* - Curvas IDF obtidas a partir de estimativas aplicando a Distribuição de Gumbel

O Douro caracteriza-se pela secura do clima mas também pela intensidade das suas chuvas, muitas vezes com carácter espacialmente limitado, episódios raros mas de grande potencial erosivo. Intensidades acima dos 100 mm/h são de esperar para durações muito curtas da chuvada (5 min), podendo superar os 200 mm/h para períodos de retorno de 100 anos ou mais. Estas chuvas são especialmente violentas no fim da Primavera – início do Verão, verificando-se os episódios mais longos com maior intensidade no Inverno, também com potencial erosivo elevado, tendo em conta a acumulação de água nos solos ao longo da estação húmida.



Curvas estacionais de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) para Período de Retorno de 10 anos (Quinta de Santa Bárbara, 1979-1988). (Figueiredo, 2001)

Erodibilidade do solo

A erodibilidade do solo é a sua suscetibilidade à erosão e portanto é o inverso da sua resistência a este processo. Face a uma chuvada erosiva, os solos perdem mais ou menos partículas, ou seja, são mais ou menos erodíveis, de acordo com as suas características. Estas compreendem granulometria ou textura, teor em matéria orgânica, estrutura e permeabilidade, para além da pedregosidade ou teor em elementos grosseiros.

A fração granulométrica mais erodível é o limo (e a parte mais fina da areia fina), partículas cuja dimensão permite transporte facilitado pelo escoamento e cujo carácter quimicamente inerte não concorre para a formação de agregados estáveis no solo. Assim, os solos de maior suscetibilidade são limosos e franco-limosos, em oposição aos arenosos e franco-arenosos grosseiros (com mais areia grossa do que fina), ficando os argilosos e franco-argilosos em posição mais próxima dos primeiros.

A matéria orgânica, especialmente quando bem humificada, devido ao seu carácter coloidal, muito contribui para a formação de agregados estáveis, melhorando a sua resistência à rotura aquando de chuvadas erosivas e contribuindo para melhorar a permeabilidade e a capacidade de armazenamento de água no solo. Assim, os solos com teores baixos de matéria orgânica têm uma erodibilidade essencialmente ditada pela sua granulometria, sendo a presença de matéria orgânica tanto mais relevante quanto aquela seja desfavorável, isto é, determine elevada suscetibilidade à erosão.

A agregação, uma das principais formas de organização estrutural do solo, tem um papel fulcral na erodibilidade, já que é uma propriedade muito menos estável no tempo do que as anteriores e muito dependente das perturbações que as práticas de gestão impõem ou não nos solos cultivados. A sua forma (o tipo) em solos com teores mais elevados de matéria orgânica (mais férteis *sensu lato*) é tendencialmente globular (esferoforme), pelo que a ela está associada mais estabilidade e melhor distribuição do espaço poroso, onde se armazenam e circulam água e ar. A ausência deste tipo de agregação nos horizontes superficiais dos solos, por exemplo quando dominam tipos anisoformes (poliedros irregulares) ou prismática (frequente apenas em solos muito argilosos) é em regra reveladora de menor estabilidade estrutural e portanto maior erodibilidade.

A permeabilidade é a velocidade do movimento da água no interior do solo, refletindo a maior ou menor taxa de infiltração e de drenagem interna do solo, aspectos determinantes na formação de escoamento superficial. Por isso, para efeitos de avaliação da erodibilidade, a permeabilidade, ao contrário das propriedades descritas, deve ser considerada para todo o perfil do solo. A permeabilidade varia com a granulometria, distinguindo-se claramente os solos argilosos menos permeáveis dos arenosos mais permeáveis, mas é uma propriedade muito afetada pelas práticas de gestão do solo adotadas, que podem afetar em maior ou em menor grau a condição estrutural do solo e portanto a taxa de infiltração, deste modo concorrendo para uma maior produção de escoamento durante uma chuvada erosiva.

A pedregosidade é em regra considerada à parte das propriedades descritas acima quando da avaliação da erodibilidade dos solos, sendo muitas vezes ignorada nessa avaliação. Em regiões como o Douro, em que dominam os solos pedregosos, é um elemento que é forçoso considerar pelo seu importante efeito redutor da erodibilidade. Os elementos grosseiros protegem a superfície do impacto direto das gotas de chuva, geram elementos microtopográficos que favorecem a detenção superficial, limitando a formação de escoamento e reduzindo a sua velocidade, aumentando genericamente a permeabilidade do perfil e portanto a drenagem interna no caso de solos de granulometria desfavorável.



Erosão nos taludes não revestidos dos terraços. Foto TdF

A erodibilidade é uma característica complexa dos solos na medida em que abarca a reação destes a processos mecânicos e hidrológicos diversos, como por exemplo, no caso da erosão laminar, o impacto das gotas de chuva (que determinam rotura de agregados, destacamento de partículas e projeção a muito curta distância), a formação de escoamento (numa superfície cujo rearranjo estrutural conduziu à diminuição da sua taxa de infiltração e da sua rugosidade), transporte sólido no escoamento (em suspensão ou por arrastamento que concretiza a exportação de partículas). As propriedades descritas têm importância diferenciada em cada um dos processos, sendo contudo todas relevantes para o seu resultado final que se traduz na perda de solo face a uma chuvala erosiva.

Por outro lado e pelas mesmas razões, embora a erodibilidade caracterize um solo quanto à sua resposta à ação erosiva das precipitações, e por isso tenda a ser tomada como constante, essa resposta varia no tempo em função, por exemplo, do historial de perturbações recentes do solo em resultado de mobilizações, ou, genericamente, das práticas de gestão do solo aplicadas. Apesar disto, é comum descartar estes efeitos na caracterização da erodibilidade dos solos, assumindo-a, na prática, como fator fixo de erosão.

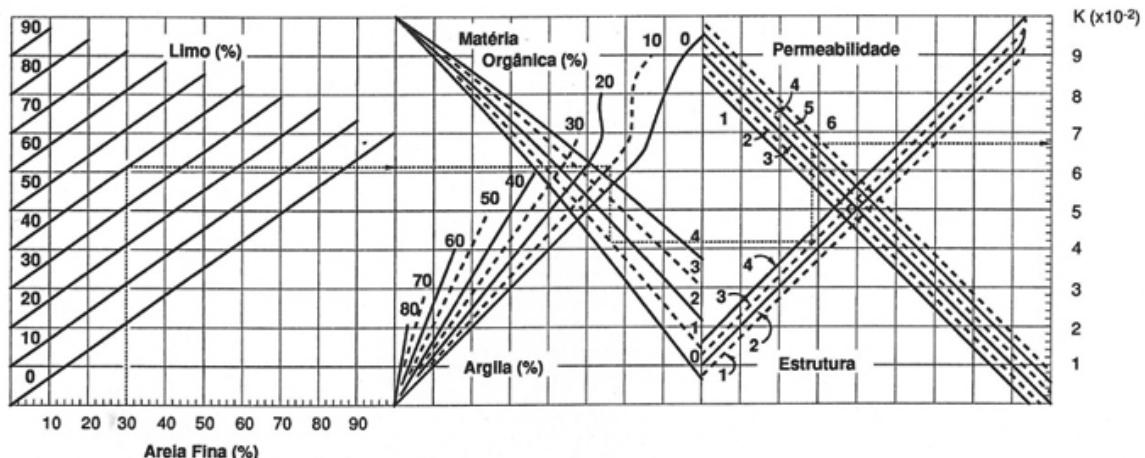
O índice de erodibilidade mais generalizadamente aplicado é o chamado Fator K (*Wischmeier & Smith, 1978*). Para a sua aplicação é necessária informação sobre a textura do solo (percentagens de argila, limo, areia fina) e o teor em matéria orgânica, em primeira aproximação: e informação que permita classificar a estrutura e a permeabilidade do solo, em segunda aproximação:

$$100 \text{ K} = 2,1 \text{ M}^{1,14} (10^{-4}) (12 - a) + 3,25 (b - 2) + 2,5 (c - 3)$$

M = (% Limo + Areia muito fina) (100 - % Argila) (escala granulométrica USDA)

a – % Matéria Orgânica (até ao máximo de 4%, adotando-se este valor para teores mais elevados); b – código de Estrutura; c – código de Permeabilidade

Para além da fórmula apresentada, pode também utilizar-se uma aproximação gráfica (Figueiredo 1989), que permite aplicar a escala granulométrica internacional, em vez da escala USDA do original.



Ábaco para a estimativa da erodibilidade do solo: Fator K (Figueiredo, 1989)

Na verdade, o Fator K assim estimado apenas quantifica a erodibilidade da terra fina do solo (a fração das partículas de dimensão menor que 2 mm), o que é claramente insuficiente quando a pedregosidade é elevada. Neste caso, a avaliação da erodibilidade deve completar-se com uma estimativa da redução da erodibilidade imposta pela presença de elementos grosseiros (Wischmeier & Smith, 1978):

$$K_{eg} = K_{tf} e^{-0,035 \%EG}$$

K_{tf} – Fator K determinado para a terra fina do solo; K_{eg} – valor corrigido pela presença de elementos grosseiros; %EG – percentagem de cobertura superficial do solo por elementos grosseiros; K em ton/ha / (MJ/há.mm/h)

O Fator K expressa a perda de solo média anual (ton/ha) por unidade de precipitação erosiva, esta expressa em unidades do Fator Erosividade (R em MJ/ha.mm/h).

A erodibilidade dos solos do Douro

Os solos da Região Demarcada do Douro são potencialmente muito erodíveis, no que à fração terrafina diz respeito.



Fraca diferenciação de horizontes e elevada pedregosidade no perfil dos Antrossolos. Foto TdF

A razão fundamental da elevada erodibilidade da terra fina está no material originário dominante na Região. De facto, no NE de Portugal, os solos derivados de xistas têm tendencialmente teores elevados de limo e de areia fina, sendo a fração de areia grossa quase sempre muito baixa e a de argila variável, tanto maior quanto mais evoluídos os solos (Figueiredo, 2013). Ora, na RDD os solos mais comuns são solos incipientes, seja pelas condições naturais de evolução (Leptossolos), seja em resultado das operações de armação do terreno (Antrossolos). Em acréscimo, trata-se de solos pobres em matéria orgânica, com agregação muito fraca (muito suscetíveis à formação de crostas superficiais por ação da chuva) e, por tudo isso, de baixa permeabilidade.

A pedregosidade elevada destes solos, reduz muito significativamente a erodibilidade, seja por via da cobertura da superfície que proporcionam, seja pelo incremento da rugosidade superficial dos terrenos, seja finalmente pelos acréscimos de

permeabilidade devidos à distribuição dos elementos grosseiros no perfil.

Os solos com terra fina mais erodíveis são os Antrossolos surríbicos, seguidos dos Leptossolos, ambos derivados de xistas. Quando considerada a correção para a pedregosidade, a ordenação das unidades solo altera-se e aqueles passam a ser os menos erodíveis (Figueiredo, 1989).

Cobertura vegetal do terreno

A cobertura vegetal dos terrenos é o fator decisivo que permite contrariar a perda potencial de solo por erosão face às condições naturais de relevo, clima e solo. A vegetação interceta a trajetória das gotas de chuva, reduzindo drasticamente a energia de impacto na superfície do terreno e armazenando temporariamente a precipitação, cujo fluxo em direção ao solo é deste modo muito diferido. Estes efeitos são tanto mais notórios quanto maior a fração de cobertura da superfície do solo proporcionada pela parte aérea das plantas, seja pela dimensão do copado seja pela sua densidade, e pelo porte, sendo os cobertos rasteiros e densos muito eficazes neste mecanismo de interceção. Todavia, em cobertos de maior porte, a vegetação é estratificada em diferentes andares, cruzando-se os seus efeitos protetores, pelo que em ecossistemas de maior estratificação vertical da vegetação se atinge a máxima proteção do solo (por exemplo em povoamentos florestais com sob coberto denso).

Este mecanismo tem efeito direto na infiltração de água no solo uma vez que a precipitação útil ou efetiva que atinge a superfície tem intensidade muito menor do que a da chuvada e, deste modo, a oportunidade para a formação de escoamento é limitada. Acresce que, sendo gerado escoamento superficial e satisfeita a detenção superficial, sempre elevada em áreas bem cobertas de vegetação, a presença de vegetação aumenta a rugosidade hidráulica da superfície, reduzindo a velocidade do escoamento. Por todas estas razões, a que sempre se pode somar o efeito que a atividade biológica associada a uma boa cobertura vegetal tem na permeabilidade do solo, a vegetação tem um papel determinante na redução do escoamento e da perda de solo.

Todavia, estes mecanismos não são uniformes no tempo e no espaço. O ciclo anual ou plurianual de desenvolvimento da vegetação gera condições de maior ou menor eficácia, não apenas por via da cobertura do solo que proporciona mas da sua coincidência com os períodos de maior erosividade das precipitações. Assim, a evolução temporal da cobertura vegetal do solo, em fase ou não com o regime climático de distribuição das chuvas erosivas e, determina finalmente a eficácia protetora da vegetação. Por outro lado, a distribuição espacial dos diferentes usos da terra e a forma com a água de escoamento



Os taludes não revestidos deixam uma fração considerável de solo exposto à erosão em vinhas terraceadas.

é transferida de uma parcela de terreno para a seguinte a jusante, determinam a distribuição espacial das áreas sensíveis à erosão e a perda de solo global à escala da encosta ou da bacia hidrográfica. Nos solos cultivados, as decisões quanto ao uso da terra, ao ajustamento do ciclo das culturas e ao controle da cobertura vegetal, interferem decisivamente na maior ou menor eficácia protetora da cobertura vegetal do solo e portanto na conservação deste recurso. Do mesmo modo, a distribuição espacial das culturas e das estruturas que compartimentam a paisagem podem ser geridas, individual ou coletivamente, no sentido de melhor controlar os processos de geração e desenvolvimento de escoamentos erosivos.

As culturas permanentes, as arbóreo-arbustivas como a vinha, têm a particularidade de não conferir uma cobertura uniforme do terreno, alternando os alinhamentos dos copados com a entrelinha mais condicionada pelas práticas de gestão do solo. Assim, em parte do terreno, a proteção do solo não depende diretamente do desenvolvimento da cultura, mas, sendo esta permanente, as decisões tomadas aquando da instalação, podem condicionar também as práticas de gestão da parte complementar do terreno. Os propósitos básicos de uma viticultura de conservação à escala da parcela de vinha devem pois atender, desde a fase de preparação para a instalação, à necessidade de criar condições para o bom desenvolvimento das videiras de modo a proteger o solo na linha mas também, buscando equilíbrios quanto à competição para a água e nutrientes, o de assegurar a proteção da entrelinha por vegetação herbácea, enquanto área mais vulnerável à ação erosiva das chuvas.

O efeito da cobertura vegetal do solo na erosão pode ser avaliado apenas no que diz respeito à fração da superfície que protege, neste caso associando a erosão apenas ao efeito direto das chuvas erosivas, mas também, e mais frequentemente, integrando os vários efeitos da vegetação já descritos. É o caso do chamado Fator Cultural, ou Fator C (*Wischmeier & Smith, 1978*).

$$C = CC \cdot SC = (1 - FC \cdot e^{-0,34H}) \cdot e^{-3,5RC}$$

C – Fator Cultural; CC – efeito da cultura (copas ou parte aérea); SC – efeito da cobertura do solo (resíduos e vegetação rasteira); FC – Cobertura pela cultura; H – Altura da cultura; RC – Cobertura por resíduos; FC e RC expressos em valores entre 0 e 1; e - base do logaritmo neperiano.

O cálculo é realizado por período do ciclo cultural e o valor médio anual é a média ponderada daqueles valores, sendo fator de ponderação a fração da erosividade anual que se verifica em cada um dos períodos. Isto requer portanto o conhecimento da distribuição da erosividade das precipitações ao longo do ano na área.

O efeito protetor da vegetação nas vinhas do Douro

O modelo de evolução da cobertura vegetal dos terrenos vitícolas no Douro pode assumir três componentes: vinhas e folhada (na linha de plantação) e infestantes, incluindo não apenas vegetação herbácea adventícia mas também semeada (na entrelinha). Para cada uma dessas componentes, há um padrão genérico de evolução. As distâncias entre videiras na linha são em regra suficientemente curtas para assegurar a cobertura integral dessa linha em fase de pleno desenvolvimento vegetativo, podendo corresponder, nessa fase a uma projeção de copa que ocupa uma faixa de cerca de 90 cm de largura (*Figueiredo, 2001*). Assim, de acordo com o compasso de plantação, é possível obter uma cobertura global da superfície maior ou menor. O estudo referenciado diz respeito a ensaio que

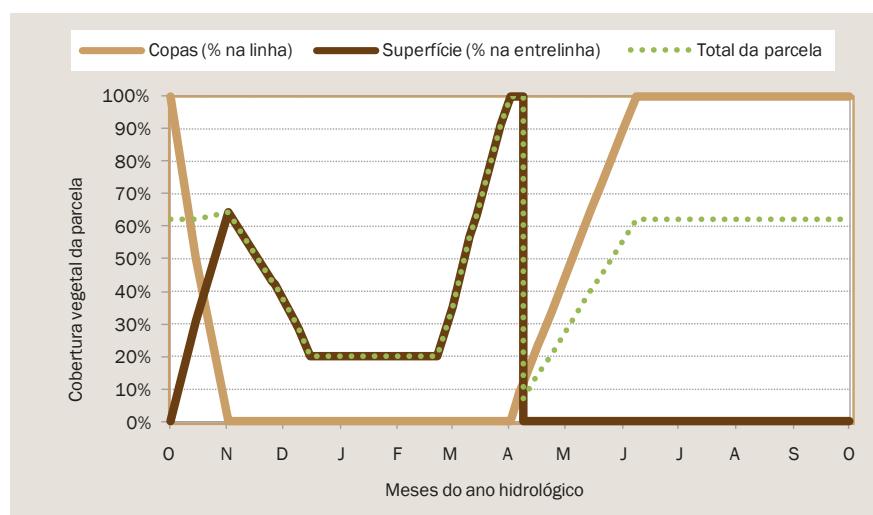
decorreu na Quinta de Santa Bárbara, Pinhão, em talhões de erosão aí instalados e acompanhados por mais de 10 anos.

Para o período de observações de perda de solo considerado, existem registos do estado da vegetação nos talhões e das mobilizações. A interpretação destes registos, correspondentes a folhada, infestantes e vegetação das videiras, somada à informação recolhida nas avaliações sobre o terreno, permitiu estabelecer o padrão normal das variações temporais da cobertura vegetal dos talhões:

- Folhada – A queda da folha dá-se durante o mês de Outubro e a cobertura máxima por folhada atinge-se no fim deste mês. Com a progressiva remoção da folhada (pelo escoamento ou pelo vento) esta cobertura é mínima em meados de Dezembro;
- Infestantes – Normalmente no início de Março já os talhões se encontram invadidos por infestantes (30% de cobertura), atingindo o máximo no fim deste mês e sendo completamente removidas aquando das mobilizações. No Inverno, a cobertura, iniciada em meados de Outubro, é esparsa e o conjunto da folhada mais infestantes ronda cerca de 20% de cobertura (valor atribuído às infestantes);
- Videiras – O abrolhamento dá-se normalmente no início de Abril, e a máxima vegetação ocorre desde meados de Junho ao início do Outono.

Dos tipos de cobertura mencionados, o mais irregular ao longo dos 10 anos de observações foi o das infestantes, pelo que se pôde deduzir pelas datas das mobilizações. Pelo contrário, o padrão de evolução descrito para folhada e vegetação das videiras repetiu-se de forma regular durante o período considerado.

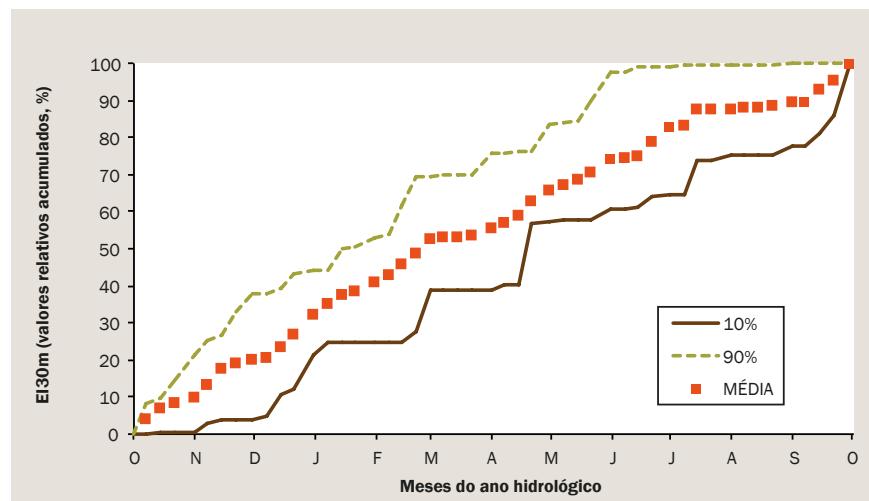
Este modelo permite efetuar a estimativa do Fator C e sua evolução ao longo do ano. Por outro lado, com os registos de precipitação foi estimada a erosividade e sua distribuição ao longo do ano. Sendo o período de observações longo, pode estabelecer-se o padrão de distribuição intra-anual da erosividade das precipitações na Quinta de Santa Bárbara, para diferentes frequências de ocorrência. Tal permite finalmente estimar o Fator C ponderado e sua distribuição ao longo do ano. Este reflete o efeito combinado da cobertura vegetal com a erosividade das precipitações, cuja ação pode ser mitigada ou realizada ao nível potencial, de acordo com o período de desenvolvimento da cultura em que ocorra.



Padrão de evolução da cobertura pelas componentes da vegetação ao longo do ano (Quinta de Santa Bárbara, Pinhão). A máxima cobertura pelas videiras é de 62%. (Figueiredo, 2001)



Evolução ao longo do ano hidrológico do Fator C (Quinta de Santa Bárbara, Pinhão). (Figueiredo, 2001)



Erosividade acumulada ao longo do ano hidrológico para várias frequências de ocorrência: média, percentil 10, ano seco, e percentil 90, ano húmido (Quinta de Santa Bárbara, Pinhão). (Figueiredo, 2001)



A cobertura vegetal permanente das vinhas é limitada

Erosão hídrica no Douro

As condições naturais no território do Alto Douro Vinhateiro são indicadoras de um elevado potencial para a erosão hídrica. A viticultura, por seu lado, não é, à partida, fortemente protetora do solo, pela forçosa e permanente exposição de amplas faixas de terreno à ação erosiva das chuvas. A viticultura duriense, todavia, implementou práticas e modelos que têm como propósito a proteção de um recurso regionalmente escasso, por vezes com essa pretensão não tão conseguida quanto desejável.

Um dos sistemas que foi implementado na Região a partir dos anos 70 do século passado e que faz parte do elenco de opções de instalação de uma vinha na Região é a chamada vinha ao alto. Este modelo de plantação, com um conjunto de razões e vantagens que, do ponto de vista vitícola o justificam e suportam (Bianchi-de-Aguiar, 1987), contraria, em primeira aproximação, os princípios elementares de conservação do solo, sabiamente implantados e geridos na Região. Todavia, a sua aplicação em outras regiões vitícolas de encosta, com comprovados riscos mínimos, não faz da vinha ao alto uma singularidade recente do Douro (Richter, 1991).

Com o propósito de avaliar experimentalmente o impacto deste sistema num aspeto crítico – a perda de solo – foi instalado um conjunto de parcelas de erosão na Quinta de Santa Bárbara, Pinhão, cujos registos constituem uma das séries mais longas do país. São, por outro lado, uma base importante de informação sobre a resposta erosiva nas vinhas do Douro porquanto, configurando a situação mais desfavorável em termos potenciais, aferem o limite superior de perda de solo na Região.

Os talhões instalados (5), corresponderam a um delineamento incompleto para comparação de densidades de plantação (cerca de 4000, 5000 e 6000 plantas por ha). O declive dos talhões (45%), o solo (surribado de xisto), a localização na região (Cima Corgo) correspondem ao que pode ser representativo da viticultura de encosta no Douro, incluindo à elevada pedregosidade do solo (55% em volume).



