

Boas Práticas
para reduzir o risco de
Escorrimento
e melhor proteção da água



TOPPS
Water Protection



CropLife
PORTUGAL



Para quem pensa a agricultura do futuro.



TOPPS - os projetos começaram em 2005 com o projeto financiado, durante 3 anos, pela Life e ECPA para reduzir as perdas de Produtos Fitofarmacêuticos, para a água, provenientes de fontes pontuais. TOPPS-eos (2010) avaliou tecnologias na sua contribuição para otimizar o impacto ambiental dos pulverizadores.

O projeto TOPPS prowadis (2011 a 2014) que se seguiu centrou-se na redução das fontes difusas. TOPPS - prowadis é subsidiado pela ECPA, envolve 14 parceiros e é realizado em vários países da UE.

Os projetos TOPPS desenvolvem e recomendam Boas Práticas em conjunto com especialistas Europeus e com todas as partes interessadas. Está a ser realizada, nos países europeus, uma grande divulgação através da informação, formação e demonstrações, para sensibilizar e ajudar a implementar uma melhor proteção da água.

TOPPS significa: Formar (Train) Operadores para Promover Procedimentos e Sustentabilidade (www.TOPPS-life.org)

Autores:

Grupo de Apoio Técnico:

Folkert Bauer (BASF), Jeremy Dyson (Syngenta), Guy Le Henaff (Irstea), Volker Laabs (BASF), David Lembrich (Bayer CropScience), Julie Maillet Mezeray (Arvalis), Benoit Real (Arvalis), Manfred Roettele (BetterDecisions)

Parceiros locais peritos em escoamento:

Magdalena Bielasik-Rosinska (Inst. Env. Protection), Aldo Ferrero (Univ. Turin), Klaus Gehring (Bavarian State Res. Centre LfL), Emilio Gonzalez Sanchez (Univ. Cordoba), Ellen Pauwelyn (InAgro), Rolf Thorstrup Poulsen, Marian Damsgaard Thorsted (Danish Ag. Advisory Service)

Entidades associadas:

- InAgro, Rumbek, (BE)
- Bavarian State Res. Centre LfL, Freising, (DE)
- Danish Ag. Advisory Service, Aarhus, (DK)
- University of Cordoba, Cordoba, (ES)
- IRSTEA (Cemagref), Lyon, (FR)
- ARVALIS Institut du végétal, Boigneville, (FR)
- Agroselvítier, University of Turin, Turin, (IT)
- Institute of Environmental Protection (IEP), Warsaw, (PL)

Comité de Direção de TOPPS-Prowadis:

Philippe Costrop, Syngenta (Chair); Evelyne Guesken, Basics; Julie Maillet-Mezeray, Arvalis; Inge Mestdagh, Dow; Ellen Pauwelyn, InAgro; Alison Sapiets, Syngenta; Paolo Balsari, Univ. Turin; Folkert Bauer, BASF; Greg Doruchowski, InHort; Jeremy Dyson, Syngenta; Guy Le Henaff, Irstea; Lawrence King, Bayer CropScience; Volker Laabs, BASF; Holger Ophoff, Monsanto; Poul Henning Petersen, DAAS; Bjoern Roepke, Bayer CropScience; Manfred Roettele, BetterDecisions; Stuart Rutherford, ECPA

Fotografias:

Cedidas pelos técnicos da USDA, nossos parceiros TOPPS prowadis



DISAFA
Università degli Studi di Torino
Via Leonardo da Vinci, 44
10095 Grugliasco (Torino), Italy



ARVALIS – Institut du végétal,
3 rue Joseph et Marie Hackin,
75116 Paris, France



Institute of Environmental Protection –
National Research Institute,
Krucza str. 5/11d, 00-548 Warsaw,
Poland



Inagro vzw
Ieperseweg 87
8800 Rumbek-Beitem, Belgium



Milieux Aquatiques, Ecologie et Pollutions Equipe
Pollutions Diffuses
IRSTEA Lyon,
5 rue de la Doua, CS70077
69626 VILLEURBANNE Cedex, France



University of Córdoba (UCO),
Campus Rabanales, Dpto. Ingeniería Rural –
UCO Ed. Leonardo Da Vinci – Area de
Mecanización, E- 14014 Córdoba, Spain