Talhões de erosão da Quinta de Santa Bárbara, Pinhão. Foto JP

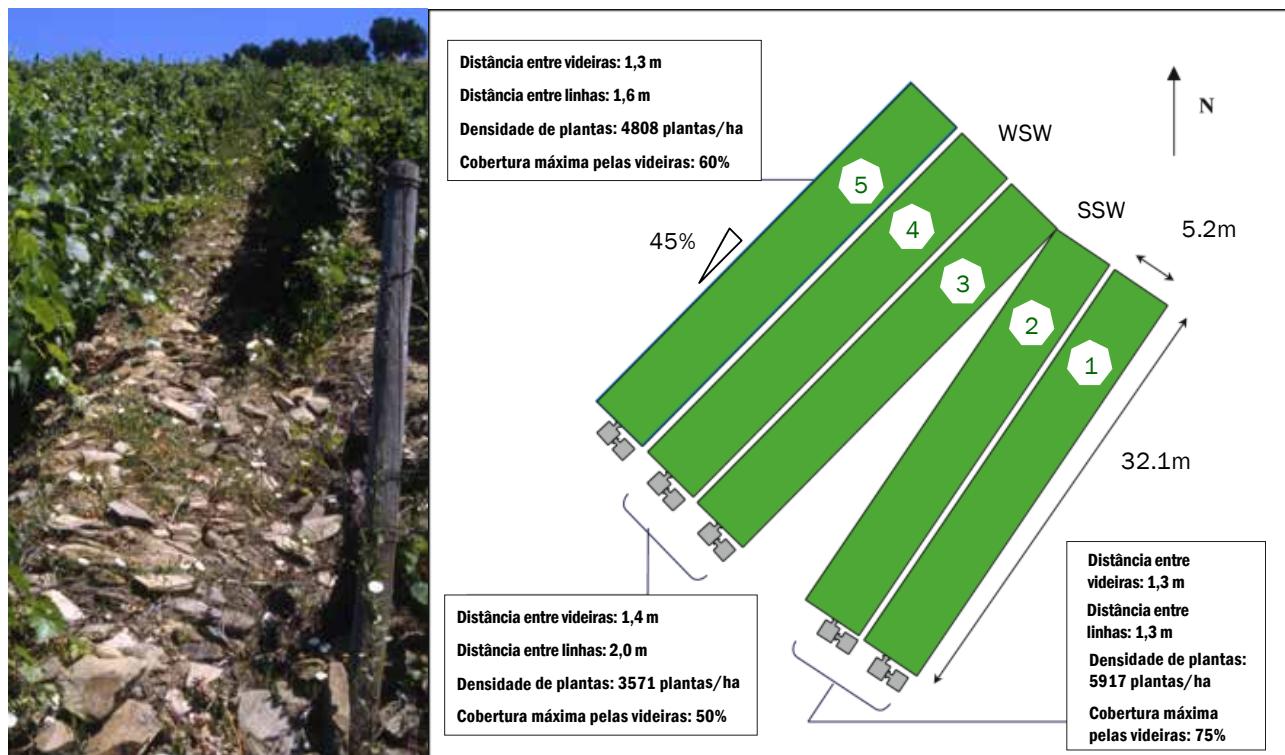


Foto JP



Risco potencial de erosão elevado mitigado pela pedregosidade dos solos

Os talhões de erosão da Quinta de Santa Bárbara, Pinhão

Os principais resultados de 10 anos de experimentação podem sintetizar-se do seguinte modo (Figueiredo, 2001; Figueiredo et al., 2011; Figueiredo et al., 2013):

- Baixa taxa anual média de perda de solo (0,36 ton / há.ano)

A elevada pedregosidade explica estes valores que contrariam o potencial determinado pelo declive acentuado e pela elevada erodibilidade da terra fina do solo, ao limitar fortemente a exposição de partículas erodíveis e o seu transporte ao longo da encosta.

- O grande contributo para a perda de solo global registada de um muito reduzido número de episódios erosivos (3 em 167 registos, 100 dos quais erosivos, acarretando $\frac{3}{4}$ da perda de solo global em 10 anos)

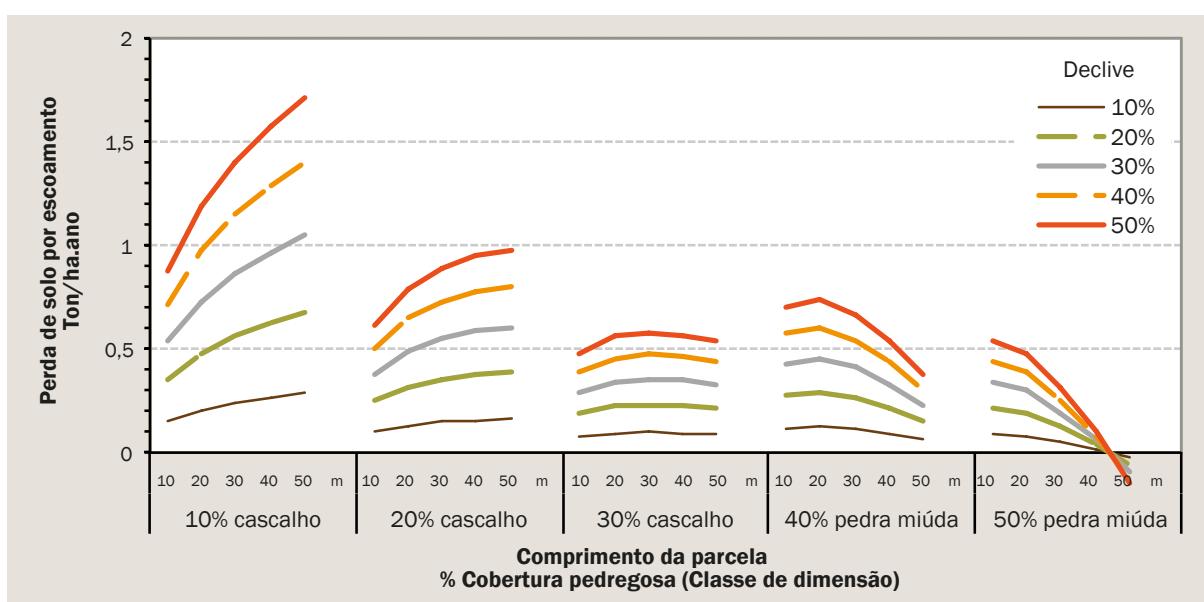
Estes eventos determinaram, por sua vez, uma distribuição sazonal média da perda de solo não concordante com o regime de precipitação, à que concentrada no período Primavera – Verão, bem como acentuou a variabilidade interanual da perda de solo.

- O contributo significativo dos eventos mais erosivos em cada ano para a perda anual de solo (cerca de 2/3, em média resultaram de 2 eventos).

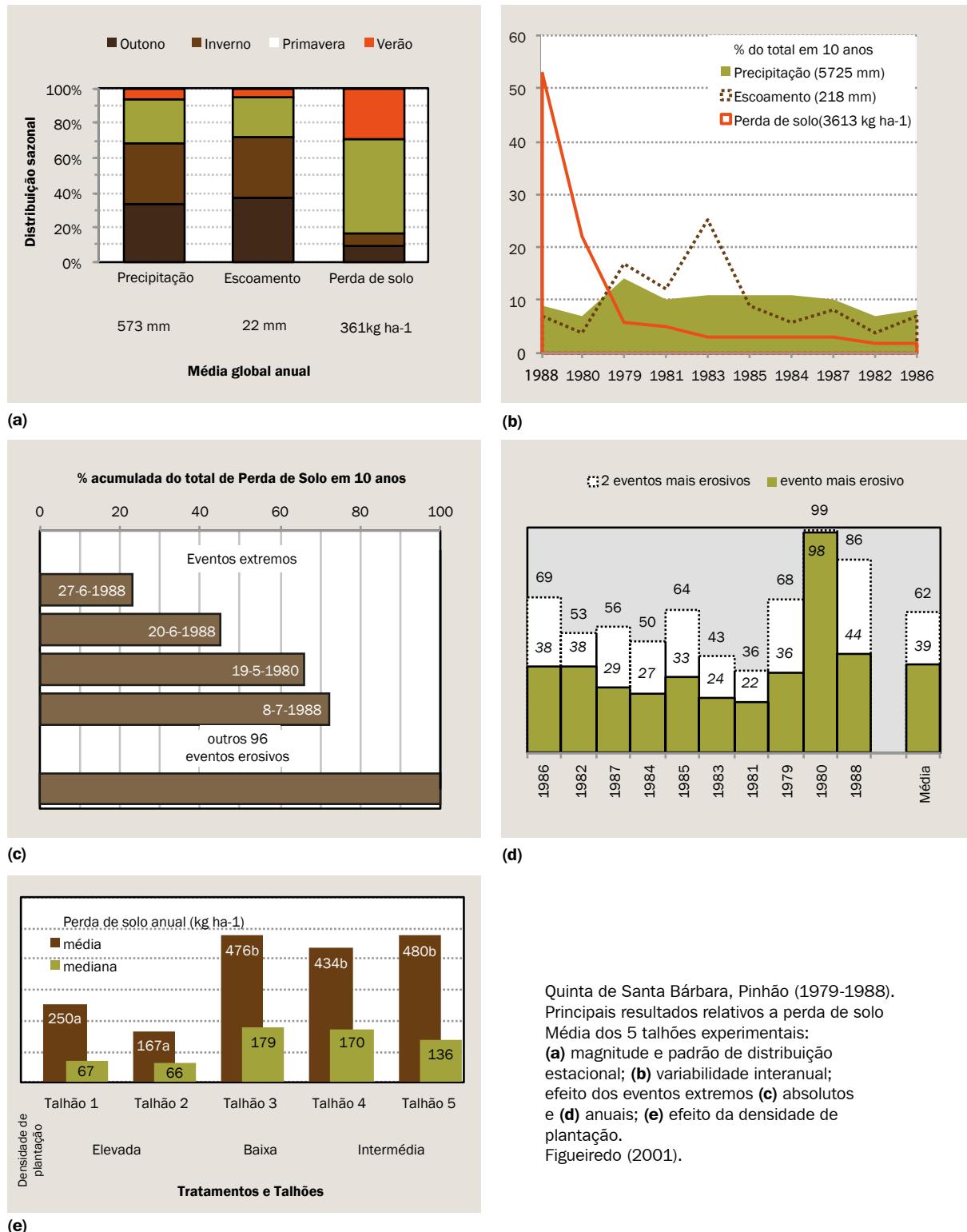
Independentemente dos episódios erosivos mais raros, o padrão de perda de solo na Região tem o carácter torrencial típico das zonas mais áridas, resultando que, em boa parte do ano, praticamente não ocorre erosão nestes sistemas.

- A densidade de plantação foi determinante da magnitude da resposta erosiva dos talhões

Os valores médios e no talhão de maior perda não ultrapassaram todavia as 0,5 ton / ha.ano, sendo o valor mais frequente abaixo dos 200 kg / ha.ano, em todos os talhões.



Efeito da pedregosidade na redução da perda de solo em parcelas de vinha ao alto (simulações para as condições da Quinta de Santa Bárbara, 50% Cobertura Vegetal global)



Quinta de Santa Bárbara, Pinhão (1979-1988).

Principais resultados relativos a perda de solo
Média dos 5 talhões experimentais:

(a) magnitude e padrão de distribuição
estacional; **(b)** variabilidade interanual;
efeito dos eventos extremos **(c)** absolutos
e **(d)** anuais; **(e)** efeito da densidade de
plantação.
Figueiredo (2001).



4



Proteção do solo: medidas culturais

Roteiro de intervenções

O Alto Douro Vinhateiro, sendo uma região vitícola, apresenta uma grande diversidade quanto à ocupação do solo, acentuada ainda pelas diferenças entre sub-regiões na composição do mosaico paisagístico. A vinha ocupa naturalmente lugar notável neste mosaico (cerca de 40 mil ha) e em boa parte surge associada às outras culturas permanentes mediterrânicas que também caracterizam a paisagem do Douro, especialmente a montante na Região: olival e amendoeira.

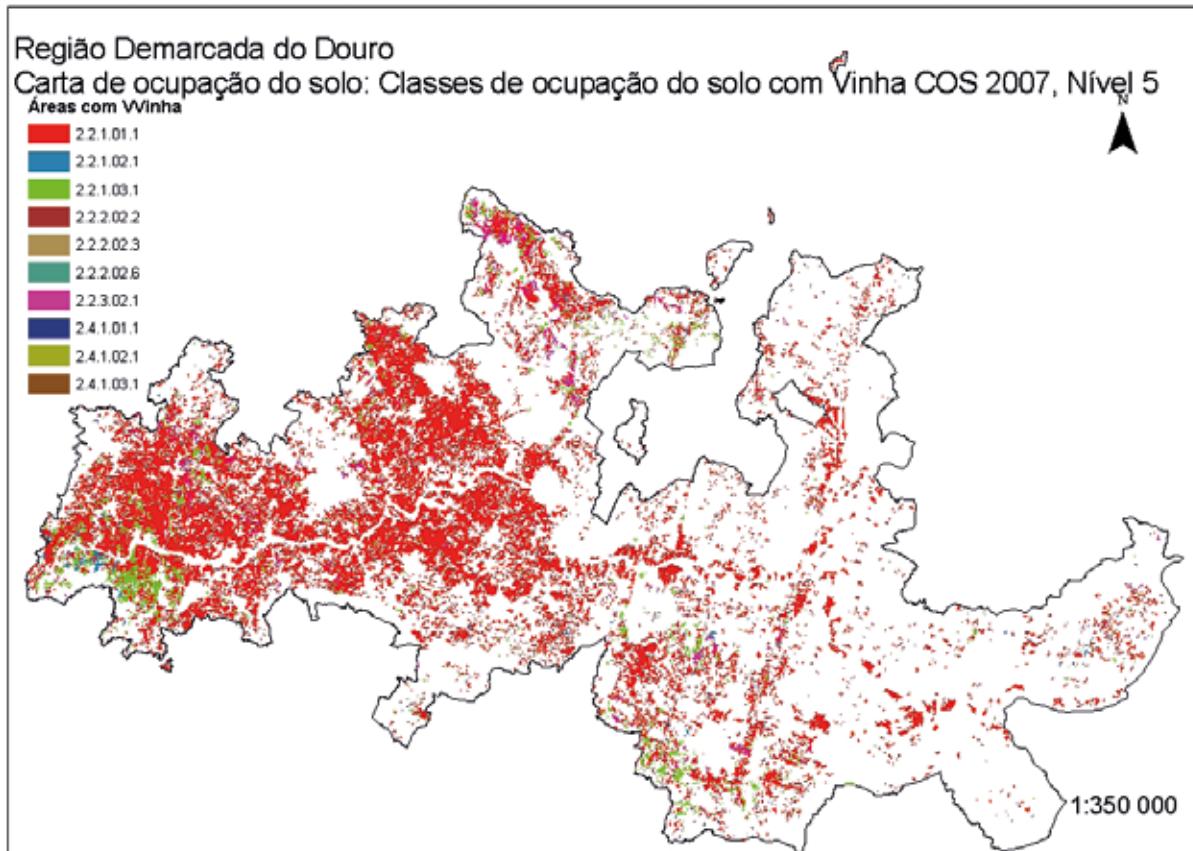
Em vinhas instaladas, e sendo a Região exemplar no que à proteção do solo diz respeito, entende-se que, à partida, esse património de conhecimento que a conduziu ao estatuto que merecidamente detém é respeitado pelos viticultores, proprietários ou utilizadores da terra.

Em qualquer caso, impõe-se sobretudo um roteiro de intervenções técnicas que vai da avaliação da situação presente, à conceção, projeto e aplicação de soluções, sejam corretivas sejam preventivas.

Proteção do solo na viticultura do Douro: roteiro de intervenções		
Identificação de elementos de risco	Medidas a aplicar	Articulação de medidas
Áreas críticas	Seleção	Avaliação da eficácia global
Períodos críticos	Avaliação de eficácia	Caso mais desfavorável



Entrelinha mobilizada: sendo faixa crítica de exposição do solo à erosão, deve limitar-se a vinhas em declives suaves.



Região Demarcada do Douro: áreas com vinha (COS 2007 Nível 5).

As classes 2.2.1.01.1 Vinhas (22,2%), 2.2.1.03.1 Vinhas com olival (1,6%) e 2.2.3.02.1 Olivais com vinha (0,7%), representam a quase totalidade da área com vinha na RDD. As Outras classes representam, em conjunto, menos de 0,5% da área.

Outras classes

2.2.1.02.1 Vinhas com pomar

2.2.2.02.1 Pomares de frutos frescos com vinha; 2.2.2.02.2 Pomares de amendoeira com vinha; 2.2.2.02.3 Pomares de castanheiro com vinha; 2.2.2.02.6 Outros pomares com vinha; 2.4.1.01.1 Culturas temporárias de sequeiro associadas a vinha; 2.4.1.02.1 Culturas temporárias de regadio associadas a vinha; 2.4.1.03.1 Pastagens associadas a vinha

Gestão de áreas críticas

As áreas críticas numa vinha são a entrelinha de plantação, o talude dos terraços quando a vinha é assim armada, e as redes divisional e de drenagem, em parte coincidentes. Embora o pressuposto de assegurar a máxima proteção destas áreas esteja sempre presente, o nível de alerta varia no entanto com o tipo de sistema instalado.

As medidas a aplicar em cada caso situam-se em categorias diferenciadas, incluindo as de gestão do solo, focadas na área agricologicamente útil da parcela, preventivas e integradas nas opções de carácter agronómico tomadas pelo viticultor, e as realizadas no quadro de uma manutenção corretiva das áreas complementares.

Gestão de áreas críticas: nível de importância

Sistemas instalados		Áreas críticas		
		Entrelinhas	Taludes	Caminhos e drenagem
Sem armação	Em declives baixos	Baixo	-	Baixo
	Em declives acentuados	Elevado	-	Elevado
Terraços murados	Patamares estreitos	Baixa	-	Elevado
	Patamares largos	Elevada	-	Elevado
Terraços não murados	Baixo	Muito elevado	Muito elevado	-
Vinha ao alto	Muito elevado	-	Elevado	-

O nível de eficácia requerido para as medidas a aplicar na entrelinha depende do declive dessa faixa de terreno, baixo a nulo por exemplo nos terraços murados de patamar estreito e nos não murados, e muito elevado na vinha ao alto. A drenagem requer um nível de alerta elevado em praticamente todas as vinhas, exceto nas de baixo declive, embora seja de especial importância nas vinhas em terraços não murados, uma vez que, não havendo estruturas fortemente consolidadas como os muros, um controle ineficaz do escoamento superficial e da drenagem interna das vertentes terraceadas acarreta consequências muito danosas para os solos.

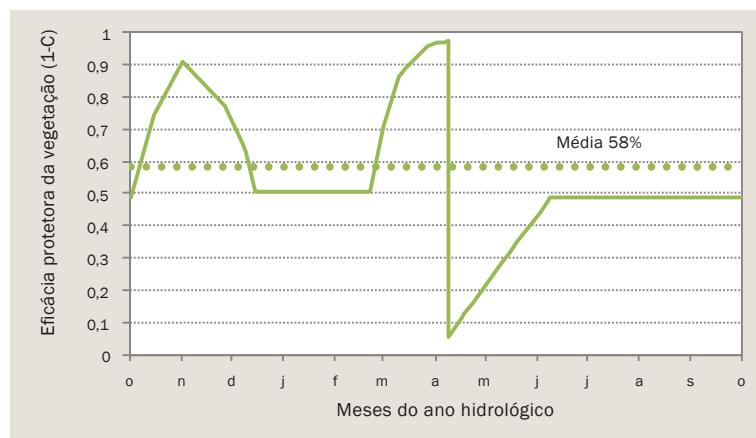
Gestão de áreas críticas: intervenções

Áreas críticas	Intervenções
Entrelinhas	Gestão do solo
Taludes	Controle da cobertura, reparação
Caminhos e Drenagem	Reparação, limpeza

No quadro atual, as boas práticas de gestão do solo incluem forçosamente a adoção de coberturas herbáceas nas entrelinhas, adventícias ou semeadas, o seu controle por meios mecânicos (reduzindo a aplicação de herbicidas na vinha), pela não mobilização ou por intervenções mínimas em frequência e profundidade do solo perturbada.

Exemplo da Quinta de Santa Bárbara, Pinhão (Figueiredo, 2001)

O período húmido do ano corresponde ao de maior suscetibilidade das áreas expostas, entrelinhas e taludes quando existem, onde é forçosa a manutenção de uma cobertura eficaz, a qual se traduz não apenas em proteção do solo mas também no nível de exportação de partículas que atingem a rede de drenagem e podem determinar a redução da sua eficácia de evacuação do escoamento. De todo o modo, os caminhos, em regra descobertos, são sempre uma fonte de sedimento para a rede de drenagem, para o que ainda não existe solução eficaz.



Eficácia protetora da cobertura vegetal ao longo do ano. As vinhas apresentam dois períodos críticos quanto à exposição a chuvas erosivas: o inverno e o do fim da Primavera (avaliação com base no Fator Cultural, fator C da Equação Universal de Perda de Solo). A parte aérea das vinhas cobre um máximo de 62 % da parcela).



Distribuição cumulativa da Erosividade das precipitações no ano hidrológico em ano húmido (percentil 90). Os meses de Outono (com quase 50%) e de Inverno, concentram quase 80% do total anual das precipitações erosivas. No Douro, todavia, as precipitações do final da Primavera, embora com grande variabilidade interanual, podem ser também muito erosivas.

Todavia, o fim da Primavera – início do Verão pode constituir também um período crítico, sendo decisivo o momento em que se realiza o controle da vegetação na entrelinha. Este é determinado por razões de competição para a água entre videiras e vegetação herbácea, sendo generalizada e legítima a percepção de que o seu atraso implica redução no ritmo de desenvolvimento vegetativo da cultura. A situação é muito crítica no caso da vinha ao alto, crítica nas vinhas sem armação do terreno (tanto mais

quanto maior o declive) e de importância menor nos terraços, onde todavia o mesmo se aplica quanto ao controle da vegetação nos taludes. O controle da vegetação na entrelinha, realizada por corte ou destroçamento quando se segue a prática recomendável da não mobilização, deverá sempre manter os resíduos (restolhos) sobre a superfície, cujo grau de cobertura é decisivo para proteger o solo das chuvas erosivas, pouco frequentes mas altamente danosas, que podem ocorrer nessa época. No quadro atual de conhecimentos, é clara a opção pelas coberturas herbáceas como a medida mais recomendável para a proteção do solo na entrelinha (Martins et al., 2014; Vrsic, 2011). Coberturas adventícias são a solução sempre mais económica mas dependem do banco de sementes do solo, havendo a percepção de que será mais pobre nas vinhas mais jovens, sendo enriquecido à medida que se restabelecem as funções do solo, altamente perturbado aquando da preparação do terreno para a plantação. As coberturas semeadas garantem mais eficácia quando a seleção de espécies na mistura de sementes é adequada, havendo ainda necessidade de mais experimentação nesta matéria (p.54).



Coberturas herbáceas na entrelinha em vinha ao alto, protegendo o solo onde o risco potencial de erosão é maior. Foto: Td

Também no quadro atual, não tem sido dedicada especial atenção ao revestimento dos taludes. Na verdade, a experiência mostra que, após a instalação dos terraços, os taludes se consolidam com a emergência do revestimento pedregoso determinado pelas primeiras chuvas erosivas, que evacuam os finos para o patamar a jusante, o que é possível face à elevada proporção de elementos grosseiros destes solos. Há ainda a percepção, a requerer experimentação, de que a consolidação do solo nos taludes é acelerada pela colonização destas áreas por crostas biológicas, cuja eficácia na proteção dos solos em áreas altamente erodidas é conhecida (Miralles, 2012). O controle da cobertura dos taludes limita-se em regra à remoção, por corte no final da Primavera – início do Verão, da vegetação adventícia esparsa que desejavelmente se desenvolve na estação húmida (p.60).



Taludes sem adequado revestimento são faixas críticas de exposição à erosão.

As medidas de proteção do solo a aplicar devem ser articuladas e integradas nas práticas de gestão da vinha de modo a garantir uma boa eficácia global no controle da erosão. Esta depende dos níveis de eficácia parciais mas também da sua combinação temporal e espacial. De facto, a erosão tem carácter episódico e a eficácia das várias técnicas deve medir-se pela respostas erosiva à ação das chuvas relativamente pouco frequentes, adotando-se por norma, o período de retorno de 10 anos (Morgan, 2005). Por outro lado, os processos hidrológicos e erosivos têm a sua ocorrência, pelo menos em parte, condicionada por limiares que, uma vez cumpridos, se traduzem por respostas erosivas de elevada magnitude, em contraste com as que se verificam quando essas condições não são atingidas. Concorrem para a verificação dessas condições uma ampla disponibilidade de partículas nas áreas expostas a montante, a formação de escoamento nessas áreas e uma concentração rápida do escoamento nas linhas de drenagem superficial. Na prática, isto significa que é da maior importância, e na verdade é a solução mais económica, garantir uma boa eficácia da cobertura do solo nas entrelinhas e taludes com vista a controlar escoamento e perda de solo desde a sua fonte para condições de pluviosidade mais raras, mesmo que em condições mais frequentes essas medidas possam afigurar-se excessivas.

É importante sublinhar que os compassos adotados, e portanto a densidade de plantação das vinhas determinam, desde logo, o grau de cobertura ao pleno desenvolvimento vegetativo proporcionado na linha pelas videiras e, por complementaridade, a fração exposta de solo na entrelinha. Assim, a decisão do viticultor relativamente à densidade de plantação é crítica quanto ao nível de controle da perda de solo expectável, sendo certo que a vinha não é cultura especialmente protetora do solo contra a erosão. Daí a importância, também do ponto de vista da conservação do solo, de uma cobertura uniforme da parcela (minimizando as falhas na plantação) e um bom desenvolvimento vegetativo das videiras (mercê da boa prática vitícola), procurando maximizar a proteção da linha. Daí também, a

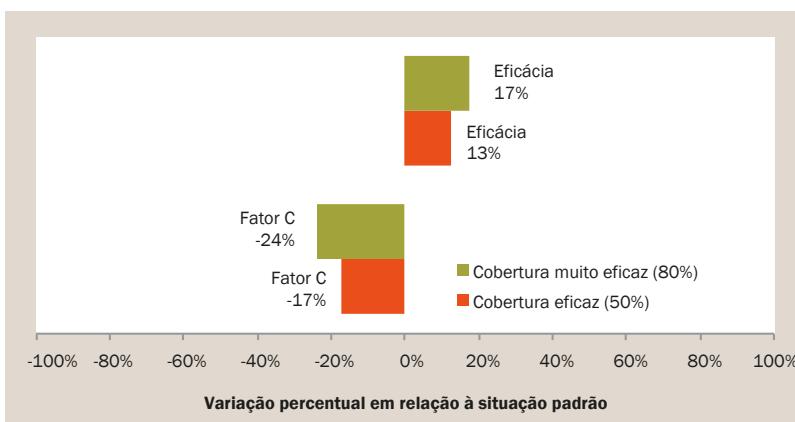
necessidade de melhor cuidar a proteção da entrelinha quando as densidades de plantação são mais baixas, situação que impõe práticas de gestão do solo adequadas, baseadas, insista-se, nas coberturas herbáceas do solo.



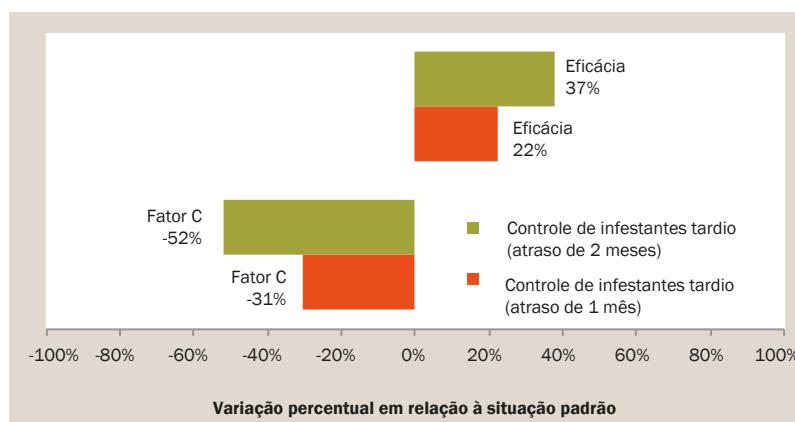
Comparação de práticas, especialmente importante em vinha ao alto: em baixo, o bom desenvolvimento vegetativo das videiras assegura a proteção do solo na linha, e combina-se com uma cobertura herbácea eficaz na entrelinha, que é a faixa de maior exposição às precipitações erosivas e fonte de sedimento evacuado para a rede de drenagem; em cima, com o solo da entrelinha praticamente nu, há risco significativo de perda de solo na sequência de chuvas erosivas. *Foto inferior: TdF*

Exemplo da Quinta de Santa Bárbara, Pinhão (Figueiredo, 2001)

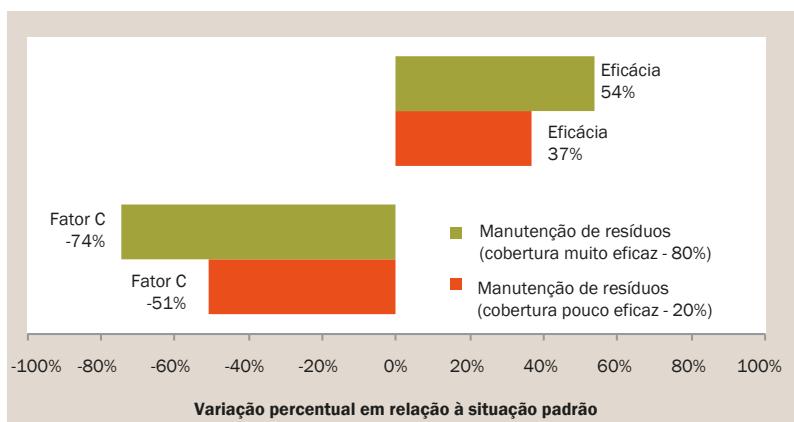
Efeito de alternativas na gestão das coberturas herbáceas na entrelinha na sua eficácia protetora: simulações do Fator C (EUPs) comparadas com situação padrão (Quinta de Santa Bárbara, parcela com 60% de cobertura máxima na linha e 20% de cobertura adventícia na entrelinha no Inverno)



Efeito do aumento de coberturas invernais mais densas por vegetação herbácea na entrelinha



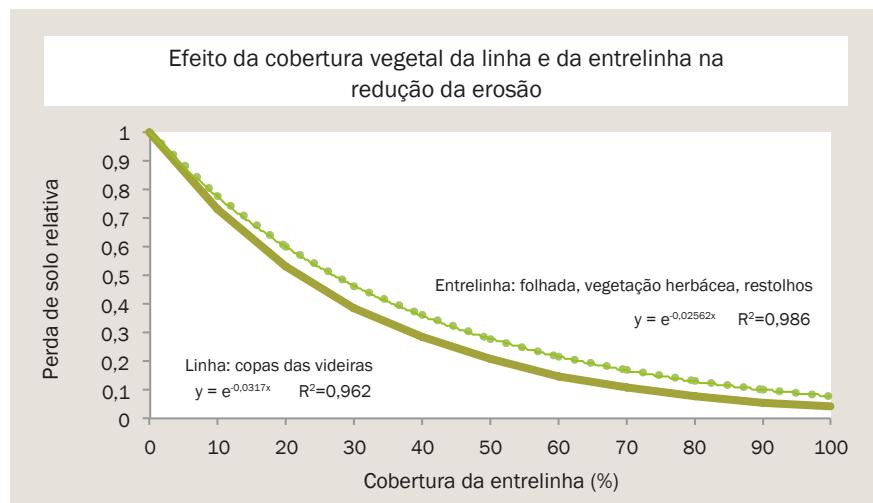
Efeito do atraso na remoção da vegetação herbácea na entrelinha na Primavera (situação padrão – ao arranque vegetativo da vinha; atraso de dois meses – ao máximo desenvolvimento vegetativo da vinha)



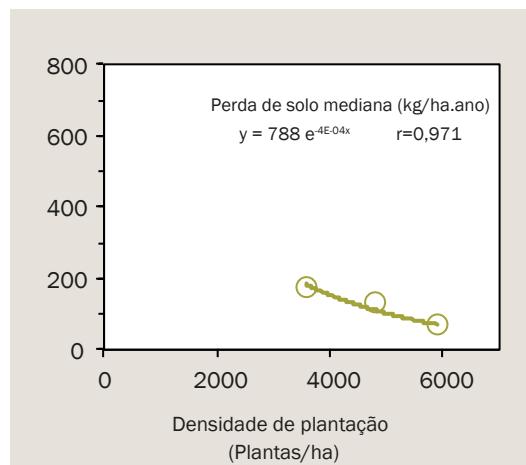
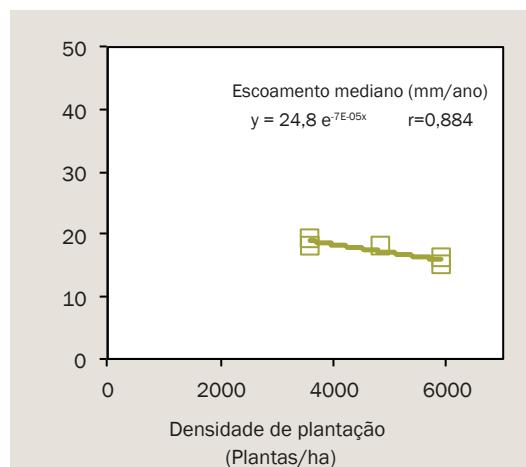
Efeito da manutenção dos resíduos no solo (incorporação mínima) após o corte primaveril (situação padrão – ao arranque vegetativo da vinha) para dois níveis de cobertura herbácea na entrelinha

Exemplo da Quinta de Santa Bárbara, Pinhão (Figueiredo, 2001)

Efeito da cobertura na entrelinha (vegetação herbácea adventícia) e na linha de plantação da vinha (expressa em % de cobertura e em densidade de plantação) na perda de solo avaliada na Quinta de Santa Bárbara (vinha ao alto)



Efeito da cobertura vegetal do terreno na entrelinha e na linha, na redução da perda de solo média anual. A cobertura pelas videiras (compassos e densidade de plantação) é decisiva para o nível de perdas a esperar numa vinha



Efeito da densidade de plantação na produção anual de escoamento e de perda de solo por erosão (vinha ao alto)

A gestão do solo vitícola

O solo faz parte integrante do *terroir* vitícola, considerado como sendo um território de dimensão variável, definido pela associação das componentes **geológica, pedológica e paisagística**, na qual a resposta da videira é considerada reprodutível para um dado clima (Magalhães, 2008).

Sendo o solo o ambiente onde a videira se desenvolve, de onde retira a água e os nutrientes para cumprir todo o seu ciclo vegetativo, tem um efeito fundamental na quantidade e qualidade da produção de uvas e no produto final, o vinho. A influência do solo nas características das uvas e dos vinhos pode ser apreciada através da sua composição relativa em açúcares, ácidos, elementos minerais e orgânicos, polifenóis, antocianas, complexidade, intensidade aromática e caráter mineral, bem como na componente enzimática das uvas, muito relacionada com as qualidades e características do vinho. Também o desequilíbrio em termos de nutrientes e a acidez ou alcalinidade do solo, conduzem a problemas na nutrição da vinha com efeitos nocivos na mesma.

Propriedades do solo com maior efeito nas relações com a vinha:

- **a. Espessura de enraizamento** – condiciona a expansão das raízes e a massa radical, o volume de água e a massa de nutrientes disponíveis;
- **b. Textura** (proporção relativa de areia grossa, areia fina, limo e argila) – condiciona a retenção de água utilizável e de nutrientes e as condições de trabalho do solo e tráfego de máquinas;
- **c. Matéria Orgânica** – condiciona a disponibilidade de azoto (95%) de fósforo (25%), de enxofre (95%) e outros nutrientes, a dinâmica do carbono e emissões de CO₂, a retenção de água, as condições de estrutura e a atividade biológica;
- **d. Estrutura do solo** (organização do espaço interno) – condiciona a distribuição macro/microporosidade, a retenção, infiltração de água e recarga hídrica e as trocas gasosas com a atmosfera exterior;
- **e. Riqueza em nutrientes e condições para a sua assimilação** (pH);
- **f. Atividade biológica** – condiciona a transformação de resíduos e humificação, a assimilação de nutrientes e a resistência a pragas e patogénicos.

Assim, a gestão do solo deve passar obrigatoriamente por duas fases:

1. Preparação do solo à plantação para permitir uma espessura de enraizamento e permeabilidade que possibilite uma adequada expansão radical e permeabilidade à água que permita uma boa recarga hídrica, aproveitando ao máximo a água de precipitação e reduzindo os riscos de défice hídrico estival, o escorramento superficial e consequente erosão, a par de uma fertilização de fundo de acordo com a situação em termos de nutrientes.

Estas operações fazem-se atualmente com tratores de rastos e as designadas giratórias e de acordo com o declive e as condições iniciais do solo.

Vegetando a vinha em ambiente mediterrânico, esta operação é da maior importância, para permitir a recarga hídrica para abastecimento de água à planta na época estival.

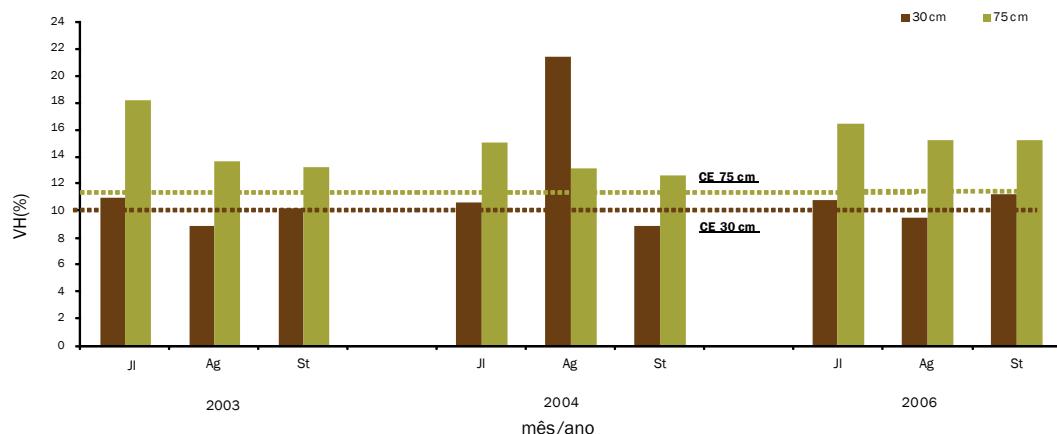


Operações mecânicas de desagregação da rocha e aprofundamento do solo e armação do terreno em socalcos no Douro. Foto AM



Perfil do solo em resultado das operações de preparação do solo para a plantação. Foto AM

Resultados obtidos em outro sistema mostraram claramente que as camadas profundas são essenciais no fornecimento de água às plantas arbustivas ou arbóreas, enquanto as camadas superficiais apresentam um valor de humidade a partir de Julho e, desde que não haja precipitação, com valores próximos ou abaixo do coeficiente de emurcheçimento. (Martins et al. 2010).



Valores de humidade do solo a 30 e a 75 cm comparados com os valores obtidos à pressão de -1,5 MPa (Coeficiente de Emurcheçimento)

2. Uma gestão anual do solo que permita a conservação dos constituintes mais ativos – matéria orgânica, argila e limo, a par da conservação da água e da estrutura do solo para manter uma situação física desejável e gerir de forma eficiente os nutrientes. A gestão anual do SOLO pode adotar basicamente duas técnicas:

a) A técnica tradicional de mobilizações anuais, para destruição de infestantes, geralmente feita com escarificador ou com barra de ferro e dentes estripadores na entrelinha. Esta técnica, muito enraizada nos produtores, tem as vantagens de eliminar infestantes e poder diminuir a competição hídrica, mas tem inúmeros inconvenientes: (i) mineralização de matéria orgânica e emissões de CO₂; (ii) danos ou ferimentos nas raízes da videira; (iii) aumento dos riscos de erosão hídrica e perda de solos e de nutrientes; (iv) diminuição da atividade biológica e da biodiversidade; (v) aumento dos riscos de compactação e de degradação da estrutura do solo.



Vinha com mobilização convencional com escarificador. Foto AM

b) Uma outra técnica consiste em manter a vinha como um sistema misto, não mobilizada, com cobertura herbácea espontânea ou semeada, o que traz várias vantagens associadas aos sistemas mistos, conforme opiniões expressas por vários autores que se citam: (i) *Morlat & Jacquet 2003*, no tocante à manutenção de revestimentos verdes em vinhas enfatizam os seus benefícios na melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, na diminuição do escoamento superficial e da erosão, na diminuição de infecções por *Botrytis*, no decréscimo do vigor e na melhoria geral da qualidade dos vinhos; Os mesmos autores referem porém que na entrelinha ocorre menor densidade de raízes da vinha, devido à competição com as espécies herbáceas; (ii) Também *Celette et al. 2005*, confirmam parte das opiniões dos autores anteriores nomeadamente os efeitos benéficos nas propriedades físicas do solo, na taxa de infiltração, na redução do escoamento superficial e na erosão hídrica; (iii) Igualmente *Magalhães 2008*, salienta as vantagens da manutenção de cobertura herbácea em vinhas, desde o controlo de infestantes, à melhor adaptação ao modo de Produção Integrada, à melhor circulação de máquinas, diminuição de custos, benefícios na qualidade do solo e controlo do vigor. Alerta porém para os perigos de competição hídrica em áreas secas, com reflexos na produtividade da vinha, e para o aumento de riscos de geada.



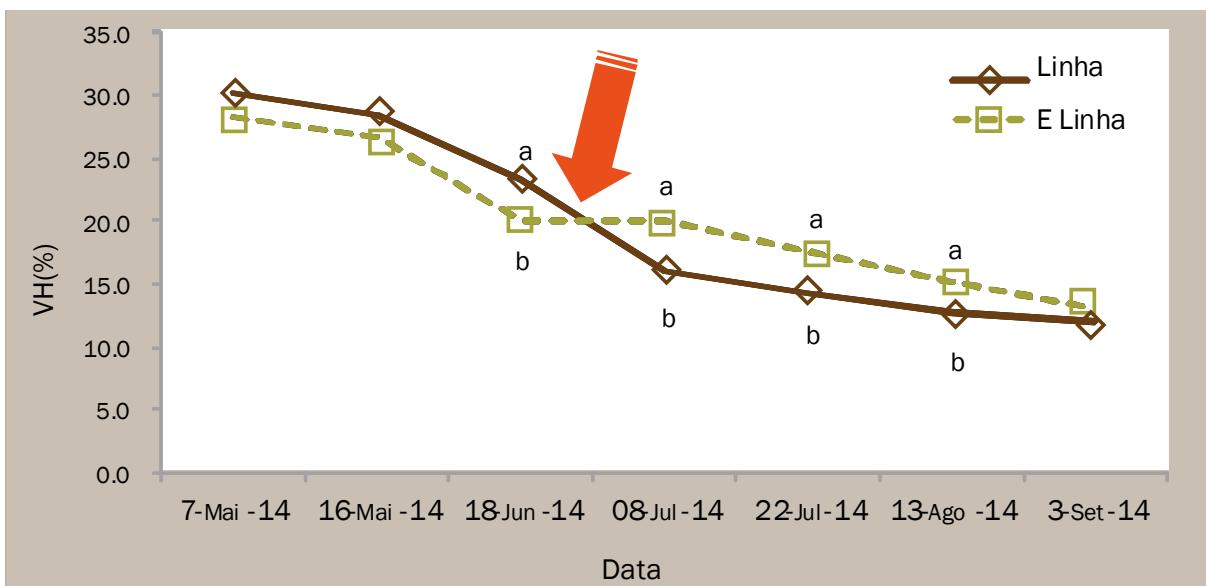
(a)
Vinhas com cobertura herbácea, em terraços (a) e vinha ao alto (b) *Foto AM*

Em síntese referem-se os efeitos das coberturas verdes em vinhas: (i) diminuição dos riscos de erosão, principalmente em vinha ao alto; (ii) conservação e aumento da MO, armazenamento de C e diminuição de emissões de CO₂; (iii) melhoria das condições de estrutura (porosidade e permeabilidade), com melhores condições de tráfego de máquinas; (iv) aumento de biodiversidade e das condições para a luta biológica; (v) melhoria da eficiência na utilização de nutrientes e redução da utilização de fertilizantes; (vi) maior garantia de sustentabilidade do sistema e benefícios na qualidade ambiental.

Ensaios conduzidos em outro sistema conduziram aos seguintes resultados:

- a)** No tocante à produção, obtiveram-se sempre valores significativamente mais elevados no tratamento não mobilizado comparado com o mobilizado (*Martins et al., 2011*).
- b)** Acerca do regime hídrico o solo e relações hídricas solo-planta, valores de potencial hídrico foliar de base não mostraram diferenças significativas entre o tratamento convencional mobilizado e o tratamento não mobilizado com cobertura herbácea e mostraram mesmo maior teor de humidade no solo uma semana após a queda de precipitação nas parcelas não lavradas com cobertura (*Martins et al., 2010*).
- c)** Ao fim de 15 anos a massa de Carbono em parcelas não mobilizadas aumentou cerca de 10 t ha⁻¹, comparado com as parcelas mobilizadas (*Raimundo et al., 2011*).
- d)** Igualmente se observaram valores mais elevados para a riqueza de espécies de fungos e sua ocorrência nos tratamentos não mobilizados, mostrando uma biodiversidade mais elevada, enquanto o tratamento mobilizado mostrou valores significativamente muito mais baixos (*Martins et al., 2011*).

No tocante ao tipo de coberturas deverá ter-se cuidado na escolha das misturas de espécies a utilizar. Em ambientes mais húmidos como no Entre Douro e Minho ou mesmo no Baixo Corgo, aconselham-se misturas com maior quantidade de gramíneas, porque retiram mais água e controlam o vigor, enquanto em ambientes mais secos como o Douro Superior se devem optar por misturas com maior densidade de trevos subterrâneos, que entram em senescência mais cedo e retiram menos água do solo.



Valores médios de humidade do solo na Linha e na Entre-linha desde Maio a Setembro de 2014 num ensaio na Quinta do Vallado (Relatório GreenVitis)

Como se pode ver, e embora sejam valores de um ano, observa-se maior teor de humidade na linha até finais de Junho com diferenças significativas em 18 de Junho e a partir daí valores mais elevados na entrelinha, sempre com diferenças significativas. Interpretam-se estes resultados como sendo devidos a: (i) menor extração de água pela videira e, ao contrário, maior extração pela cobertura herbácea na entrelinha até finais de Junho, o que permite controlar o vigor; (ii) a partir daí, maior extração de água na linha de plantação que se deverá a senescênciadas espécies herbáceas na entrelinha, a maior extração pela vinha e a maior incidência de insolação no talude, próximo da linha.



A importância da presença de infra-estruturas ecológicas no ecossistema vitícola na preservação do solo e no fomento da biodiversidade funcional

A paisagem da Região Demarcada do Douro (RDD), na qual se inclui o Alto Douro Vinhateiro (ADV) classificado pela UNESCO em 2001 na categoria de “paisagem cultural evolutiva e viva”, traduz-se num mosaico paisagístico que combina a presença de vinhedos rodeados de oliveiras, amendoeais, pequenos pomares de fruteiras (citrinos, cerejeiras), matas (vegetação arbórea), matos (vegetação arbustiva), cursos de água rodeados por galerias ripícolas, e ainda edifícios de suporte à actividade agrícola (quintas) e aglomerados urbanos organizados (vilas e aldeias), o que lhe confere um carácter singular, comparativamente a outras regiões vitícolas europeias.

Em especial a vegetação natural ou semi-natural existente no ecossistema vitícola contribui para o que em agro-ecologia é denominado de infraestrutura ecológica (IEE), que são-estruturas com valor ecológico que existem nas explorações, ou na sua proximidade, e cuja utilização aumenta a biodiversidade funcional da exploração, providenciando no caso da vinha, serviços do ecossistema quer aos viticultores quer à sociedade em geral. Destes “eco-serviços” destacam-se em particular, pela sua importância em viticultura de encosta, o controlo da erosão, o incremento da matéria orgânica e a melhoria da estrutura do solo, a limitação natural de pragas, o sequestro de carbono, a preservação de espécies selvagens, o embelezamento da paisagem, entre muitos outros.

A organização internacional de luta biológica (OILB) recomenda nas suas normas técnicas para a produção integrada (*Baur et al. 2011*) que as IEEs ocupem pelo menos 5% da área total da exploração, sendo aconselhável que atinjam até 15% dessa área, e que as IEE já existentes na exploração sejam preservadas. Destas, destacamos, no caso da RDD, a importância do coberto vegetal com elevada diversidade florística, frequentemente encontrado em várias vinhas da RDD, as sebes de arbustivas que se desenvolvem em taludes ou na proximidade de caminhos, pequenos pomares e hortas localizados em terrenos de aluviões, bosques, matos e oliveiras tradicionais existentes em locais onde não é possível a instalação da vinha, assim como os muros de pedra, importantes infra-estruturas ecológicas com grande impacto na paisagem e na preservação do solo do Douro. Estas IEEs, perfeitamente adaptadas às condições da RDD, foram-se instalando quer em áreas outrora cultivadas, como os “mortórios”, quer no interior de áreas atualmente cultivadas, tal como se verifica no caso de vinhas com enrelvamento nas entrelinhas, da instalação de sebes em taludes de estradas ou de vegetação ripícola em linhas de água. Para além de contribuírem a mitigação do fenómeno de erosão, o aumento do teor de matéria orgânica e a melhoria da estrutura do solo, estas IEE fornecem recursos alimentares (pólen, néctar, presas alternativas), abrigo e local de reprodução, para muitas espécies faunísticas, com impacto na limitação natural de pragas da vinha, pelo que se reveste de grande interesse em viticultura sustentável, com vista à redução da utilização de fatores de produção externos.

Com o objectivo de promover a biodiversidade funcional do ecossistema vitícola da Região Demarcada do Douro, e os serviços do ecossistema acima referidos, no âmbito de três projetos que decorreram entre 2010 e 2014 (Ecovitis – Maximização dos Serviços do Ecossistema Vinha na RDD, Biodivine-Demonstrating functional biodiversity in viticulture landscapes e Floresta comum) a ADVID dinamizou

junto dos seus associados, várias atividades de conservação da biodiversidade e do solo, que resultaram por exemplo na implementação do enrelvamento da entrelinha em mais de 90 hectares de vinha e na instalação ou preservação de mais de 3 km de sebes com espécies autóctones. O desenvolvimento destes projetos provou que é possível a conjugação de uma actividade produtiva, onde se produzem produtos de elevada qualidade, com a preservação de um património natural extremamente rico, que fornece gratuitamente serviços ao vitícola e à sociedade.