Knowledge Centre for Agriculture
Agro Food Park 15
8200 Aarhus N, Denmark

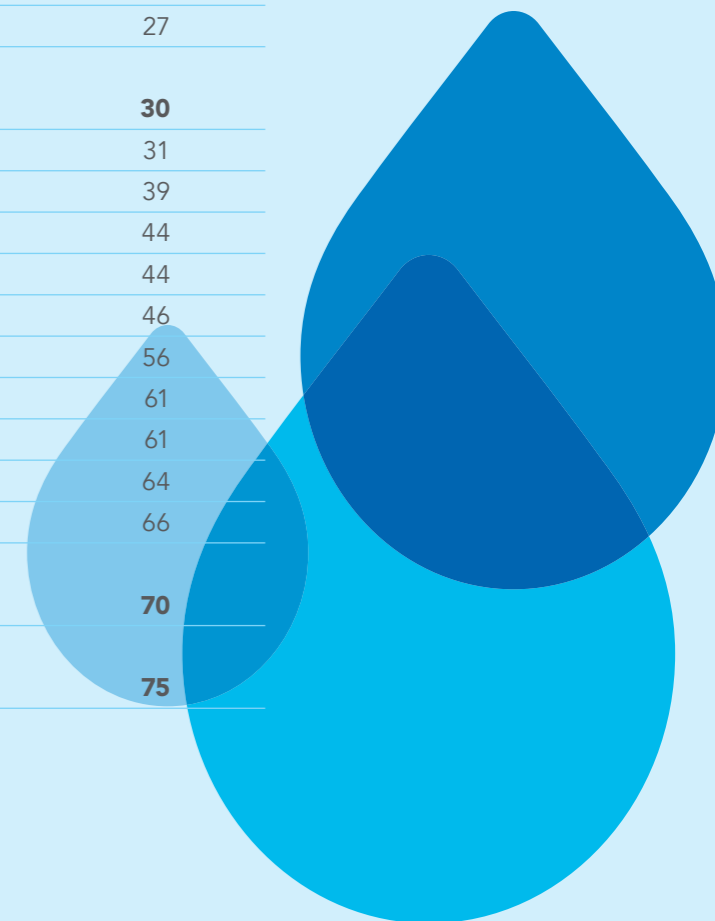


Bavarian State Research Center for Agriculture (LfL)
Vöttinger Str. 38
85354 Freising-Weihenstephan, Germany

Conteúdo

Prefácio	7
Introdução	8
Fontes de poluição da água	8
Tipos de escoamento/erosão	9
Fatores que influenciam o movimento de PF com o escoamento	11
Potencial de movimento intrínseco das substâncias ativas dos PF	11
Principais fatores gerais que determinam o risco de movimento dos PF com a água	12
Ligação às águas superficiais	12
Características do solo	12
Padrão do clima, condições climáticas	12
Forma e dimensão da encosta: fatores de agravamento	12
Cobertura do solo	12
Diagnóstico / Abordagem da auditoria	13
Diagnóstico da captação	13
Diagnóstico de campo	14
Painel de instrumentos / Árvore de decisão	15
D1: Painel de instrumentos para avaliar o risco de escoamento devido a limitações de infiltração	16
Escoamento resultante da limitação da infiltração (Painel de instrumentos 1). Cenários	17
D2: Painel de instrumentos para avaliar o risco de escoamento devido ao excesso de saturação	19
Escoamento resultante do excesso de saturação (Painel de instrumentos 2). Cenários	20
D3: Painel de instrumentos para avaliar o escoamento concentrado	21
Escoamento resultante do fluxo concentrado (Painel de instrumentos 3). Cenários	22

Boas Práticas	24
BP processo de desenvolvimento	25
Plano de implementação	25
Visão global das medidas de mitigação e exemplo de como desenvolver Boas Práticas	26
Visão global das medidas de mitigação	26
Exemplo de como desenvolver boas práticas	27
Caixa de ferramentas das medidas de mitigação	30
Gestão do solo	31
Práticas agrícolas	39
Zonas de amortecimento vegetativas	44
Considerações gerais	44
Manutenção e cuidados	46
Estruturas de retenção e dispersão	56
Utilização correta dos PF	61
Geral	61
Irrigação	64
Avaliação da eficácia das medidas de mitigação	66
Glossário	70
Bibliografia	75



PREFÁCIO

A proteção da água está no topo das preocupações públicas sobre o ambiente, e é reconhecida como um dos elementos básicos necessários para a vida no nosso planeta.

A ECPA vê a proteção da água como um dos principais pilares do seu trabalho e está ciente da necessidade de trabalhar continuamente para apoiar o uso correto de produtos fitofarmacêuticos, como parte de uma agricultura sustentável e produtiva. Assumimos, portanto, a tarefa de trabalhar em conjunto com as nossas associações nacionais e um extenso grupo de parceiros internacionais para desenvolver e dar a conhecer as medidas, recomendações e materiais de formação adequados, para garantir que todos os aspetos relevantes da proteção da água são considerados e é conseguido o maior consenso nas medidas recomendadas (referidas como Boas Práticas).