Para além disso, no âmbito do Programa de Desenvolvimento Rural em vigor (*PDR2020*) a ADVID promoveu, junto dos seus Associados, a adesão a duas medidas que pretendem fomentar a conservação do solo, designadamente à Acção 7.4. Conservação do solo-Enrelvamento da entrelinha de culturas permanentes, com o objectivo de reduzir a intervenção química ou mecânica na entrelinha de várias culturas permanentes, promovendo práticas de mobilização mínima, e à Acção 7.6.2. Culturas Permanentes tradicionais-Douro Vinhateiro, com o objectivo de preservar os muros de pedra posta, importantes infraestruturas ecológicas, com grande impacto na paisagem do ADV. Assim, foram candidatados 4000 hectares de culturas permanentes da RDD (vinha, olival, amendoal) à acção do enrelvamento e cerca de 1500 hectares à acção da preservação dos muros, o que se traduzirá na manutenção de mais de 551 km de muros na RDD.



Enrelvamento da entrelinha de uma vinha instalada em patamares estreitos de uma linha, com preservação de muros de pedra posta. Quinta das Carvalhas, Pinhão. Foto: CC



Uma vinha tradicional localizada na Quinta das Carvalhas onde é possível observar várias IEE, tais como o enrelvamento na entrelinha, o revestimento de um talude, os muros de pedra posta e ainda em primeiro plano, uma mata e olival localizados em bordadura. Quinta das Carvalhas, Pinhão. Foto: CC



Os taludes de patamares de uma linha, onde não são aplicados herbicidas, são extremamente ricos do ponto de vista florístico, e considerados importantes IEE, fornecendo por um lado proteção contra a erosão e por outro contribuindo para a limitação natural de pragas. Quinta de S. Luiz, Adorigo. Foto: CC



O funcho, espécie adaptada às condições da RDD, é atrativa para um importante predador de pragas da vinha, a crisopa, que consome cicadelídeos e traça-da-uva. *Foto: FG*



Polinizador sobre pampilho micão, uma das espécies presentes nos cobertos vegetais das vinhas da RDD. *Foto: CC*



Os muros de pedra posta, para além de preservarem o solo, mitigando o efeito da erosão, são locais de abrigo de várias espécies de avifauna e répteis. *Mocho-galego na Quinta de S. Luiz, Adorigo. Foto: MN*



Galeria ripícola e pomares tradicionais localizados perto da foz do rio Torto, na Quinta do Seixo, Valença do Douro. *Foto: CC*



Sebes de vegetação autóctone instaladas em taludes de desnível de estradas na Quinta de S. Luiz, Adorigo. Foto: CC



Taludes revestidos com espécies espontâneas e sebe instalada na bordadura da estrada com espécies locais, a bela-luz ou tomilho-bravo (*Thymus mastichina*) e o rosmaninho (*Lavandula Stoechas*), perfeitamente adaptadas ao clima do Douro Superior. Quinta de Castelo Melhor, V. Nova de Foz-Côa (Duorum Vinhos SA). Foto: CC

5



Medidas estruturais de proteção do solo

As estruturas de conservação do solo são elementos necessários para o controle da erosão hídrica quando as condições naturais comportam ameaças ao recurso solo face a uma utilização da terra que se entende justificável por razões socioeconómicas, culturais ou ambientais. A instalação destas estruturas, em regra, implica alterações significativas na paisagem e no seu funcionamento hidrológico com caráter prolongado no tempo, pelo que se podem considerar, a priori, como alterações definitivas. Por outro lado, acarretam custos elevados. Assim, a sua implementação deve ser precedida de projeto que permita a justificação do investimento, seja técnica seja socioeconómica, de modo a, por um lado, orientar as medidas complementares de conservação do solo, de gestão do solo em particular, e a minimizar impactos da atividade, tendo em vista reforçar a eficácia das estruturas a instalar, e, por outro, a avaliar a viabilidade económica do investimento.

As medidas estruturais de conservação dividem-se em duas grandes áreas complementares de intervenção: as alterações da topografia, com a construção de terraços, o controle do escoamento superficial, com a instalação de uma rede de drenagem, total ou parcialmente artificializada. Em ambos os casos, e tratando-se de minimizar a erosão hídrica, o princípio orientador é o de controlar o escoamento: a sua formação, o seu desenvolvimento ao longo da vertente, a sua ação erosiva. Por outro lado, a implementação destas medidas terá que ser integrada e focada na eficácia do custo.

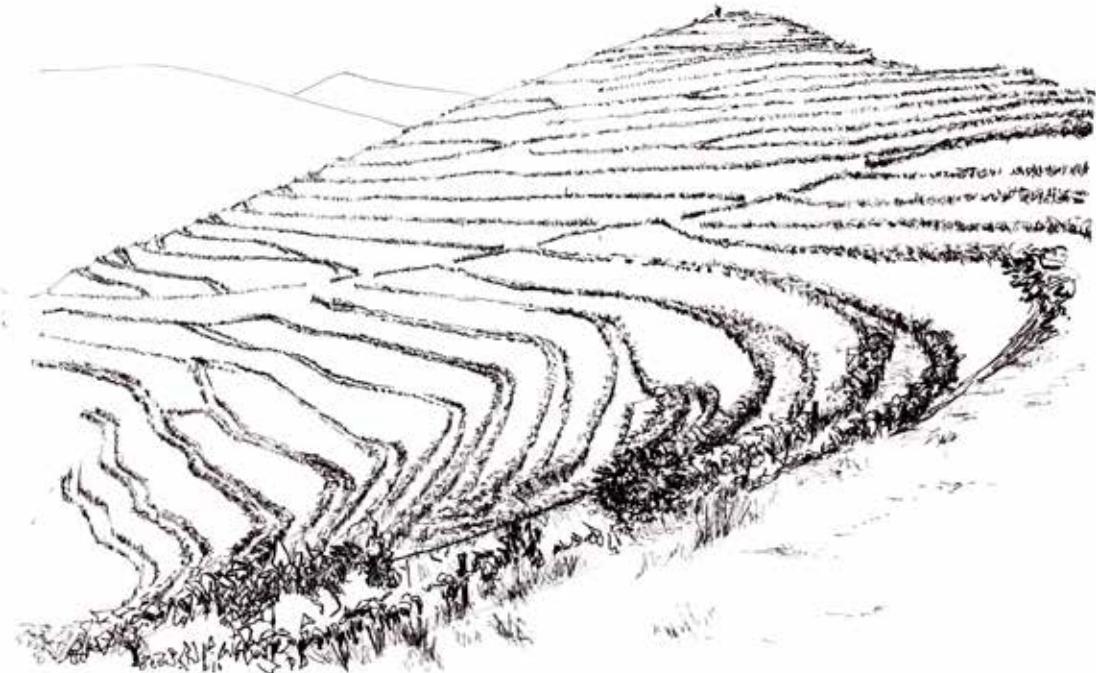


Vinha em declive suave no Douro Superior

Terraços

Os terraços são traço dominante em culturas antigas instaladas em áreas declivosas, de que persistem exemplos espalhados por várias regiões do globo. Atualmente, nas vinhas do Douro em particular, para além das razões que sempre determinaram esta técnica, o terraceamento mostra vantagens relativamente à não armação do terreno quanto às condições de operação de maquinaria e equipamento que permite. Na verdade, a preparação do terreno, com operações de surriba profunda, criam as condições de enraizamento requeridas para a instalação da vinha, com ou sem terraceamento. Por outro lado, em vinhas instaladas em declives dentro dos limites recomendáveis e superiormente regulados na Região, praticando uma boa gestão do solo, o controle da erosão pode manter as perdas de solo a níveis toleráveis, todavia de modo sempre menos garantido do que no caso dos terraços. Deste modo, a construção de terraços, para além de seguir a cultura da Região, é uma opção do viticultor, determinada pela indisponibilidade de parcelas de declive menos acentuado e pela prática mecanizada das operações culturais.

Conciliando os dois determinantes, pode dizer-se que o terraceamento se aplica entre os 15% de declive (para uma operação mecanizada segura) e os 50% (limite normativo para a instalação de vinhas, o qual, de resto pode ser inferior; RCM n.º 150/2003 de 27/09).



Patamares largos de dois bardos

O modelo clássico de terraço

No seu modelo clássico, a armação do terreno em terraços tem como funções:

- Converter uma encosta declivosa numa série de faixas aplanadas ao longo das curvas de nível (patamares), para facilitar o cultivo da terra e controlar a erosão; ou
- Converter um declive longo numa série de declives curtos, através de diques ou valas de interceção e desvio do escoamento em condições seguras, para minimizar a erosão.

No Douro, os terraços construídos cumprem a primeira função, com exceção dos terraços pós-filoxéricos, que vão ao encontro da segunda.

No seu conceito aplicado mais comum, os terraços são séries alternadas de taludes e patamares, dispostas segundo as curvas de nível ao longo de uma encosta cultivada em declives acentuados.

São portanto elementos constituintes do terraço, o patamar (ou plataforma) e o talude. Nota-se que, o termo patamar tem, no Douro mas não apenas, o significado atribuído aqui a terraço.

Talude é a faixa de maior declive do terraço, que pode ou não ser revestido. Quando revestido de pedra seca ou betão pode assumir posição vertical, o que não é possível quando é revestido de vegetação ou desprovido de revestimento.

Patamar é a faixa útil do terraço, podendo ser nivelado, ter declive para o interior ou para o exterior do terraço. Nos patamares podem existir estruturas complementares como valas de drenagem na base do talude, ou lancis delimitando os seus bordos.

Todas as situações descritas são encontradas no Douro, embora as novas plantações optem por patamares nivelados e taludes inclinados.



Esquema de terraço de patamar nivelado e talude de terra, inclinado e não revestido.

Sistemas de plantação e armação do terreno de vinha no Douro

Na sequência do estatuto atribuído pela UNESCO à Região, em diploma normativo foram vertidos uma série de elementos que de algum modo consolidam informação relacionada com os sistemas de plantação e armação das vinhas no Douro, sendo também aí vertidas orientações normativas, hoje em

prática. Do diploma referido (Resolução do Conselho de Ministros n.º 150/2003 de 27 de Setembro de 2003) extraem-se as seguintes definições e orientações normativas.

Definições:

- Micropatamares. — Armação do terreno efectuada através da abertura de uma pequena plataforma horizontal, transversal ao declive, até 1 m de largura, estabelecida no espaço entre linhas, ficando as videiras instaladas no talude à cota original do terreno.
- Patamares estreitos. — Armação do terreno em terraços horizontais com talude natural em terra e uma largura inferior a 2,5 m onde é plantada uma linha de videira na zona externa da plataforma.
- Patamares largos. — Armação do terreno em terraços horizontais com talude natural em terra e uma largura superior a 2,5 m onde são plantadas duas ou mais linhas de videiras.
- Rede de drenagem. — Estrutura que permite dar escoamento às águas superficiais, provenientes de fora da parcela ou não absorvida pelo solo da parcela (drenagem superficial), ou ainda retirar o excesso de água das parcelas, baixando o seu nível freático, ou resolver problemas de ressurgimento de água à superfície proveniente do corte de «veios» de água (drenagem subterrânea).
- Vinha «ao alto». — Vinha implantada segundo a linha do maior declive, em plataformas inclinadas com declive uniforme, entrecortadas por estradas inseridas na encosta durante o processo de surriba, dando acesso directo às parcelas de plantação situadas a montante e ou a jusante.

Orientações normativas:

- A plantação de vinha em encostas com declive superior a 50% é interdita, salvo quando a parcela de destino, incluída nos espaços naturais ou nos espaços agrícolas, estiver ocupada por vinha ou olival armado com muros ou, ainda, por mortórios, que terá de ser efectuada em micropatamares, mantendo os muros de suporte, ou ainda quando a utilização anterior da parcela seja olival, amendoal ou outras culturas, caso em que poderá ser efectuada em patamares estreitos ou micropatamares;
- A plantação de vinha em encostas com declive compreendido entre 40% e 50% poderá ser efectuada em patamares estreitos ou micropatamares, salvo quando a parcela de destino, incluída nos espaços naturais ou nos espaços agrícolas, estiver ocupada por vinha ou olival armado com muros ou, ainda, por mortórios, que terá de ser efectuada em patamares estreitos ou micropatamares, mantendo os muros de suporte;
- A plantação de vinha em encostas com declive inferior a 40% não tem restrições, salvo quando a parcela de destino, incluída nos espaços naturais ou nos espaços agrícolas, estiver ocupada por vinha ou olival armado com muros ou, ainda, por mortórios, que terá de ser plantada em patamares estreitos ou micropatamares, mantendo os muros de suporte;
- A plantação de vinha «ao alto» só poderá ser efectuada em encostas ou parcelas com declive inferior a 40%, salvo na unidade de paisagem Extremadouro, onde o limite máximo é de 30%.



História da construção da paisagem nas encostas terraceadas no vale do Rio Torto: patamares estreitos, pré-filoxéricos, renovados (à esquerda), patamares largos, retilíneos, pós-filoxéricos (à direita), separados por uma estrutura de drenagem.

Princípios orientadores da aplicação de medidas estruturais de conservação do solo

(Morgan, 1986; Morgan, 2005; Sheng, 1989)

Controle do escoamento

O escoamento é dificilmente evitável aquando das chuvas intensas e abundantes. Ocorrendo em terrenos cultivados, declivosos, o escoamento tende a concentrar-se nas áreas mais baixas ou depressões, e a aumentar a sua velocidade com a descida da encosta. Não havendo medidas efetivas de controle da erosão formam-se sulcos e ravinas. As técnicas de conservação devem, por isso, centrar-se na redução da velocidade, no desvio e na evacuação segura da água de escoamento. Ainda que o controle do escoamento seja de importância vital, o destacamento de partículas do solo nas encostas cultivadas deve também ser controlado.

Integração

As medidas de conservação do solo, sejam estruturais ou agronómicas, não podem ser aplicadas isoladamente no terreno. Conservação do solo, no sentido mais geral, é um sistema integrado de gestão do uso da terra. A conservação do solo deve ser integrada em qualquer sistema cultural de produção sustentada em encosta.

Eficácia do custo

Ao fazer um plano de conservação do solo, o custo e a eficácia das medidas de conservação projetadas devem ser cuidadosamente ponderados. As encostas declivosas cultivadas representam áreas de risco potencial de erosão severo, condição que justifica a aplicação de medidas onerosas mas cuja eficácia deve ser assegurada, isolada ou integradamente, a um nível que possa justificar o investimento. De outro modo, constituem desperdício e podem inclusivamente acarretar danos ambientais mais amplos, para além da inviabilização temporária ou prolongada da atividade.



Patamares pós-filoxéricos, largos e de muros retilíneos.

Dimensionamento de terraços

O dimensionamento dos terraços está condicionado à partida pelo declive natural do terreno. Tendo este elemento como referência, algumas decisões têm que ser tomadas à partida:

- *Declive do patamar* – é uma opção determinada por condições naturais e pelas opções futuras quanto à gestão do solo da vinha.

Em áreas mais secas, é comum recomendar-se a inclinação negativa do patamar, a significar declive para dentro, como forma de conservar a água no solo, uma vez que, nestas condições, não ocorre formação de escoamento no patamar. Em áreas mais húmidas, pelo contrário, recomenda-se a inclinação positiva (para fora), precisamente para diminuir o risco de saturação dos solos com

a água infiltrada proveniente de chuvas mais abundantes e prolongadas, o qual pode conduzir à instabilidade dos terraços e ao seu colapso em movimento de massa. Esta opção requer medidas de proteção do patamar nas entrelinhas de plantação, o que é também mais fácil de concretizar nas áreas mais húmidas, onde as coberturas herbáceas podem ser mais densas. O patamar nivelado, com declive nulo, é opção comum quando nenhuma das razões anteriores se impõe, com vantagens para a diminuição do esforço no trabalho na vinha, sendo todavia aconselhável, também neste caso, uma gestão do solo que permita a sua proteção eficaz, enquanto fonte produtora de sedimento aquando de chuvas erosivas.

Consideram-se indicativos para o declive do patamar, valores até um máximo de 5%, quando negativo (tomando-se 2% como referência), e até 12-15% quando positivo (tomando-se 10% como referência).

- *Declive do talude* – é uma opção determinada, em primeira aproximação, pelas condições materiais (económicas e de mão-de-obra) para a construção de muros, situação em que o Talude assim revestido é vertical; excluída esta solução, seja com ou sem revestimento vegetal, a opção é determinada pelas condições potenciais de estabilidade dos terrenos, verificadas no local.

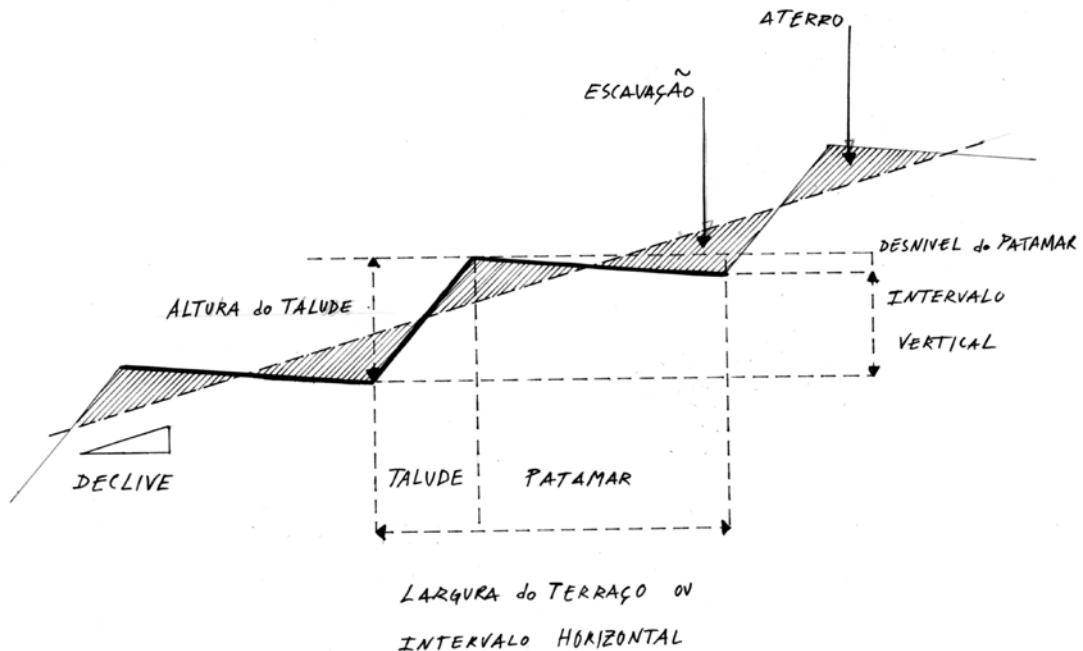
Nos terraços murados, tratando-se de estruturas de suporte de gravidade (cujo efeito de contenção resulta do seu peso próprio), a largura (espessura) do muro depende essencialmente da altura do talude, uma vez que a carga estática sobre o paramento interno do muro aumenta com a altura. Em taludes em terra, a inclinação dos taludes varia também com a própria altura do talude e com as características dos solos que afetam dois parâmetros definidores das suas condições de estabilidade: o ângulo de atrito interno das partículas e a coesão do solo. Em taludes mais altos, as condições de estabilidade devem ser garantidas por menores inclinações; em solos com teor de argila mais elevado mercê da coesão do material, pode garantir-se estabilidade com maiores inclinações do talude.

São indicativos do declive do talude valores desde até um máximo de 75°, restringido aos taludes baixos de material argiloso, sendo o intervalo para as opções mais comuns de 50 a 70°, a significar uma razão distância horizontal para distância vertical entre 1:1,17 e 1:2,75.

- *Largura do patamar* – é uma opção de natureza agronómica e, no caso da vinha, condicionada pelos compassos pretendidos e pelas exigências das práticas culturais mecanizadas.

Convém sublinhar que as decisões quanto aos 3 elementos do terraço mencionados não são independentes. Por outro lado, um elemento de decisão importante – a altura do talude – resulta por sua vez das decisões quanto a estes 3 parâmetros. De facto, fixados os declives do patamar e do talude, a altura deste será tanto maior quanto maior a largura do patamar, a significar que esta deverá ser reajustada, inclusivamente com reajustes também nos outros parâmetros de modo a assegurar uma altura do talude compatível com condições locais de estabilidade dos terraços (valor indicativo, 1,5 m).

Dimensionamento de terraços



Adaptado de Sheng (1989)

Dados para o dimensionamento:

1. Declive do Terreno (S , %)
2. Declive no Patamar (S_b , %) – negativo se para dentro, positivo para fora
3. Declive do Talude ($U = H:V$) – expresso como razão entre distâncias horizontal e vertical
4. Largura do Patamar (W_b , m)

Cálculos:

1. Intervalo Vertical $VI = S W_b / (100 - U S)$
2. Desnível no Patamar $RH = S_b W_b / 100$
3. Altura do Talude $H_r = VI - RH$ ◆ Parâmetro de validação dos pressupostos
4. Largura do Talude $W_r = H_r U$
5. Largura do Terraço $W_t = W_r + W_b$

Parâmetros de decisão

1. % Área Útil de Terraço $PB = 100 W_b / W_t$
2. Movimento de Terras (m^3/ha) $V = 1250 W_b H_r / W_t$

Exemplo de aplicação

A rotina de dimensionamento na Região do Douro, face à experiência quanto aos modelos de instalação de vinha em patamares mais difundidos, passa por fixar a inclinação do patamar (nulo, porque na maioria dos casos são nivelados), e a largura do patamar (2-2,5m, na maioria das situações o compromisso entre o mínimo para permitir entrada de máquinas e a maximização da área útil do terraço). Também com vista a maximizar a área útil de terraço, o ponto de partida para a definição da inclinação do talude é de 70º (ou 1:2,75). O resultado quanto à altura do talude pode implicar uma redução da inclinação do talude, consoante se situe acima de 1,5m ou abaixo deste valor, indicativo para assegurar a estabilidade dos terraços.

Dados para o dimensionamento:

1. Declive do Terreno $S = 40\%$
2. Declive no Patamar $S_b, 0\%$
3. Declive do Talude $U = 1:2 = 75 = 0,36$
4. Largura do Patamar $W_b = 2,5\text{ m}$

Cálculos e Resultados:

1. Intervalo Vertical $VI = 40 \times 2,5 / (100 - 0,36 \times 40) = 1,17\text{ m}$
2. Desnível no Patamar $RH = 0 \times 2,5 / 100 = 0\text{ m}$
3. Altura do Talude $H_r = 1,17 - 0 = 1,17\text{ m} \quad \blacktriangleleft \text{ Aceitável}$
4. Largura do Talude $W_r = 1,17 \times 0,36 = 0,42\text{ m}$
5. Largura do Terraço $W_t = 0,42 + 2,5 = 2,92\text{ m}$

Parâmetros de decisão

1. % Área Útil de Terraço $PB = 100 \times 2,5 / 2,92 = 86\%$
2. Movimento de Terras (m³/ha) $V = 1250 \times 2,5 \times 1,17 / 2,92 = 1252\text{ m}^3/\text{ha}$

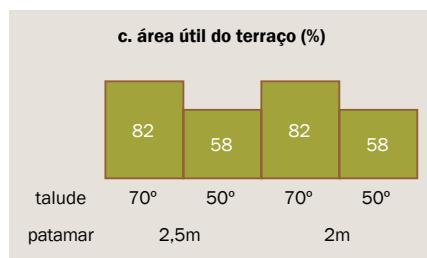
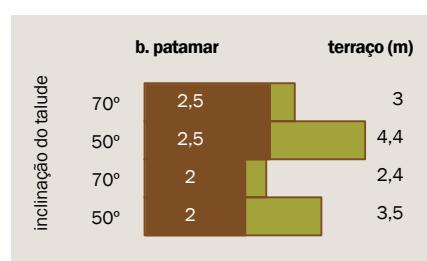
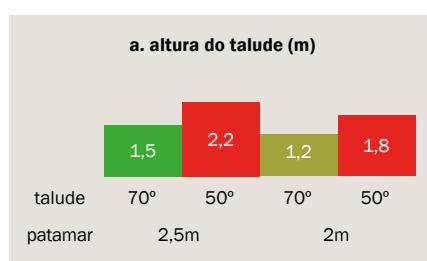
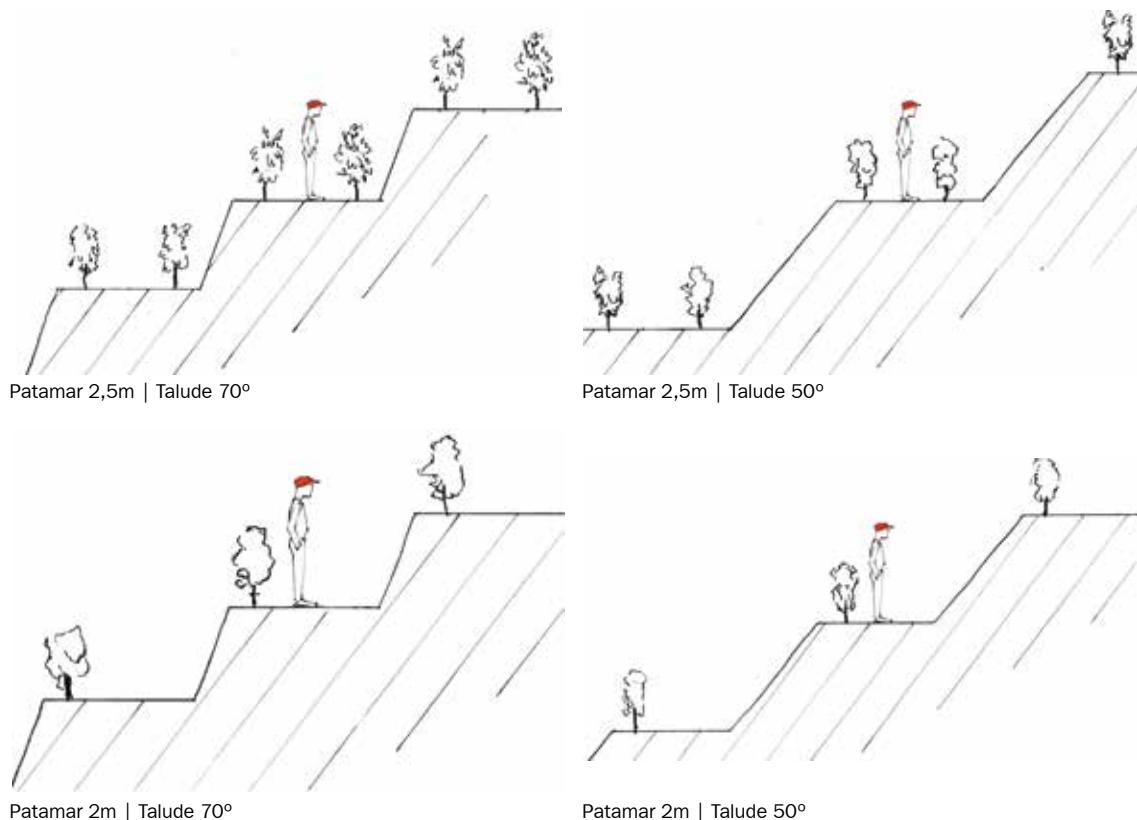
Os resultados obtidos mostram que os terraços a construir deverão ter 1,2 m de altura, o que assegura a estabilidade dos taludes. A largura dos terraços é de 2,90 m, permitindo a passagem da maquinaria adequada para a realização das operações culturais e gestão da vinha, em condições de tráfego confortável e seguro, porque sobre patamar nivelado. Pode contar-se com uma área útil de 86% do total da parcela terraceada, descontadas portanto as áreas de caminhos, valas de drenagem ou outras. Tal significa que é esta a área a ter em conta na avaliação de fatores de produção a adquirir (sementes no caso de implementação de coberturas herbáceas semeadas; fertilizantes no caso de aplicações não localizadas).

A percentagem calculada seria também referência para o incremento na produtividade da cultura, a estabelecer como mínimo expectável, em resultado dos benefícios agronómicos advindos da instalação das estruturas de conservação do solo. Calculada pelo seu inverso multiplicado por 100 e subtraído a 100, no caso 17%, pode constituir critério de decisão quanto à viabilização do projeto, se tal meta não for realisticamente atingível. A instalação implica neste caso uma movimentação de terras da ordem dos 1250 m³ / ha, o que deverá ser convertido em custo, de acordo com os valores de mercado deste serviço, em regra contratado a empresas especializadas. É pois um elemento de decisão importante no quadro de uma avaliação prévio da viabilidade do investimento.

Construção nos limites

Como exercício de simulação, aplica-se o formulário nas condições limite de declive impostos na Região (50%). Simulam-se duas larguras de patamar (mais largos com 2,5 m; mais estreitos com 2 m) e duas condições de estabilidade dos terrenos, definidoras da inclinação dos taludes (mais estável a 70°; menos estável a 50°).

Os resultados mostram a variação da área útil nestas condições, (medida pela largura do patamar relativamente à do terraço) e as alturas de talude obtidas (que podem entrar na gama não recomendável, por razões de estabilidade dos terraços).



Parâmetros de dimensionamento em terraços instalados em declive de 50%: (a) altura do talude, (b) largura do terraço, (c) área útil do terraço, (d) movimento de terras.

Estruturas de drenagem

As estruturas de drenagem superficial, no seu conjunto, são destinadas à condução das águas de escoamento, a velocidades não erosivas, até uma estrutura de drenagem exterior ao bloco ou parcela (uma linha de água ou uma área de infiltração facilitada, por exemplo). O seu dimensionamento deve ser suficiente para que o sistema suporte o escoamento resultante de uma chuvara com período de retorno de 10 anos, especialmente quando se trata de estruturas em terra, de menor custo e de mais fácil reparação. Tendo em conta a vida útil de uma vinha, e considerando a opção por tubagem enterrada, com uma vida útil no mínimo igual, na qual as operações de reparação são mais complexas, deve aceitar-se como valor de referência a chuvara com período de retorno de 50 anos.

As estruturas de drenagem podem dividir-se em 3 categorias principais:

- **Valas de cintura (ou canais de derivação)**

São construídas a montante do bloco ou parcela onde as estruturas de conservação do solo se vão instalar. Destinam-se a conter a água de escoamento proveniente de montante, desviando-a para a estrutura de drenagem principal, que lhes é perpendicular (canal revestido de vegetação, por exemplo). Podem ter, por isso, ligeiro declive longitudinal (de 0,2 a 0,7%, em média 0,5%).

- **Valas de drenagem dos terraços (canaletes ou drenos de pé)**

Construídas na base do talude dos terraços, estas estruturas destinam-se a evacuar a água de escoamento proveniente da área a montante (talude do terraço) para a estrutura de drenagem principal, que lhes é perpendicular. Têm, por isso, ligeiro declive longitudinal. O seu comprimento não deve exceder os 250 m (solos de textura ligeira) ou os 400 m (solos de textura pesada).

- **Estruturas de drenagem principal**

Destinam-se à evacuação para o exterior do bloco ou parcela, das águas provenientes de estruturas que para ela drenam. São construídas segundo o maior declive, preferentemente em depressões naturais do terreno, as quais, aliás, podem ser adaptadas para esse fim. Para declives inferiores a 20%, podem construir-se canais em terra (valas), com revestimento vegetal semeado ou adventício, uma vez que a ocorrência de escoamentos com velocidade erosiva é menos provável. Para declives superiores, os canais devem ser revestidos de pedras, até 25 – 30% (enrocamento), ou construídos em betão, acima de 25 – 30%. Podem ser instaladas algumas estruturas de ressalto (pequenos açudes) nos sectores do canal mais declivosos ou onde se verifiquem irregularidades naturais do declive. Estas estruturas em geral evacuam a água de escoamento para a rede de drenagem natural.

Com o mesmo propósito e em alternativa crescentemente adotada em áreas de plantação maiores, as estruturas principais de drenagem são constituídas por tubagem enterrada. Os elementos de construção, neste caso, coincidem genericamente com os utilizados em drenagem de águas pluviais em ambiente urbano.

De entre as categorias descritas, as valas de drenagem dos terraços não são comuns no Douro e, nos terraços não murados de construção atual dificilmente se justificam, dado que tenderiam a colmatar com facilidade, exigindo manutenção frequente nos primeiros anos após a instalação da vinha, por via do sedimento exportado dos taludes. Sendo Região seca, pelo menos na sua maior extensão, tende

a considerar-se esta forma de controlar o escoamento *ab initio* como um desperdício para a reserva de água no solo; todavia, face às consequências que a saturação dos solos em período de chuvas abundantes tem na estabilidade dos terraços, deverá ponderar-se a inclusão destas estruturas no projeto de novas vinhas terraceadas.



Estruturas de drenagem principal: canal tradicional em pedra



Estruturas de drenagem principal: canal revestido de vegetação



Estruturas de drenagem principal: modelo tradicional de organização da drenagem superficial em paisagem construída (à esquerda); tubagem enterrada em vinha em fase de instalação (à direita)

Dimensionamento de estruturas de drenagem

As estruturas de drenagem superficial podem ser projetadas com grande sofisticação técnica mas não é esse em regra o caso em áreas agrícolas, essencialmente por via do custo mas também pelo menor significado socioeconómico dos danos associados à sua rotura nestas áreas. Deste modo, a metodologia aqui seguida, entre muitas possíveis, é de grande simplicidade conceitual.

O dimensionamento inclui sempre:

- Componente hidrológica, que estima o caudal máximo de cheia que a estrutura deve evacuar
- Componente hidráulica que atribui dimensão ao canal ou tubagem a ser instalada.

A estimativa do caudal máximo de cheia, ou de ponta, pode ser aproximada pela Fórmula Racional, que considera que uma precipitação de projeto (com período de retorno e duração definidos), caída sobre a área de drenagem que alimenta o canal, se converte em escoamento numa proporção determinada pelas características hidrológicas dessa área- o chamado coeficiente de escoamento.

$$Q_p = C I A / 360$$

$$Q \text{ (m}^3/\text{s)}; A \text{ (ha)}; I \text{ (mm/h)}$$

- Área de drenagem (A) – área a montante da estrutura onde se origina o escoamento, cujos limites são as cumeadas topográficas ou qualquer elemento artificial na paisagem que marque essa origem. Pode ser determinada em carta ou no terreno.
- Coeficiente de escoamento (C)– fração da precipitação convertida em escoamento superficial que atinge a estrutura de drenagem, dependente das condições locais de topografia, solos e vegetação. Adotam-se em regra valores tabelados, cuja seleção carece de alguma sensibilidade.

Valores do Coeficiente de Escoamento em bacias de drenagem rurais (adaptado de Gray, 1970)					
Topografia	Uso do solo	Permeabilidade do solo			Coeficiente de escoamento (C)
		nula / muito lenta	média	rápida	
Zonas aplanadas	Agricultura	0,5	0,4	0,2	
	Floresta	0,4	0,3	0,1	
Zonas onduladas	Agricultura	0,6	0,5	0,3	
	Floresta	0,5	0,4	0,2	
Zonas declivosas	Agricultura	0,7	0,6	0,4	
	Floresta	0,6	0,5	0,3	

Valores do Coeficiente de Escoamento em bacias de drenagem rurais (adaptado de Gray, 1970)

- Precipitação de projeto – precipitação cujo valor de intensidade (I) corresponde a período de retorno (T) definido à partida (em regra 10 anos, a significar uma probabilidade de ocorrência de uma vez em 10 anos), para uma duração que deve corresponder ao tempo de concentração do escoamento na área de drenagem. A sua estimativa requer informação pluviométrica tratada para a área de aplicação, normalmente curvas de possibilidade udométrica ou de intensidade duração \wedge frequência.
- Tempo de concentração (tc) – o tempo médio necessário para que, durante uma chuvada, toda a área drene para a estrutura a construir. Estima-se por fórmulas empíricas e pode também aproximar-se por inquirição local. Em projetos de conservação do solo, e dadas as incertezas quanto às condições padrão de formação e desenvolvimento do escoamento nestas áreas, pode-se adotar, por defeito a duração de uma hora.

Uma vez estabelecido o caudal de ponta a drenar, a componente hidráulica estima as dimensões da secção que o permitem, mediante a aplicação de variados métodos de maior ou menor sofisticação. De novo, aplica-se aqui uma fórmula empírica – a fórmula de Manning – e a relação seguinte:

$$Q = v / A$$

$$v = R^{0.67} S^{0.5} / n$$

v – velocidade do escoamento (máxima não erosiva, tabelada, m/s); n – coeficiente de Rugosidade de Manning (tabelado); S – declive do canal ou tubagem (adimensional); R – raio hidráulico (da secção de escoamento, m); A – área da secção do escoamento (m²)

Assim, a rotina de cálculo é:

Dados Q e S (assumido no caso de estruturas de pequeno declive, 0,2 a 0,7%)

Valores assumidos – v e n (tabelados, de acordo com o material e o revestimento do leito)

Material do leito	Cobertura por vegetação herbácea		
	Solo nú	Razoável	Boa
	Velocidade máxima (m/s) dois anos após construção		
Areia limosa muito ligeira	0,3	0,75	1,5
Areia incoerente	0,5	0,9	1,5
Areia grossa	0,75	1,25	1,7
Solo arenoso	0,75	1,5	2,0
Solo franco-argiloso firme	1,0	1,7	2,3
Argila ou cascalho coesos	1,5	1,8	2,5
Cascalho grosseiro	1,5	1,8	-
Rocha branda	1,8	2,1	-
Rocha dura	2,5	-	-

Velocidades máximas não erosivas do escoamento (Morgan, 1986)

Valores do Coeficiente de Rugosidade Hidráulica de Manning (n) para canais revestidos de vegetação (Morgan, 1986)	
Descrição (altura da vegetação)	n
Erva alta muito densa (>60cm)	0,06-0,20
Erva alta (26-60cm)	0,04-0,15
Erva alta (15-20cm)	0,03-0,08
Erva alta (5-15cm)	0,03-0,06
Erva muito baixa (<5cm)	0,03-0,04

Valores do Coeficiente de Rugosidade Hidráulica de Manning (n) para canais revestidos de vegetação (Gray, 1973)

Cálculos

$$A = Q / v \quad R = (v n / S^{0,5})^{1,5}$$

No caso de canais de terra revestidos de vegetação, ou pedras, pode assumir-se uma secção de forma parabólica, para a qual:

$$R = 2 d / 3$$

$$d = 1,5 R$$

d - profundidade

$$A = 2 t d / 3$$

$$t = 1,5 A / d$$

t - largura à superfície

Aplica-se em regra uma ao valor determinado de profundidade:

$$d \text{ com folga} = 1,2 d \text{ (folga de 20%)}$$

Para outras formas da secção, aplicam-se as respetivas fórmulas de cálculo do raio hidráulico e da área. No caso de tubagens enterradas deve aplicar-se a rotina de dimensionamento para uma precipitação de projeto com período de retorno superior (50 anos). Para a secção circular:

$$R = D / 4$$

$$A = \pi D^2 / 4$$

D - diâmetro



Uma paisagem hidrológica: as cumeadas cobertas de mato denso, o corte do escoamento no topo da área plantada em jeito de vala de cintura, a rede de drenagem artificializada na qual, com o controle do escoamento nas vertentes terraceadas, os caminhos originais da água – os talvegues – foram convertidos em rede de comunicações (Vesúvio, Douro Superior)

Instalação de estruturas de conservação do solo

A instalação da vinha no Douro é inteiramente mecanizada, mediante contratação de serviços especializados para a execução das obras projetadas. Embora o resultado, desejável e desejado, seja uma reorganização da paisagem original, com valor produtivo acrescido, atento ao bom uso dos escassos recursos naturais da Região, as operações de instalação de uma vinha têm um impacto forte na paisagem e nos recursos a serem perturbados com bons propósitos. O delineamento e execução destas operações deve, pois, merecer o maior interesse por parte dos atores regionais, no sentido de melhorar e inovar em soluções técnicas de menor impacto.

Abaixo se enumeram os procedimentos em regra seguidos na instalação de estruturas de conservação do solo no terreno (adaptado de Morgan, 2005).

- Identificar a posição preliminar dos eixos principais da rede de escoamento, localizados nas depressões naturais ou nas linhas de drenagem natural.
- Localizar as quebras no declive, áreas muito erodidas ou áreas ravinadas (escarpados). Os taludes dos terraços devem localizar-se a montante das zonas mais erodidas e de modo a incluir as quebras de declive.
- O espaçamento entre terraços, calculado em fase anterior, deve ter uma tolerância de 25 – 30%, de modo a ajustar-se à localização das quebras no declive e das áreas muito erodidas.
- Estabelecer o comprimento dos terraços, o qual não deve ultrapassar os 250 m, já que comprimentos demasiado grandes podem originar volumes de escoamento excessivos no caso e obrigar a maior secção das estruturas de drenagem.
- Ajustes recíprocos entre as posições dos eixos principais da rede de escoamento e comprimento das linhas de terraços podem ser necessários.
- Localizar os caminhos ao longo das cumeadas, separando as parcelas de vinha terraceada dos eixos de escoamento, o que contribui para (i) reduzir a área de drenagem que geram escoamento para o caminho; (ii) reduzir o escoamento do caminho para os terrenos vizinhos; (iii) limitar o tráfego no interior da parcela.
- Planificar a intervenção, localizando os eixos principais e os ramais de drenagem dos terraços a instalar, em concordância ou complemento das linhas de drenagem naturais. Localizar o terraço de referência (o superior) e posicionar os restantes para jusante, de acordo com espaçamentos, comprimentos e declives projetados, e com a localização das quebras no declive e das áreas muito erodidas.
- Ajustar o plano em termos do funcionamento da exploração (designadamente quanto ao espaço para operação e manobra de máquinas agrícolas).
- Quando a topografia é demasiado irregular, há convergência dos terraços ou valados nas zonas de maior declive, resultando em demasiados pontos de viragem de máquinas na extremidade dos mesmos, ou demasiadas linhas de plantação “mancas”. Pode obviar-se a este inconveniente

procurando tornar paralelas essas estruturas à custa de maiores volumes de terra movimentados (escavação e aterro). O espaçamento recomendado para estruturas paralelas é dado por 2/3 do intervalo vertical dos terraços. Se com estruturas paralelas o declive é excessivo em alguma delas, então essa é eliminada e as restantes ajustadas a partir da anterior.

- Dimensionar os eixos principais da rede de drenagem a instalar, bem como os ramais da rede, valas de drenagem, a ser o caso, as valas que drenam dos terraços. Os primeiros devem ser dimensionados por secções, pois isso permite ajustamentos locais de largura e profundidade de acordo com as variações do declive. Podem assim, introduzir nos canais algumas estruturas de ressalto (pequenos “açudes”) quando a inclinação excede 11º (para reduzir a velocidade do escoamento) e reduzir a secção dos canais nas zonas a montante (onde o volume de escoamento é menor).
- Construir os eixos principais de drenagem (canais ou tubagem enterrada) verificando previamente se as depressões naturais onde se localizam têm, à partida, a secção projetada, ou se há necessidade de escavação, que é o caso mais comum, forçoso quando a opção é por tubagem enterrada
- Construir os ramais de drenagem e os terraços, começando no topo e continuando para jusante. Este método permite garantir a estabilidade das obras mesmo em caso de chuvas durante a construção, porque as estruturas são projetadas para apenas evacuar o escoamento oriundo da área imediatamente a montante, não podendo suportar o escoamento proveniente de toda a área em obra.



Terraços em construção



6

Bibliografia

Agroconsultores e Coba, 1991. *Carta dos Solos, Carta do Uso Actual da Terra e Carta da Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

APA SNIAMB, 2015. Agência Portuguesa do Ambiente, Sistema Nacional de Informação de Ambiente (sniamb.apambiente.pt/Home/Default.htm)

Baur, R., Wijnands, F. and Malavolta, C. (eds.) 2011. *Integrated Production - Objectives, Principles and Technical Guidelines*. IOBC Commission on "IP Guidelines and Endorsement", IOBC-WPRS Bulletin, Special Issue, 2011)

Bianchi-de-Aguiar, F. 1987. *Cultura da Vinha em Terrenos de Encosta: alternativas para a sua implantação*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

Bianchi-de-Aguiar, F., 2002. *O Alto Douro Vinhateiro, uma Paisagem Cultural, Evolutiva e Viva*; Douro – Estudos & Documentos, VII (13), (3º):143-152.

Celette F, Wery J, Chantelot E, Celette J, Gary C 2005. *Belowground interactions in a vine (Vitis vinifera L)-tall fescue (Festuca arundinacea Shreb.) intercropping system: water relations and growth*. Plant Soil 276:205-217

COM, 2006. *Estratégia temática de protecção do solo. Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões*, COM(2006) 231. Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas.

FAO/UNESCO, 1988. *Soil Map of the World. Revised Legend*. FAO, Rome.

Figueiredo, T. de 1989. *Estimativa da Erodibilidade em alguns Perfis de Unidades Solo representativos de Trás-os-Montes: 1. Primeira Aproximação*. ESA/IPB, Bragança. 16 pp..

Figueiredo, T. de. 2001. *Pedregosidade e Erosão Hídrica dos Solos em Trás-os-Montes: contributo para a interpretação de registos em vinhas ao alto na Região do Douro*. Tese de Doutoramento. UTAD, Vila Real. 283 pp.

Figueiredo, T. de 2012. *Pedregosidade dos Solos em Trás-os-Montes: importância relativa e distribuição espacial*. Série Estudos, Nº 83. IPB, Bragança. 79 pp. (ISBN 978-972-745-135-7).

Figueiredo, T. de. 2013. *Uma panorâmica sobre os recursos pedológicos do Nordeste Transmontano*. Série Estudos, Nº 84. IPB, Bragança. 47 pp. (ISBN 978-972-745-138-8).

Figueiredo, T. de & Gonçalves, D. 1990. *A Erosividade da Precipitação no Interior de Trás-os-Montes: distri-*

buição espacial do factor *R* da Equação Universal de Perda de Solo estimado por modelo de Arnoldus. Pedon 9: 136-161.

Figueiredo, T., Fonseca, F., Poesen, J., Ferreira, A.G. e Gonçalves, D. 2011. *Slope length effect on water erosion as affected by surface soil rock fragments: modeling and applications to vineyards of the Douro Valley, Portugal*. International Conference on Ecohydrology and Climate Change, ecohcc'11, Tomar, 15-17/09/2011.

Figueiredo, T. de, Poesen, P., Ferreira, A. G. & Gonçalves, D. 2013. *Runoff and Soil Loss from steep sloping vineyards in the Douro Valley, Portugal: rates and factors*. In: Evelpidou, N., Cordier, S., Merino, A., Figueiredo, T. de & Centeri, C. (eds.) *Runoff erosion*. University of Athens, Greece (versão digital). pp. 323-344.

Fonseca, F. 2005. *Técnicas de Preparação do Terreno em Sistemas Florestais: Implicações no Solo e no Comportamento das Plantas*. Tese de Doutoramento. UTAD, Vila Real.

Gray, D., ed. 1973. *Handbook on the Principles of Hydrology*. Water Information Center, Canadá.

Jones, G. V., and F. Alves. 2012. *Impact of climate change on wine production: a global overview and regional assessment in the Douro Valley of Portugal*. Int. J. Global Warming 4:383-406.

Kelley, H. W. 1983. *Garder la terre en vie: l'érosion des sols – ses causes et ses remèdes*. Bulletin Pédologique N° 50. FAO, Roma.

Magalhães N. 2008. *Tratado de viticultura. A videira, a vinha e o terroir*. Chaves Ferreira Publicações

Martins A., Marques G., Borges O., Portela E., Lousada J., Raimundo F. & Madeira M. 2011. *Management of chestnut plantations for a multifunctional land use under Mediterranean conditions: effects on productivity and sustainability*. Agroforestry Systems 81: 175-189.

Martins A., Raimundo F., Borges O., Linhares I., Sousa V., Coutinho J. P., Gomes-Laranjo J. & Madeira M. 2010. *Effects of soil management practices and irrigation on plant water relations and productivity of chestnut stands under Mediterranean condition*. Plant and Soil, 327: 57-70.

Martins, A., Trindade, H., Santos, J., Santos, F., Malheiro, A., Faço, V., Oliveira, A., Cortez, I., Figueiredo, T. de, Amador, R., Pinto, A., Moutinho Pereira, J. 2014. *Greenvitis – Gestão do solo para otimização da produtividade e sustentabilidade do sistema vitivinícola duriense*. VI Congresso Ibérico da Ciência do Solo, Compostela, Espanha, 22-25 Junho 2014.

McCool, D.K., Brown, L., Foster, G.R., Mutchler, K. & Meyer, L.D.. 1987. *Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation*. Trans. ASAE 30:1387-1396.

Miralles I., Van Wesemael B., Cantón Y., Chamizo S., Ortega R., Domingo F., Almendros G. 2012. *Surrogate descriptors of C-storage processes on crusted semiarid ecosystems*. Geoderma 189-190, 227-235.

Morgan, R. P. C. 1986. *Soil Erosion and Conservation*. Longman, Essex, UK.

Morgan, R. P. C., 2005. *Soil Erosion and Conservation*, 3rd ed., Blackwell, Oxford, UK.

Morlat R and Jacquet A 2003. *Grapevine root system and soil characteristics in a vineyard maintained long-term with or without interrow sward*. Am J Enol Vitic 54: 1-7

PANCD, 2014. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação. Resolução do Conselho de Ministros n.º 78/2014, de 24 de Dezembro. (Cartas do Índices de Aridez publicadas em documentos preparatórios pelo ICNF)

Pereira, S.; Zêzere, J.L.; Quaresma, I.D.; Bateira, C. 2014. *Landslide incidence in the North of Portugal: Analysis of a historical landslide database based on press releases and technical reports*. Geomorphology. doi: 10.1016/j.geomorph.2014.02.032.

Raimundo F., Borges O., Martins A., Coutinho J. & Madeira M. 2011. *Effects of soil management practices on soil carbon storage in chestnut stands of Northern Portugal*. Comunicação oral ao Congresso Managed Forest in Future Landscapes. Implications for water and carbon cycles. Santiago de Compostela, 8-11 Maio 2011

Richter, G. 1991. *The Soil Erosion Measurement Station and its Program.*, pp. 97-108, in: G. Richter, ed., Combating Soil Erosion in Vineyards of the Mosel-Region. Universität Trier, Germany.

Sheng, T. C. 1989. *Soil conservation for small farmers in the humid tropics*. FAO Bulletin n° 60. FAO, Rome.

ST 2014. *Soil Survey Staff, 2014. Keys to Soil Taxonomy*, Twelfth Edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington DC.

Vrsic, S., Ivancic, A., Pulko, B. and Valdhuber, J. 2011. *Effect of soil management systems on erosion and nutrition loss in vineyards on steep slopes*. J Environ Biol. 32:289-94.

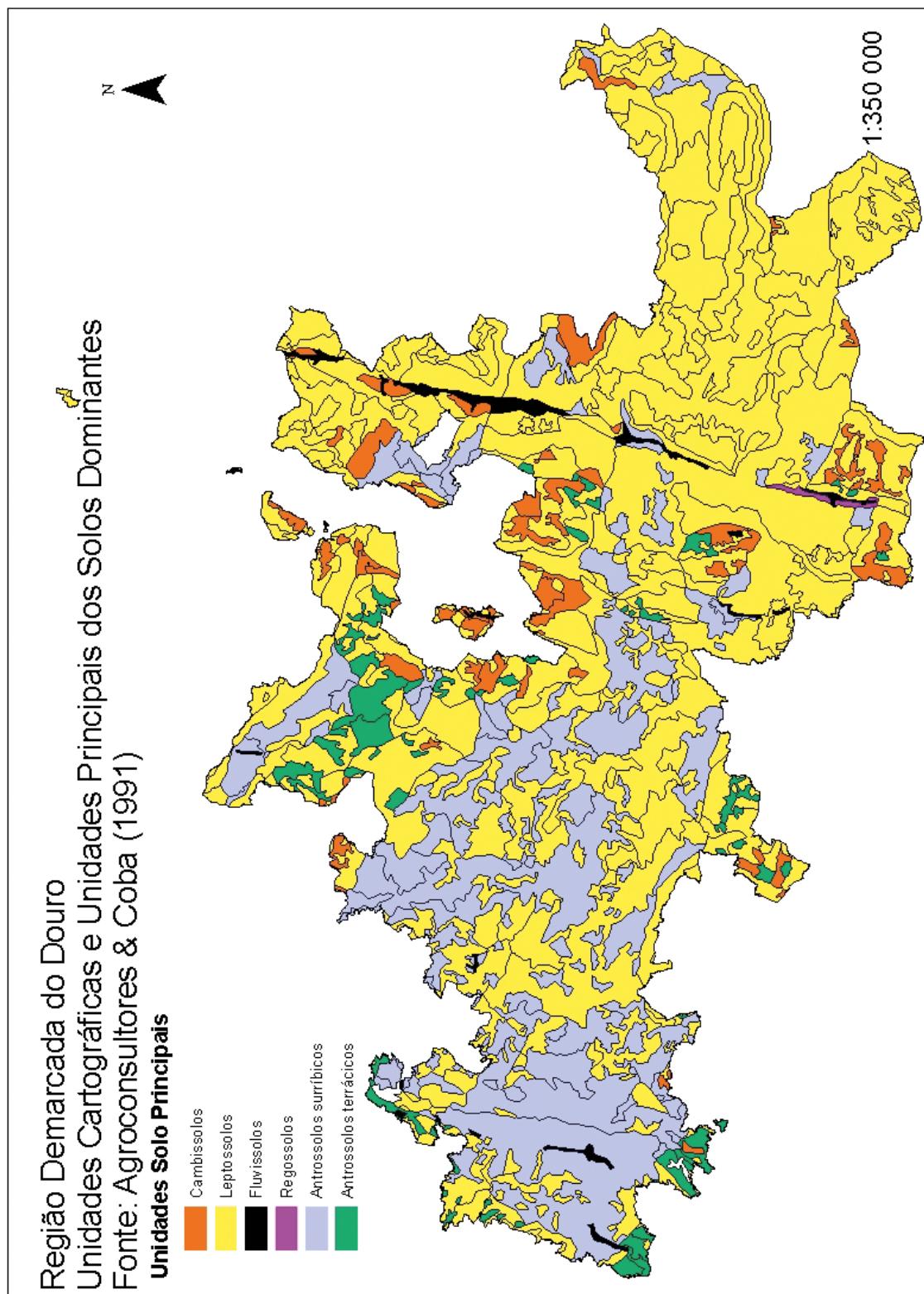
Wischmeier, W. H., Smith, D. D., 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses – a guide to conservation planning*. Agriculture Handbook N° 537. U. S. Department of Agriculture, Washington, D. C.

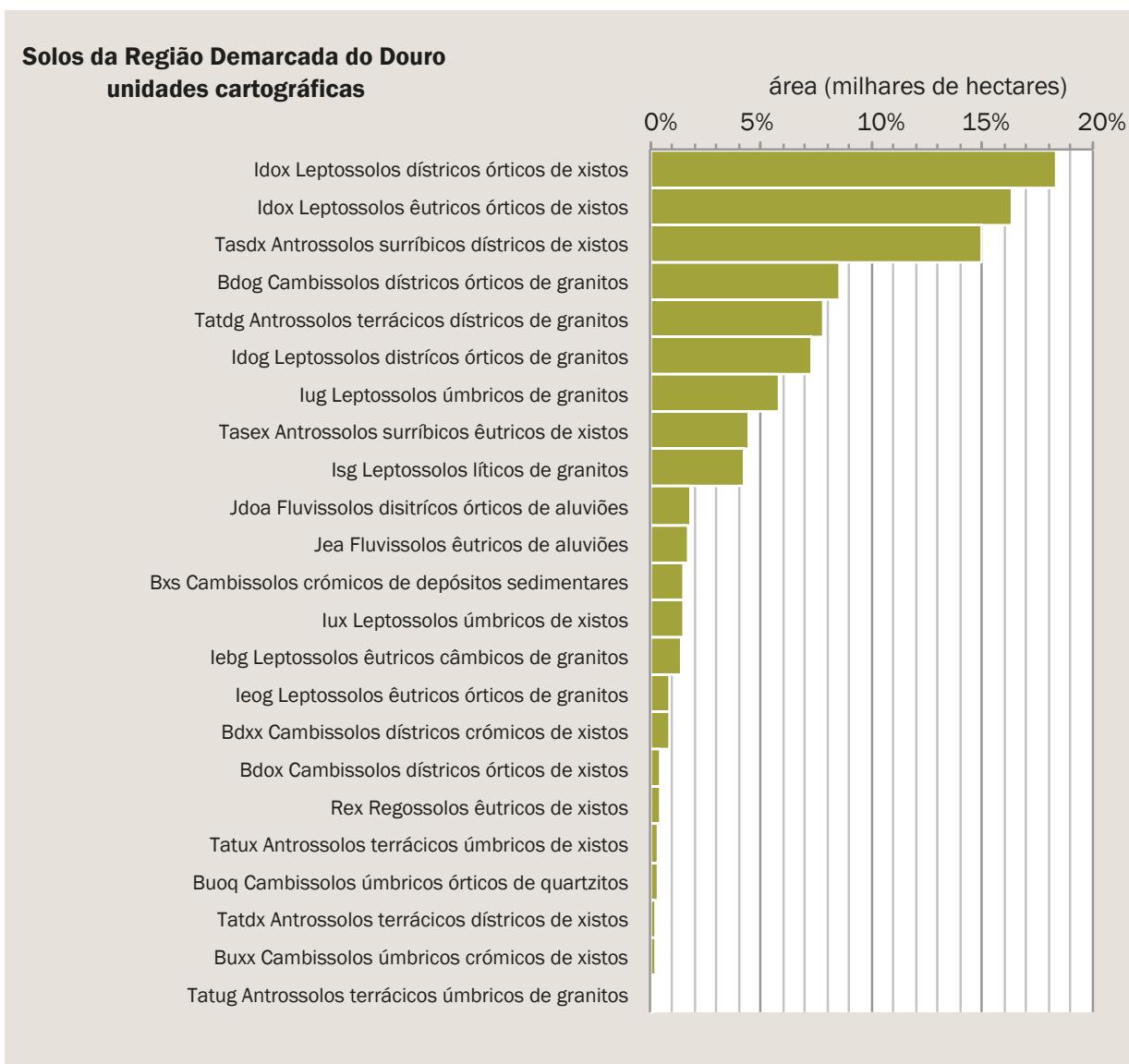
WRB, 2014. IUSS Working Group World Reference Base for Soil Resources 2014, *International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

A

Anexo ao Capítulo 2

Solos e qualidade da terra da RDD





Região Demarcada do Douro: unidades cartográficas de solo (distribuição percentual ordenada por superfície ocupada)

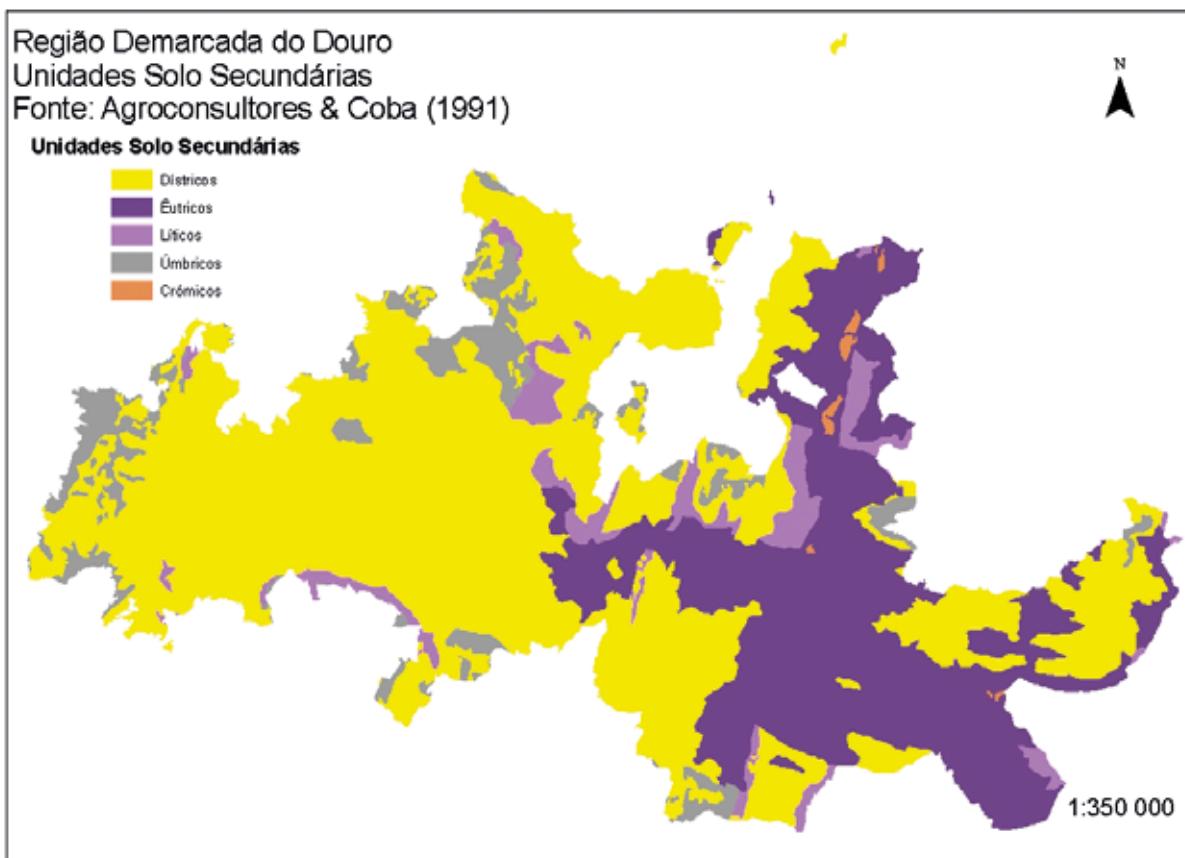
Agroconsultores e Coba, 1991

Unidades Solo Principais	Área (%) *
Cambissolos	12,0%
Leptossolos	56,0%
Fluvisolos	3,6%
Regossolos	0,4%
Antrossolos surríbicos	19,4%
Antrossolos terrácicos	8,5%

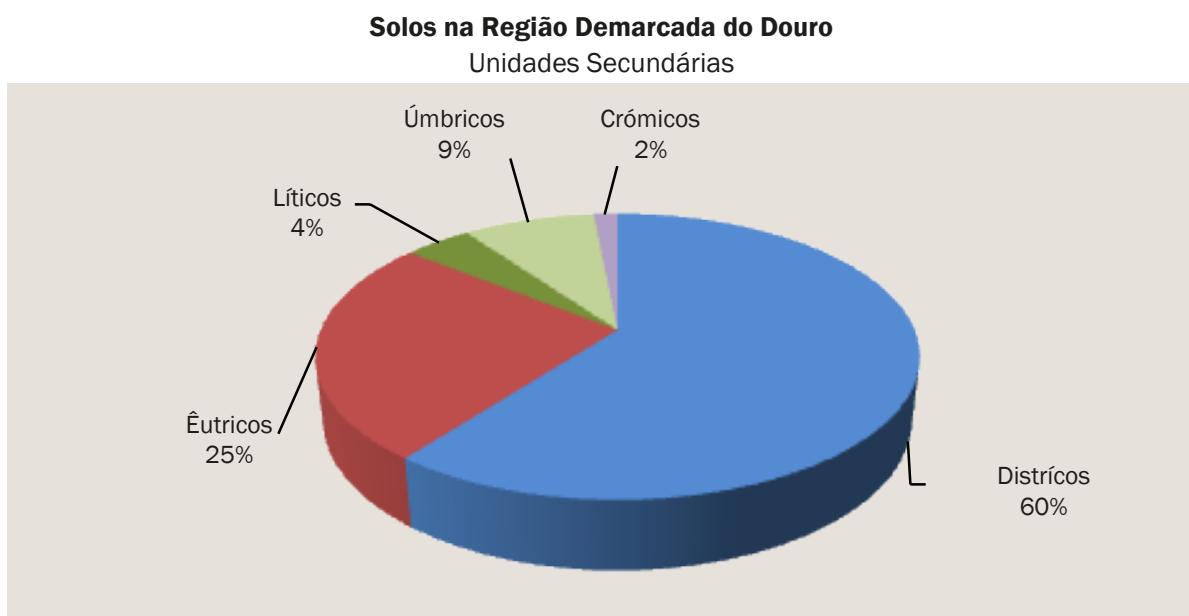
Região Demarcada do Douro: unidades solo principais (distribuição percentual da área)

Agroconsultores e Coba, 1991

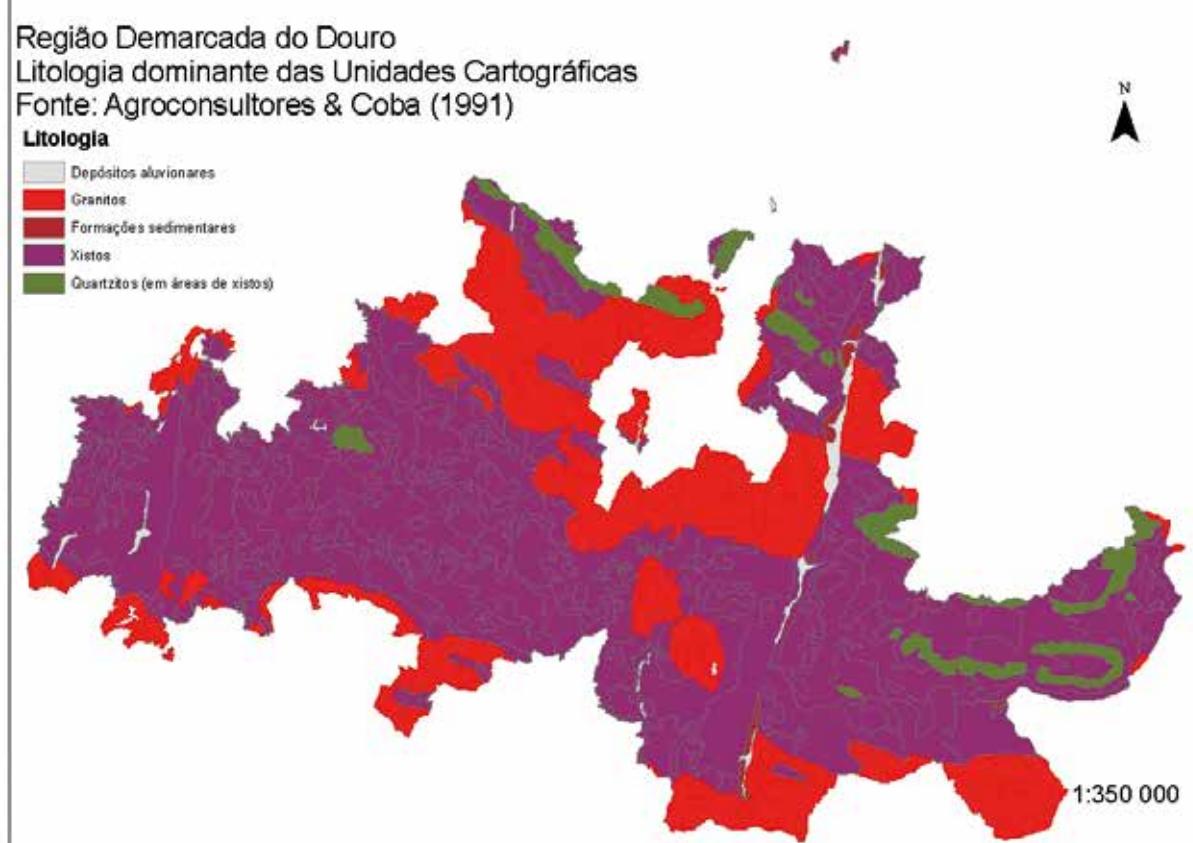
Concelhos	Cambissolos	Leptossolos	Fluvissolos	Regossolos	Antrossolos áricos surribicos	Antrossolos áricos terrálicos
ALFANDEGA DA FE	11%	78%	11%	0%	0%	0%
ALUJO	7%	43%	0%	0%	28%	22%
ARMAMAR	8%	42%	0%	0%	46%	4%
CARRAZEDA DE ANSIAES	26%	47%	1%	0%	13%	13%
FIGUEIRA DE CASTELO RODRIGO	12%	88%	0%	0%	0%	0%
FREIXO DE ESPADA A CINTA	5%	86%	0%	0%	8%	0%
LAMEGO	7%	41%	7%	0%	30%	15%
MEDA	23%	52%	3%	6%	3%	13%
MESAO FRI	0%	64%	7%	0%	7%	21%
MIRANDELA	0%	90%	10%	0%	0%	0%
MOIMENTA DA BEIRA	0%	50%	0%	0%	0%	50%
MURÇA	0%	63%	5%	0%	21%	11%
PENEDONO	0%	67%	0%	0%	33%	0%
PESO DA REGUA	0%	54%	4%	0%	32%	11%
RESENDE	0%	22%	11%	0%	11%	56%
SABROSA	0%	35%	3%	0%	62%	0%
SANTA MARTA DE PENAGUIAO	0%	50%	9%	0%	13%	28%
SAO JOAO DA PESQUEIRA	0%	65%	0%	0%	27%	8%
TABUAÇO	10%	35%	0%	0%	35%	19%
TORRE DE MONCORVO	17%	65%	3%	0%	10%	6%
VILA FLOR	25%	62%	4%	0%	6%	3%
VILA NOVA DE FOZ COA	12%	53%	6%	1%	22%	6%
VILA REAL	0%	43%	7%	0%	43%	7%
Região	12%	56%	4%	0,43%	19%	9%



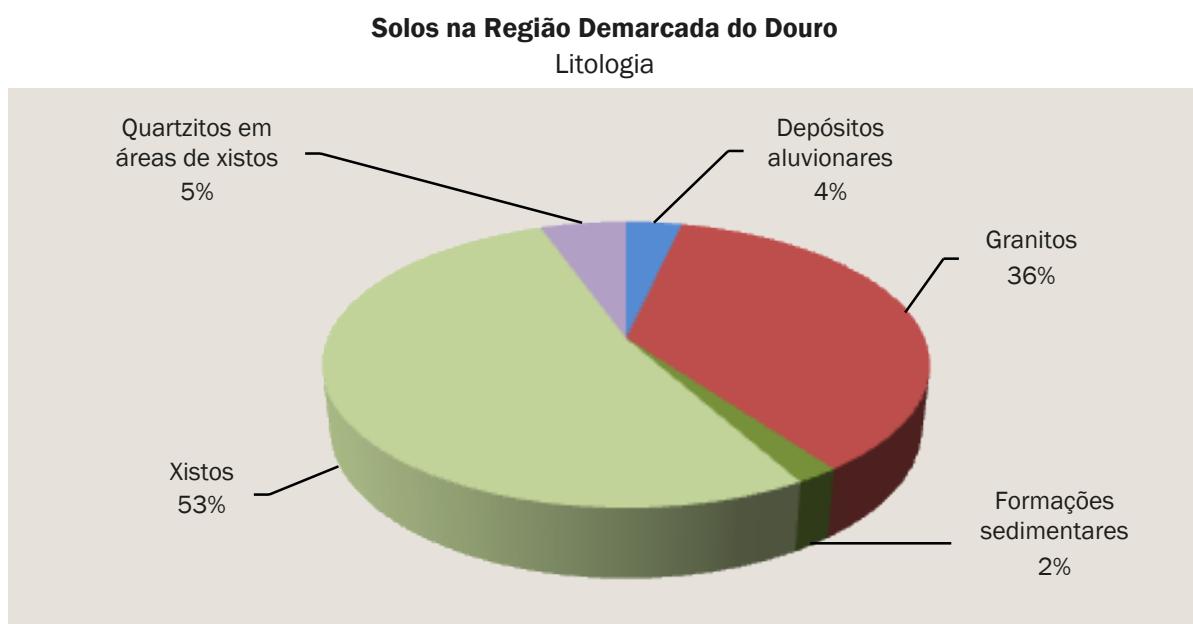
Região Demarcada do Douro: Unidades solo secundárias (distribuição espacial) Agroconsultores e Coba, 1991



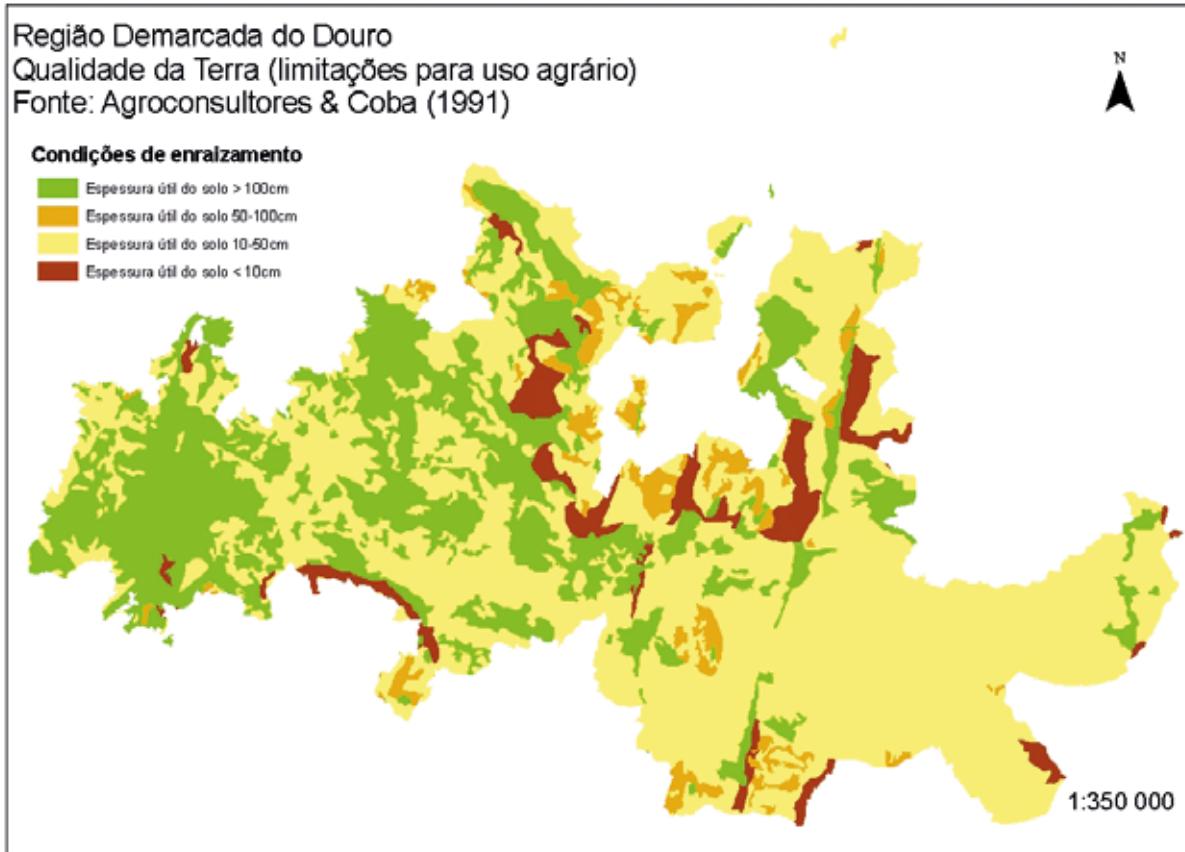
Região Demarcada do Douro: Unidades solo secundárias (distribuição percentual da área) Agroconsultores e Coba, 1991



Região Demarcada do Douro: Litologia das unidades solo (distribuição espacial) Agroconsultores e Coba, 1991

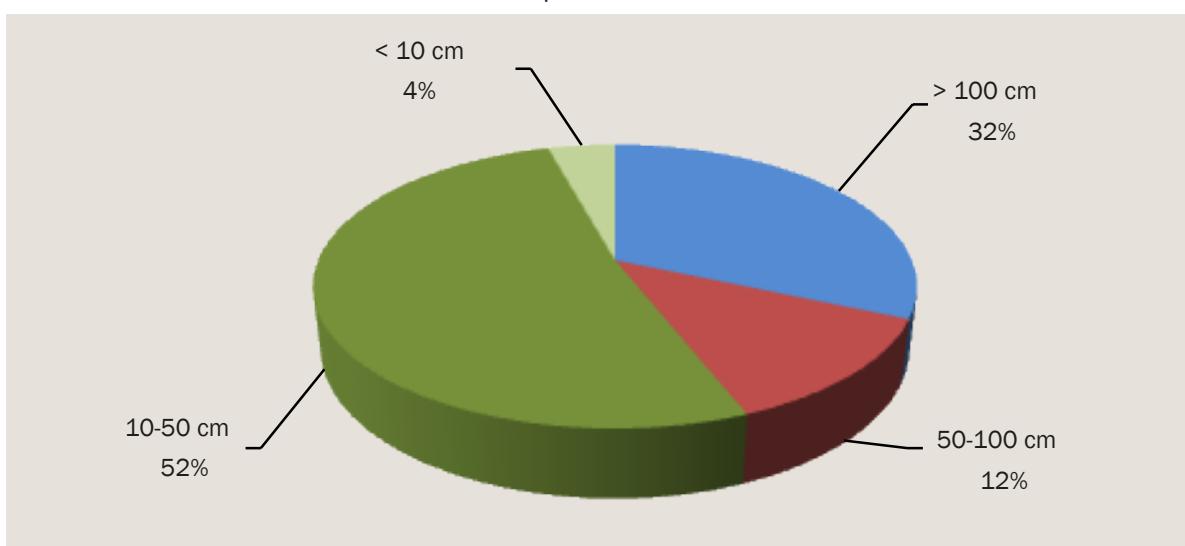


Região Demarcada do Douro: Litologia das unidades solo (distribuição percentual da área) Agroconsultores e Coba, 1991

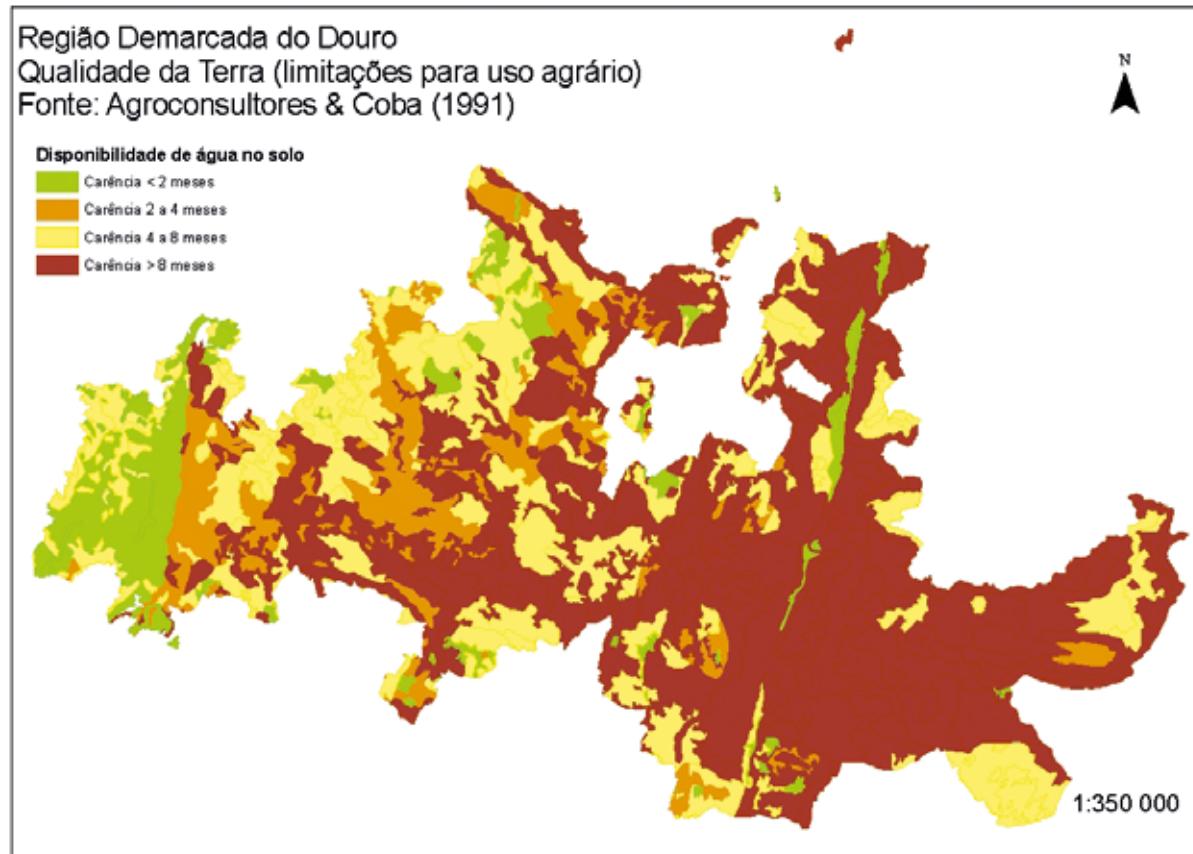


Região Demarcada do Douro: Espessura útil do solo (distribuição espacial) Agroconsultores e Coba, 1991

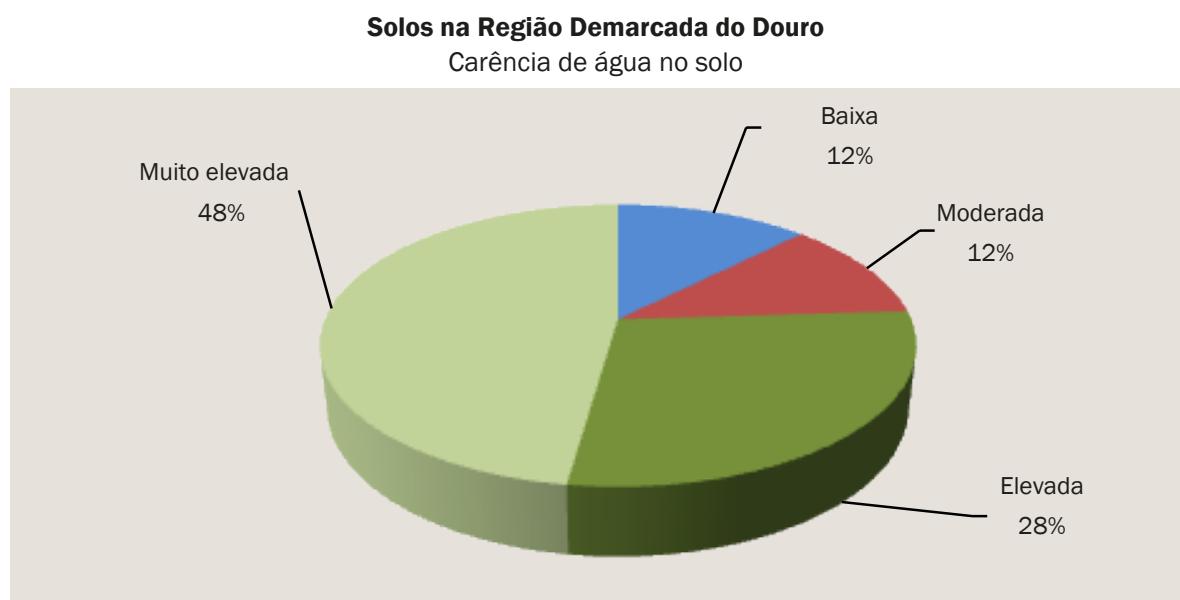
Solos na Região Demarcada do Douro
Espessura útil



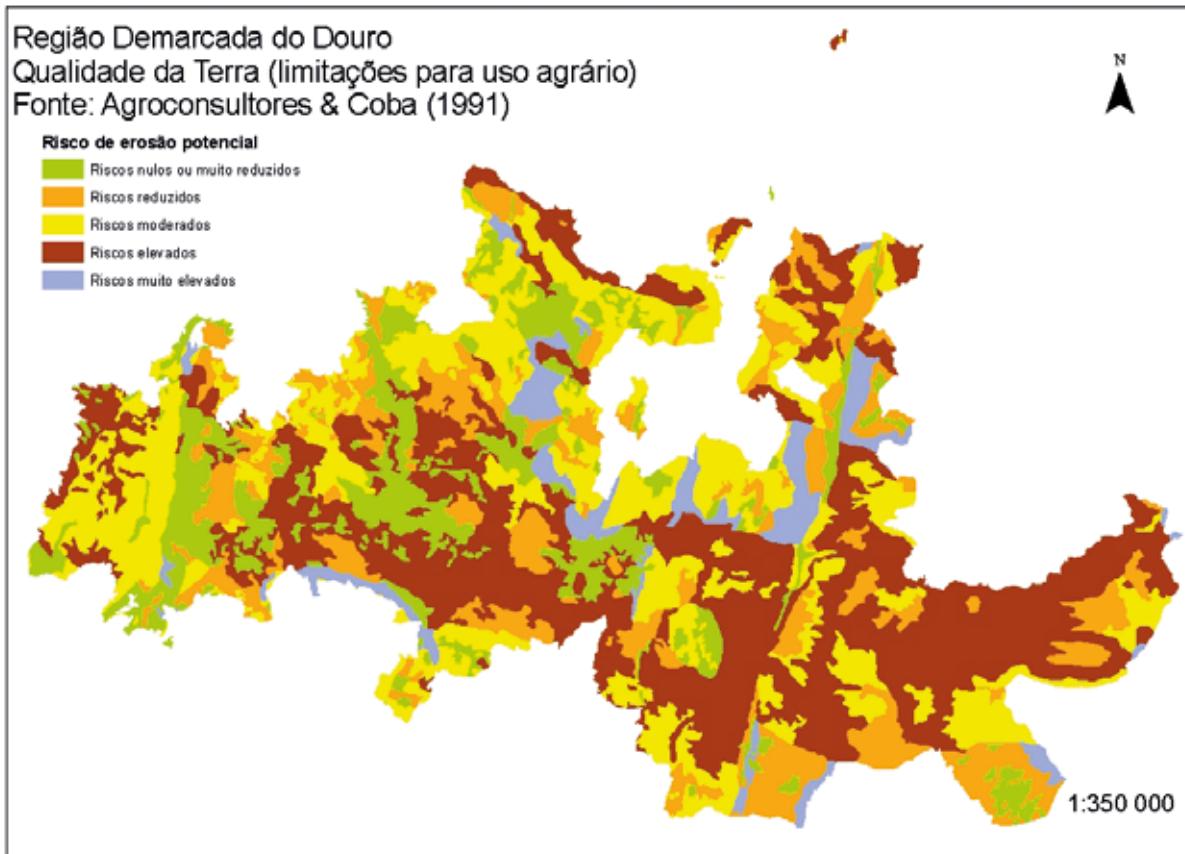
Região Demarcada do Douro: Espessura útil do solo (distribuição percentual da área) Agroconsultores e Coba, 1991



Região Demarcada do Douro: Carência de água no solo (distribuição espacial) Agroconsultores e Coba, 1991



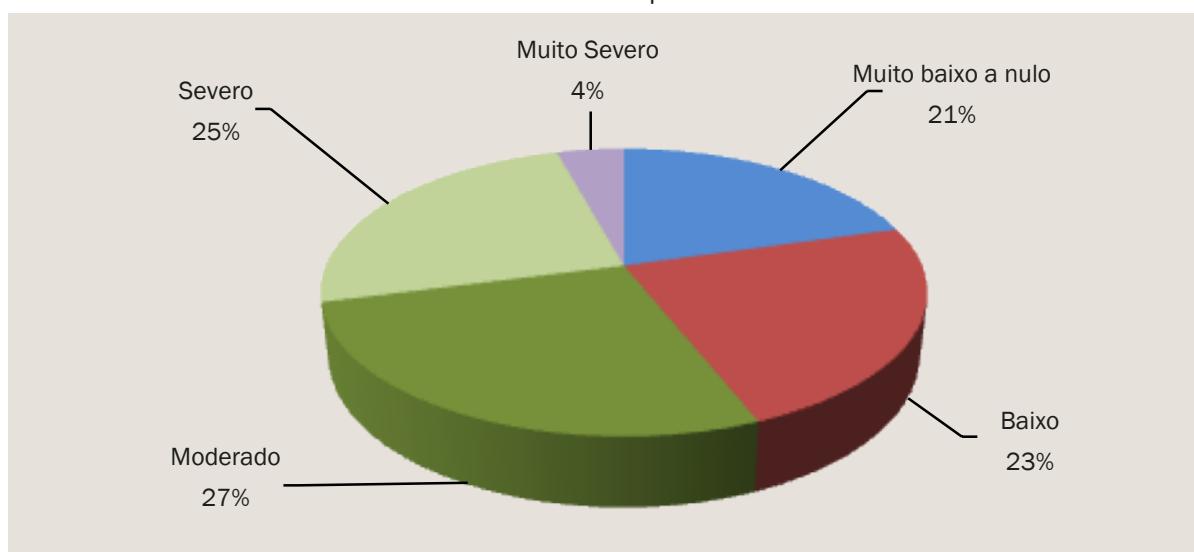
Região Demarcada do Douro: Carência de água no solo (distribuição percentual da área) Agroconsultores e Coba, 1991



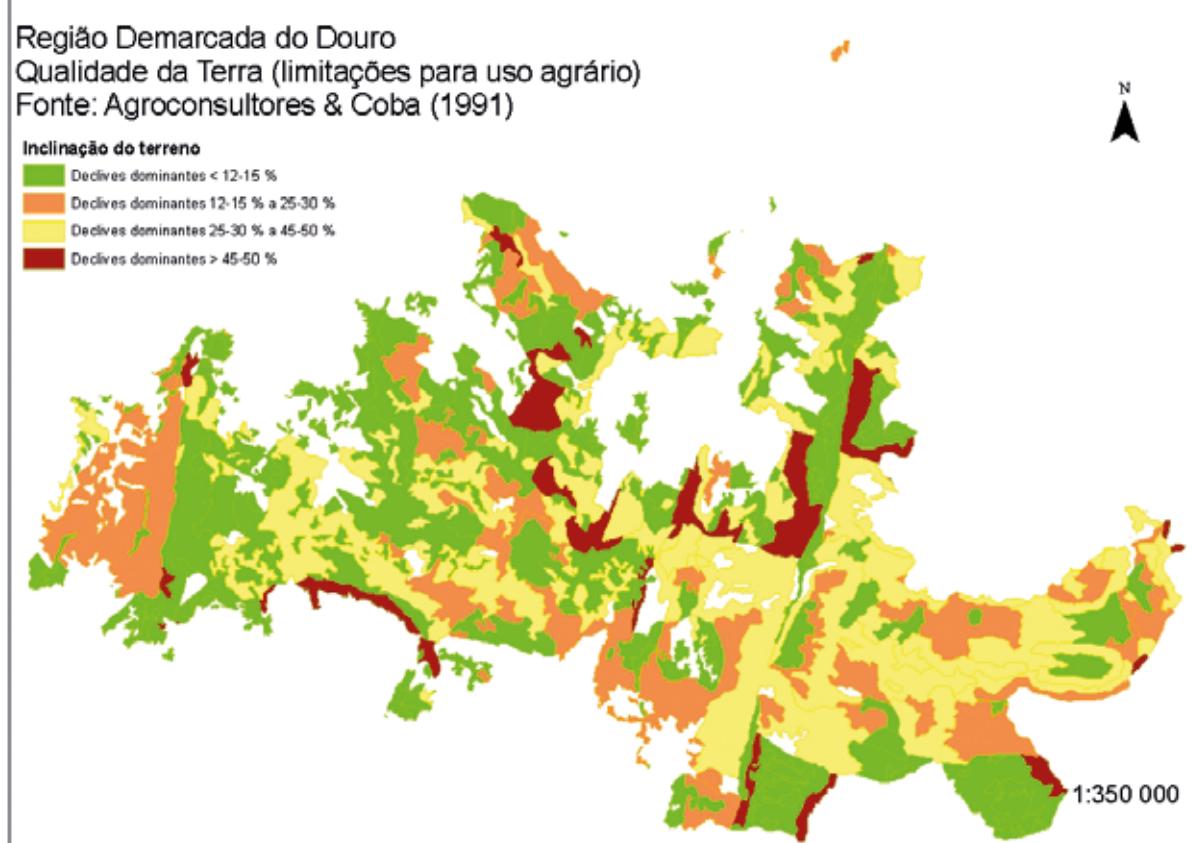
Região Demarcada do Douro: Risco de erosão potencial (distribuição espacial) Agroconsultores e Coba, 1991

Solos na Região Demarcada do Douro

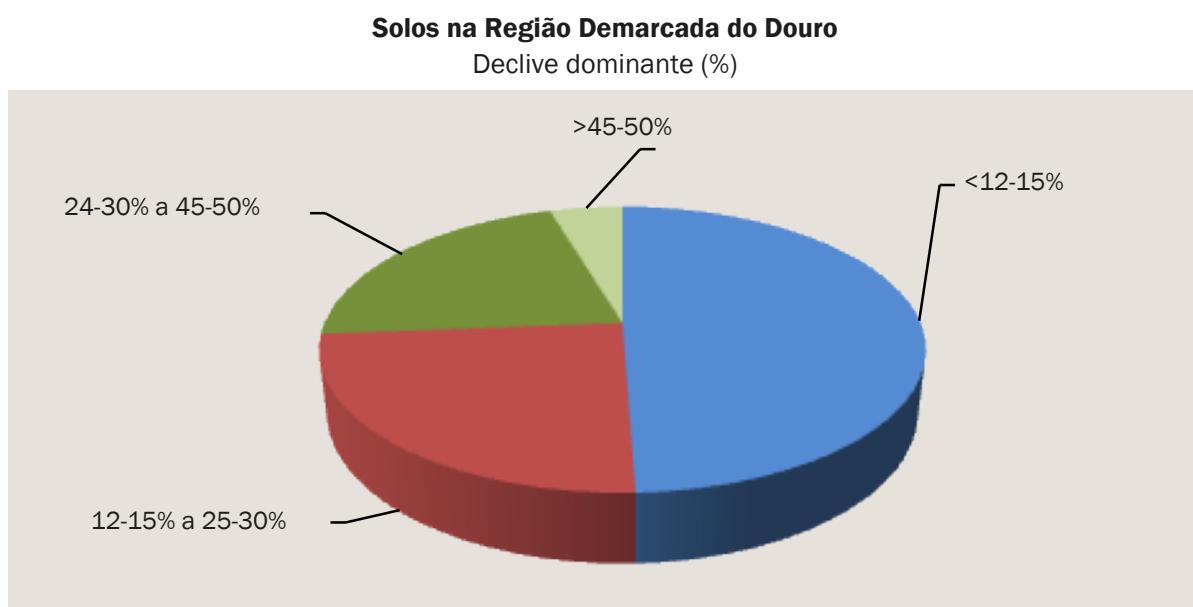
Risco de erosão potencial



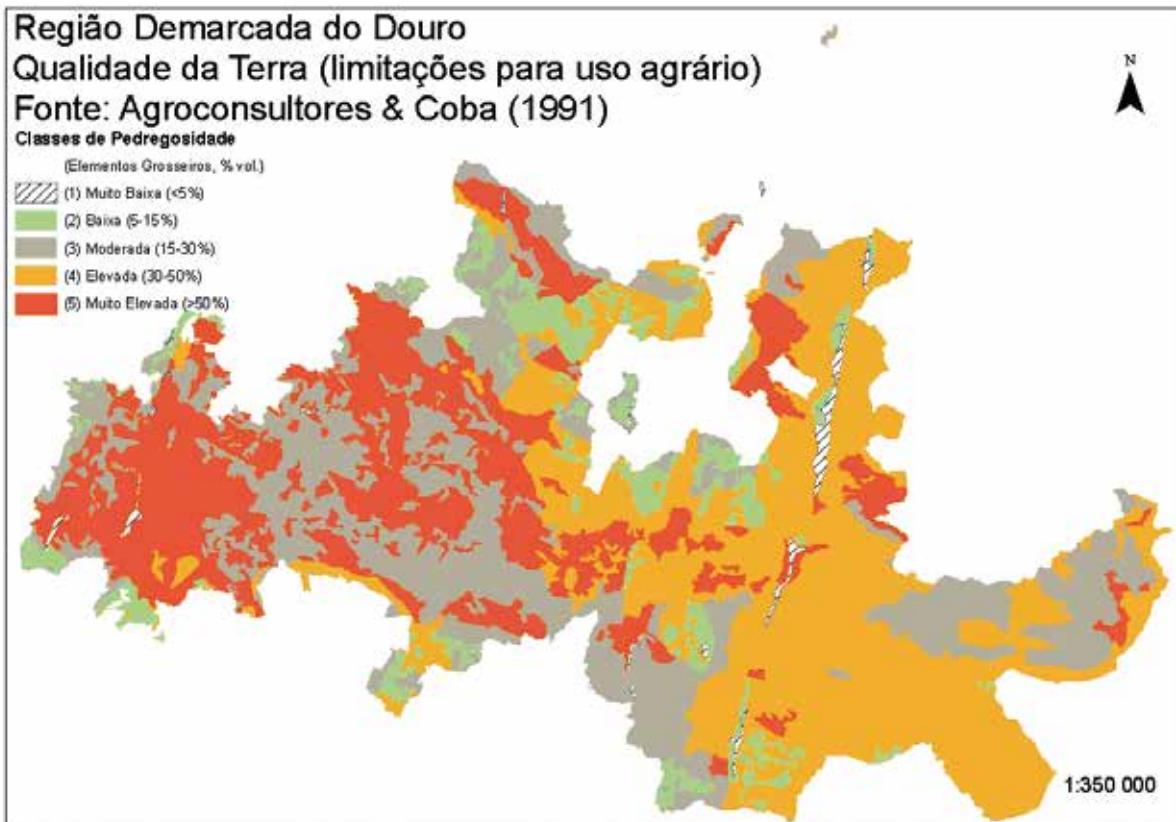
Região Demarcada do Douro: Risco de erosão potencial (distribuição percentual da área) Agroconsultores e Coba, 1991



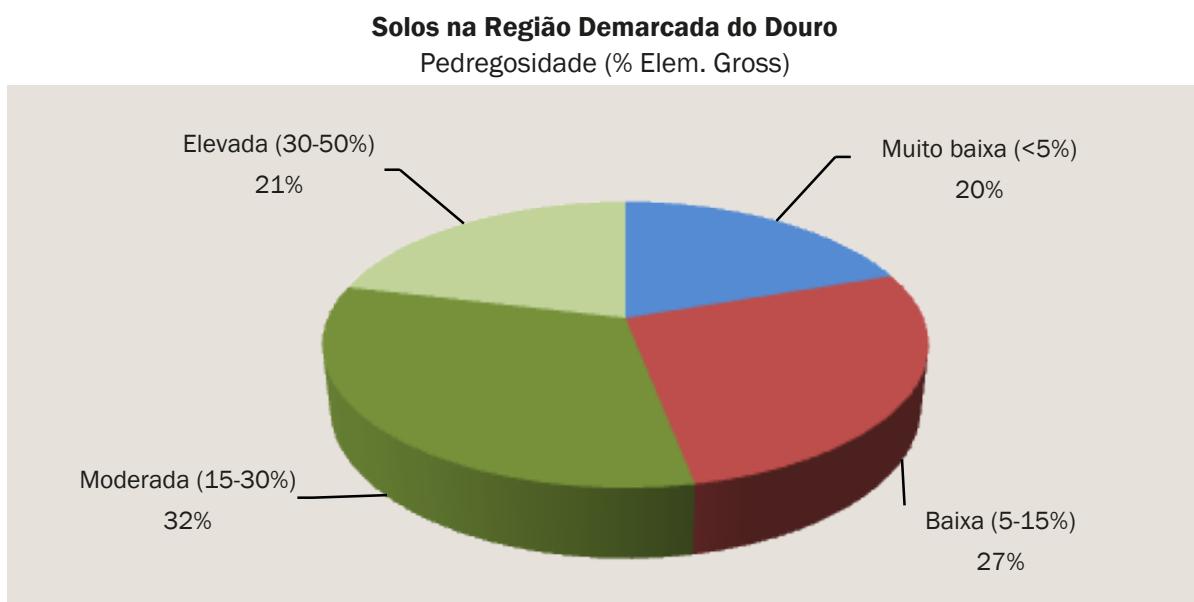
Região Demarcada do Douro: Declive dominante (distribuição espacial) Agroconsultores e Coba, 1991



Região Demarcada do Douro: Declive dominante (distribuição percentual da área) Agroconsultores e Coba, 1991

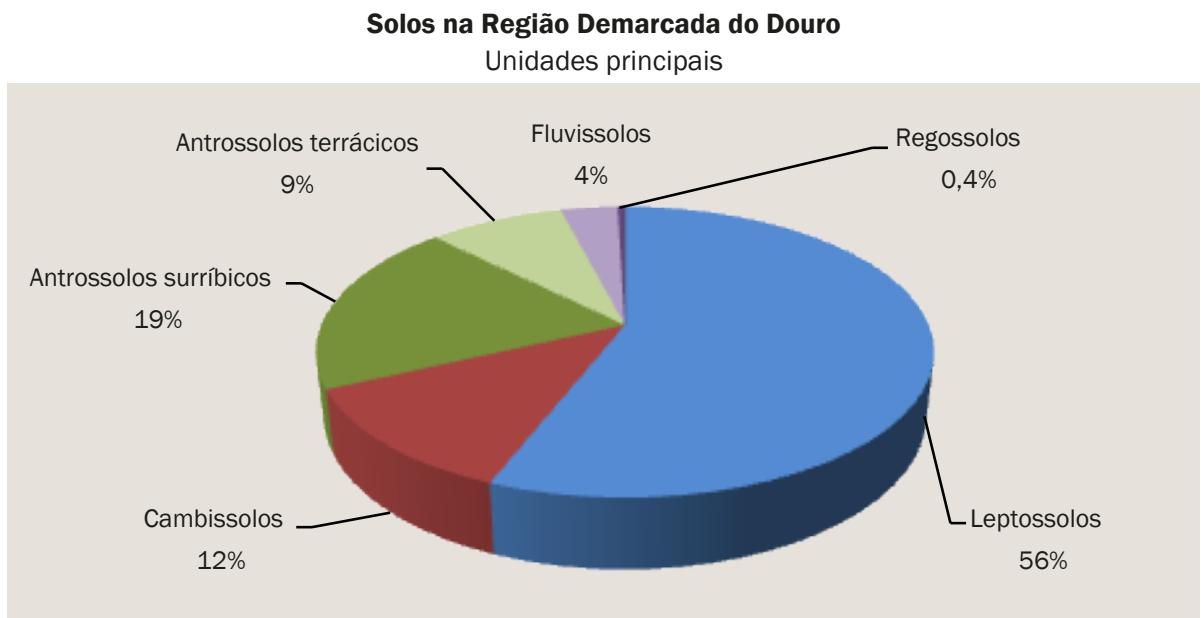


Região Demarcada do Douro: Pedregosidade (% elementos grosseiros vol) (distribuição espacial) (Figueiredo, 2013)



Região Demarcada do Douro: Pedregosidade (% elementos grosseiros vol) Figueiredo, 2013

Principais tipos de solos



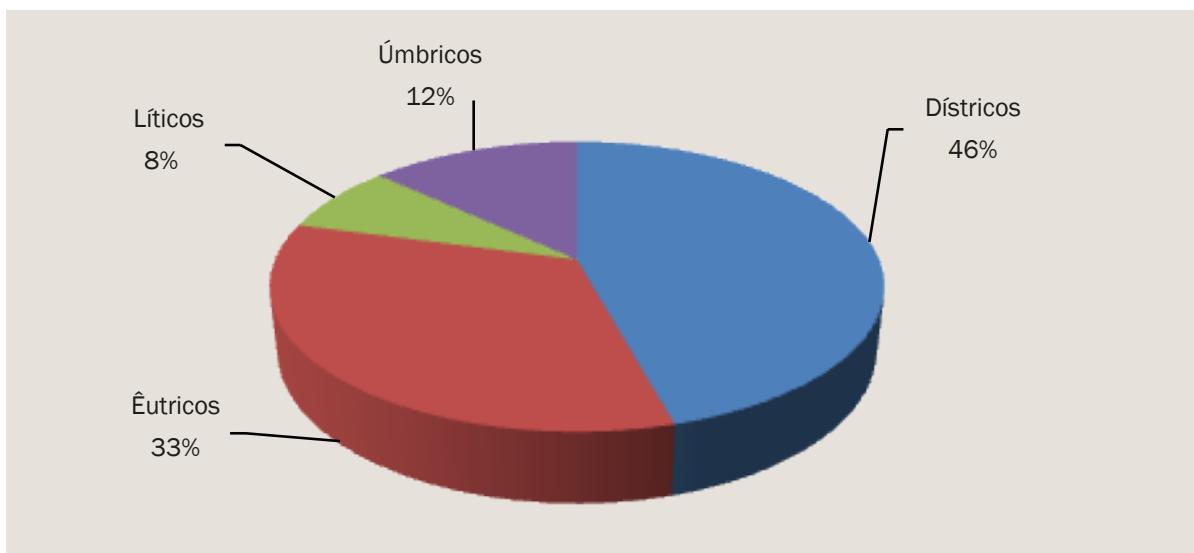
Região Demarcada do Douro: Unidades solo principais (distribuição percentual da área) Agroconsultores e Coba, 1991



SOLOS INCIPIENTES	
LEPTOSOLOS (56% da área total)	
Solos delgados e de elevada pedregosidade, (limitados por rocha dura < 50cm de profundidade).	Dístricos (46% da área dos Leptossolos) Horizonte A ócrico, V<50%, Ácidos/muito ácidos.
Perfil: A R, A C R ou A B C R (no caso dos Dístricos e Èutricos Câmbicos).	Èutricos (33%) Horizonte A ócrico, V>50%, Ácidos/neutro.
Todas as litologias excepto sedimentares não consolidadas.	Úmbricos (13%) Teor médio/elevado de matéria orgânica, Cor escura no Horizonte A (úmbrico).
V - Grau de Saturação em Bases	Líticos (8%) Muito delgados (rocha dura <10cm profundidade).

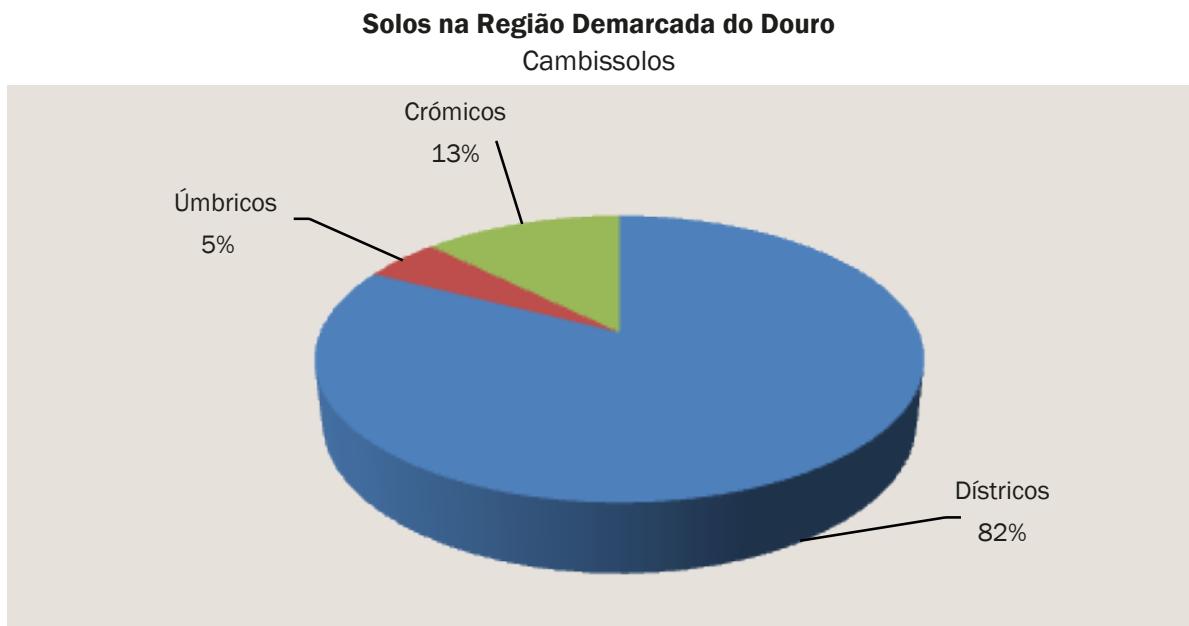
Solos na Região Demarcada do Douro

Leptossolos



Solos na Região Demarcada do Douro: Leptossolos (distribuição percentual da área) Agroconsultores e Coba, 1991

SOLOS POUCO EVOLUÍDOS	
CAMBISSOLOS (12% da área total)	
Solos com Horizonte B câmbico, não limitados por rocha dura < 50cm de profundidade, formados em:	Dístricos (82% da área dos Cambissolos) Horizonte A ócrico, $V < 50\%$, Ácidos/muito ácidos.
1) Materiais de alteração da rocha subjacente. Perfil A B C R ou A B R, pedregosidade baixa, espessura do solum <1m, em todas as litologias.	Crómicos (13%) Horizonte A ócrico, $V > 50\%$, Horizonte B pardo, forte a vermelho.
2) Depósitos de vertente de declive acentuado. Perfil A B 2C 2R ou A B 2R, pedregosidade muito elevada, espessura em geral >1m, em xistos, granitos, quartzitos e rochas básicas..	Úmbricos (5%) Teor médio /elevado do matéria orgânica, cor escura no Horizonte A (úmbrico).
3) Depósitos coluviais de base de encosta ou fundo de vale. Perfil A B C, A B 2C 2R ou A B 2R, moderada pedregosidade, espessura até 1m, em xistos e granitos.	

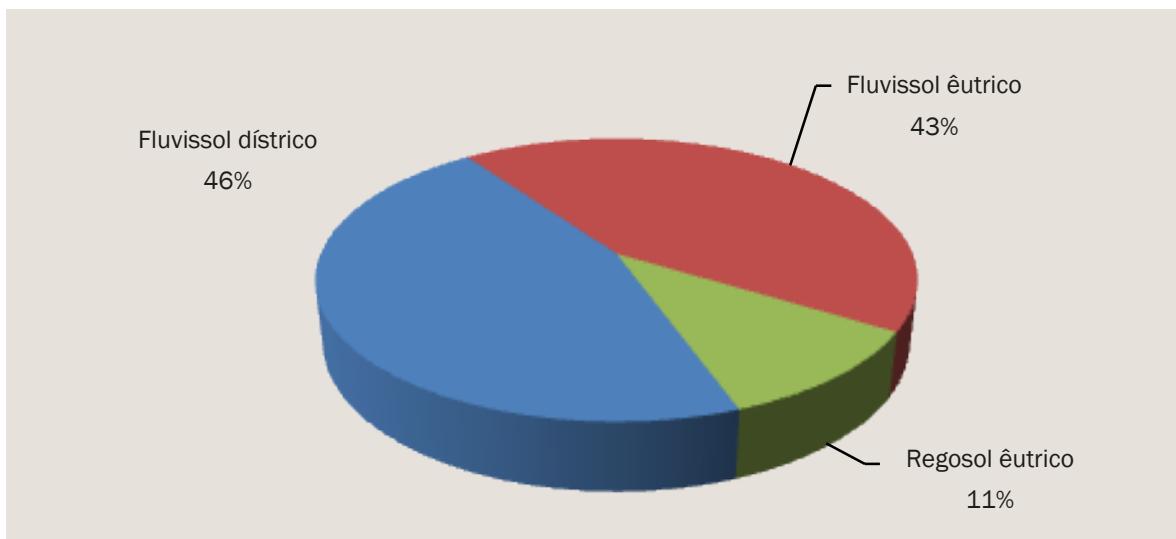


Solos na Região Demarcada do Douro: Cambissolos (distribuição percentual da área) Agroconsultores e Coba, 1991

OUTROS SOLOS INCIPIENTES (4% da área total)	
<p>Fluvisolos (89% da área de otros solos incipientes). Solos espessos, desenvolvidos sobre os depósitos das planuras aluviais Perfil: A C ou A C Cg.</p>	<p>Dístricos (46%) Horizonte A ócrico, $V < 50\%$, Ácidos, textura mediana</p> <p>Êutricos (43%) Horizonte A ócrico, $V > 50\%$, Ácidos/neutros, textura mediana/fina</p>
<p>Regossolos (11% da área total). Solos desenvolvidos sobre depósitos coluvionares, com espessura $> 1\text{m}$. Perfil: A C ou A C 2R.</p>	<p>Êutricos (11%) Horizonte A ócrico, $V > 50\%$, Ácidos/neutros</p>

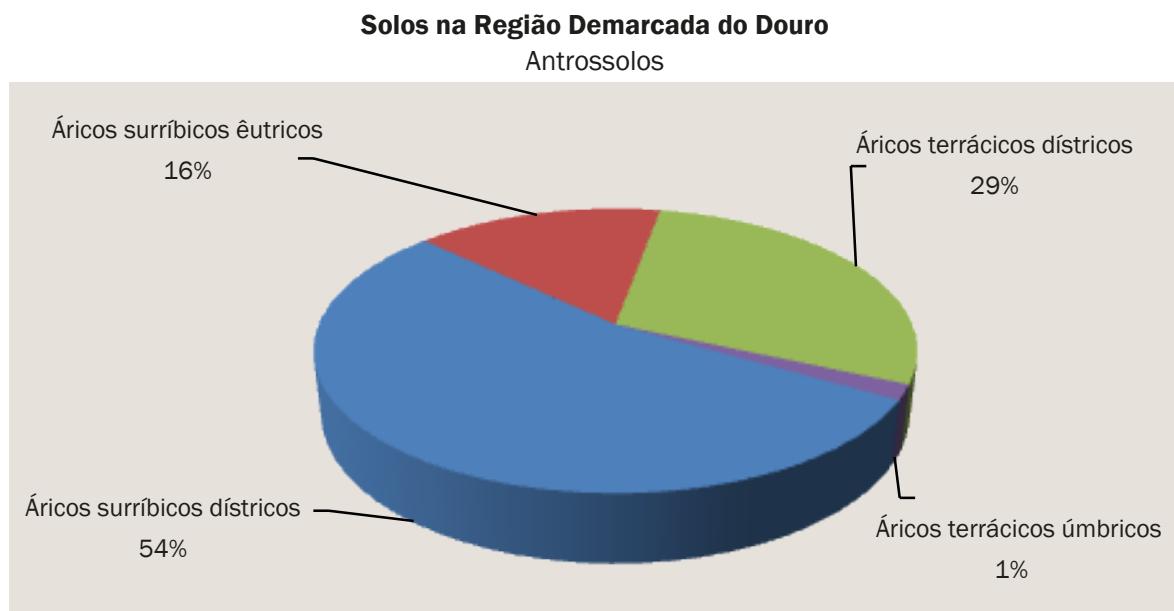
Solos na Região Demarcada do Douro

Outros solos incipientes



Solos na Região Demarcada do Douro: Fluvisolos e Regossolos (distribuição percentual da área) Agroconsultores e Coba, 1991

OUTROS SOLOS INCIPIENTES	
ANTROSSOLOS (28% da área total)	
<p>Solos em que actividades humanas têm provocado profundas modificações na características originais</p> <p>Antrossolos áricos - resultantes da acção de mobilizações profundas ou deslocações materiais a partir de cortes ou enchimentos, com alteração profunda dos horizontes originais, dos quais podem ainda encontrar-se porções remanescentes.</p> <p>Resultantes de intervenção sobre Cambissolos e Regossolos, para construção de terraços, em que é raro o desmantelamento da rocha. Pedregosidade baixa, espessos, de utilização antiga, predominantes em áreas graníticas.</p> <p>Perfil: Ap C.</p>	<p>Dístricos (29% da área dos Antrossolos) Horizonte A ócrico, $V < 50\%$, Ácidos/muito ácidos</p> <p>Úmbricos (1%) Teor médio/elevado Matéria orgânica, Cor escura no Horizonte A (úmbrico).</p> <p>Dístricos (54% da área de Antrossolos) Horizonte A ócrico, $V < 50\%$, Ácidos/muito ácidos</p> <p>Êutrícos (16%) Horizonte A ócrico, $V > 50\%$, Ácidos/neutros</p>
<p>Antrossolos áricos surríbicos (70%). Resultantes de mistura de Leptossolos originais com o produto do desmantelamento da rocha. Pedregosidade muito elevada, horizonte A em geral incipiente devido à relativamente recente intervenção, predominantes em xistos.</p>	



Solos na Região Demarcada do Douro: Antrossolos (distribuição percentual da área) Agroconsultores e Coba, 1991



Perfis de solos

Fonte: Agroconsultores e Coba (1991)

Unidade Solo / Parâmetro	Antrossolo surríbico dístico de xistas	Antrossolo surríbico êutríco de xistas	Cambissolo êutríco de xistas
Símbolo	TasdX	Tasex2	Bex1
Nº Perfil	20B	399F	391F
Local	Sande	Vesúvio	Horta
Sequência De Horizontes	Ap-C-R	Ap-C-R	Ap-Bw-C-R
Profundidade horizonte superficial / cm	20	25	25
Profundidade total / cm	105	125	55
PARÂMETRO ANALÍTICO DO HORIZONTE SUPERFICIAL			
Elementos grosseiros / %	15	16	3
Argila / %	7,2	24,7	14,3
Massa volúmica (Densidade) aparente / g·cm ⁻³	1,41	1,39	1,39
pF 2.0 a / %	29,6	35,4	28,1
pF 4.2 b / %	9,1	12,2	11,1
Matéria orgânica / %	0,73	0,62	0,56
Azoto total / %	0,056	0,044	0,035
Fosfato extratável / ppm	24	163	46
Potássio extratável / ppm	140	103	25
pH (H ₂ O)	4,9	8,1	6,5
pH (KCl)	3,2	6,4	3,8
SB c / cmol·kg ⁻¹	2,83	11,8	7,06
CTCe d / cmol·kg ⁻¹	5,61	11,8	7,08

Localização, clasificação e características de perfis representativos de solos vitícolas da Região Demarcada do Douro (RDD)

Agroconsultores e Coba, 1991

a pF 2.0 % = Retenção do agua a 2.0 pF

b pF 4.2 % = Retenção do agua a 2.0 pF

c Soma de bases trocáveis (cmol·kg⁻¹) representa a soma dos teores de cátions permutáveis, exceto H⁺ e Al³⁺ (SB = Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺)

d Capacidade de troca de cátions efetiva (cmol·kg⁻¹) é considerada como a quantidade de cargas negativas encontradas no pH original do solo. É obtida pela soma das bases trocáveis mais H⁺ e Al³⁺.

Unidade solo: Antrossolo árico surríbico dístrico de xistas

Descrição do solo

Resumo do perfil do solo:

Perfil do solo: 20B (Ref.: Tasdx)

Sequência do perfil: Ap-C-R

Tipo do solo:

-Antrossolo árico surríbico dístrico de xistas

Classificação do solo (FAO/UNESCO, 1988):

-**Dystri-Surribic Aric Anthrosol**

Região Demarcada do Douro: Baixo Corgo

Local: Sande

Altitude: 150 m

Exposição: NE

Material do origem: Xistas do Complexo

Xisto-Grauváquico (Precâmbrico)

Posição topográfica: Relevo acidentado

Declive: Encosta com 30%, sem socalcos

Pedregosidade: > 90%

Zona climática: Terra Quente com precipitação

entre 800 e 1 000 mm (Q3)

Uso da terra: Vinha, (Pv), em terreno surribado



Autor: Tomás Figueiredo

Descrição dos horizontes

Ap	(0-20 cm)	Cor: Pardo, 10YR 6/3 (s) e 4/3 (h). Textura: franco-arenoso, pedregoso, com cerca de 15% de saibro e cascalho e 20% de pedra de xisto. Estrutura: sem estrutura a anisofórmula subanguloso médio e fino, fraco. Porosidade: bastantes poros médios e finos. Consistência: brando/ligeiramente duro, friável, pouco adesivo, pouco plástico. Humididade: seco. Raízes: bastantes raízes finas. Transição: nítida. Observações: —
C1	(20-105 cm)	Cor: Pardo, 10YR 5/4 (s) e 4/3 (h). Textura: franco-arenoso a franco, pedregoso, com cerca de 40% de saibro, cascalho e pedra miúda de xisto. Estrutura: sem estrutura. Porosidade: alguns poros finos e médios. Consistência: friável, pouco adesivo e pouco plástico. Humididade: fresco. Raízes: bastantes a algumas raízes finas e médias. Transição: nítida.
C2	(105-110 cm)	Xisto em desagregação (fragmentos e terra em 10%). Observações: Surriba até cerca de 105 cm.
R	(110-? cm)	Xisto contínuo e coerente, não desagregável.

Unidade solo: Antrossolo árico surríbico êutrico de xistas

Descrição do solo

Resumo do perfil do solo:

Perfil do solo: 399F (Ref.: Tasex)

Sequência do perfil: Ap-C-R

Tipo do solo:

- Antrossolo árico surríbico êutrico de xistas

Clasificação do solo (FAO/UNESCO, 1988):

- Eutri-surribi Aric Anthrosol

Região Demarcada do Douro: Douro superior

Local: Vesúvio

Altitude: 160 m

Exposição: NE

Material do origem: Xistas do Complexo

Xisto-Grauváquico (Precâmbrico)

Posição topográfica: Muito ondulado

Declive: Encosta 20-25%, em socalcos largos (10-20 m);

Pedregosidade: > 90%

Zona climática: Terra Quente com precipitação inferior a 600 mm (Q5)

Uso da terra: Vinha, (Pv), com amendoeiras em bordadura



Autor: Afonso Martins

Descrição dos horizontes

Ap	(0-20/25 cm)	Cor: Pardo, 10YR 6/4 (s) e 4/4 (h). Textura: franco, pedregoso, com 15% de saibro e cascalho e 40% de pedra de xisto (até 10-15 cm). Estrutura: sem estrutura. Porosidade: alguns poros finos e médios. Consistência: brando, muito friável, pouco adesivo, pouco plástico. Humididade: fresco. Raízes: algumas raízes finas. Transição: gradual.
C	(20/25-125 cm)	Cor: Pardo, 10YR 6/4 (s) e 4/4 (h). Textura: franco, pedregoso, com cerca de 25% de saibro e cascalho e 40-50% de pedra de xisto (até 20-25 cm). Estrutura: sem estrutura. Porosidade: alguns poros finos. Consistência: brando, muito friável, pouco adesivo, pouco plástico. Humididade: pouco fresco. Raízes: poucas raízes finas e médias. Transição: abrupto.
R	(125-? cm)	Rocha contínua, não desagregável.

Unidade solo: Cambissolo êutrico de xistas

Descrição do solo

Resumo do perfil do solo:

Perfil do solo: 391F (Bex1)

Sequência do perfil: Ap-Bw-C-R

Tipo do solo:

- Cambissolo êutrico de xistas

Classificação do solo (FAO/UNESCO, 1988):

- Eutric Cambisol

Região Demarcada do Douro: Douro Superior

Local: Horta

Altitude: 450 m

Exposição: E

Material originário: Xistas do Complexo

Xisto-Grouváquico (pré-câmbrico)

Posição topográfica: Relevo ondulado suave

Declive: Pequena encosta

Pedregosidade: —

Zona climática: Terra Quente com precipitação

inferior a 600 mm (Q5)

Uso da terra: Vinha velha não surribada (Pv)



Autor: Afonso Martins

Descrição dos horizontes

Ap	(0-25 cm)	Cor: Pardo, 9YR 6/4 (S) e 3.5/4 (h). Textura: franco-limoso, com cerca de 5% de saibro e cascalho de xisto e quartzo. Estrutura: sem estrutura. Porosidade: alguns poros finos. Consistência: brando, não adesivo, pouco plástico. Humidade: seco. Raízes: algumas raízes finas. Transição: gradual.
B	(25-45 cm)	Cor: Pardo, 8.5YR 5/4 (s) e 3/4 (h). Textura: franco, com cerca de 5% de saibro e cascalho de xisto e quartzo. Estrutura: anisoforme anguloso médio, fraco. Porosidade: alguns poros finos e médios. Consistência: ligeiramente duro, pouco adesivo, pouco plástico. Humidade: pouco fresco. Raízes: poucas raízes finas. Transição: gradual.
C	(45-55 cm)	Rocha desagregada em fragmentos, com terra (10%) semelhante à anterior.
R	(55-70 cm)	Rocha contínua e coerente.