Este esforço de colaboração para construir e melhorar as ferramentas disponíveis para a proteção da água está contida nos objetivos da legislação da UE como a Diretiva de Enquadramento da Água (DEA) e a Diretiva para o Uso Sustentável dos Pesticidas (DUS). O nosso trabalho resultou no projecto TOPPS1, que integrou numerosas partes interessadas e que foi lançado em 2005 em muitos países da UE, financiado pela ECPA e, nos três primeiros anos, também pela Comissão Europeia.

Os projetos TOPPS concentraram-se inicialmente em atenuar as fontes pontuais, como as que podem ocorrer quando se lavam ou esvaziam os pulverizadores ou como resultado de derrames. A partir de 2011 estamos a tentar concentrar-nos numa tarefa mais complexa, atenuar as entradas das fontes difusas (principalmente escorrimento e deriva) para poder oferecer um amplo conjunto de recomendações de Boas Práticas para proteger a água. Referimo-nos a esta nova fase dos projetos TOPPS como TOPPS-prowadis2. Esperamos que as Boas Práticas daqui resultantes sejam usadas como base para informar, educar e formar operadores, técnicos e as várias partes interessadas de diversas formas – nas salas de aulas, no campo e através de demonstrações. A ECPA comprometeu-se a promover a implementação destas Boas Práticas.

Gostaríamos de agradecer sinceramente a todos os parceiros e especialistas pelo seu esforço e contribuições para os projetos TOPPS, tanto pelos conhecimentos técnicos que trouxeram como pela sua boa vontade de trabalhar em conjunto para obter consensos nos nossos objectivos comuns. Também esperamos, sinceramente, que estas Boas Práticas ajudem a despertar o entusiasmo que será necessário para implementar estas ideias “no terreno” bem como a criar consciência e a espalhar o conhecimento que é necessário para o uso sustentável dos produtos fitofarmacêuticos e um nível alto de proteção da água.



INTRODUÇÃO

Fontes de poluição da água

É necessário distinguir duas vias principais de entrada, de produtos fitofarmacêuticos (PF), nas águas superficiais.

Fontes pontuais

As fontes pontuais estão relacionadas com o manuseamento dos PF, principalmente na propriedade. As principais áreas de risco são a limpeza, o enchimento dos pulverizadores e a gestão dos líquidos contaminados, que resultam da limpeza e manutenção dos pulverizadores.

Fontes difusas

Os principais riscos de entrada das fontes difusas dos PF estão relacionados com o escoamento no terreno e com a erosão do solo, devido a condições meteorológicas adversas (durante ou, pouco tempo depois, da aplicação), descargas de sistemas de drenagem (uma forma específica de escoamento localizado importante) e deriva da pulverização (deposição de pequenas gotículas fora do seu alvo por causa do vento).

Os riscos mais significativos são de entrada das fontes pontuais seguidos pelo escoamento/erosão dos campos.

É preciso considerar as principais diferenças na mitigação das fontes pontuais e difusas. A mitigação das fontes pontuais é específica da propriedade, diz respeito diretamente ao comportamento dos operadores e tenta otimizar equipamento e infraestruturas para evitar erros. Todos os fatores relevantes podem ser controlados.

A poluição das fontes pontuais pode, portanto, ser grandemente evitada.

A mitigação das fontes difusas é específica do local e depende também de fatores incontroláveis como as condições meteorológicas e as suas interações com o solo e tipo de paisagem. Está ligada à área de captação da água e aos campos individuais. As medidas de mitigação frequentemente necessitam de ser implementadas a nível individual (um agricultor, escala de campo) e a nível colectivo (grupo de agricultores, escala da captação).

As entradas das fontes difusas podem ser grandemente reduzidas mas, condições meteorológicas extremas podem dar origem, pelo menos às vezes, a riscos de entrada para além das nossas capacidades de mitigação.

O desafio é calcular a necessidade de mitigação correspondente a um determinado padrão representativo do clima. Chuvas extremas (por ex. com probabilidades de ocorrer 1 vez em 50 anos) não podem ser a base para a recomendação e implementação de Boas Práticas (BP).

Tipos de escoamento/erosão

1) Escoamento por limitação da infiltração no solo

A intensidade da chuva é superior à capacidade de infiltração da água no solo. Este facto é conhecido por escoamento devido à limitação da infiltração. Um caso especial é o descongelamento do solo congelado. Aqui há uma camada impermeável (o solo congelado) ao mesmo tempo que está a ser libertado um excesso de água. Isto pode conduzir ao escoamento e à erosão.

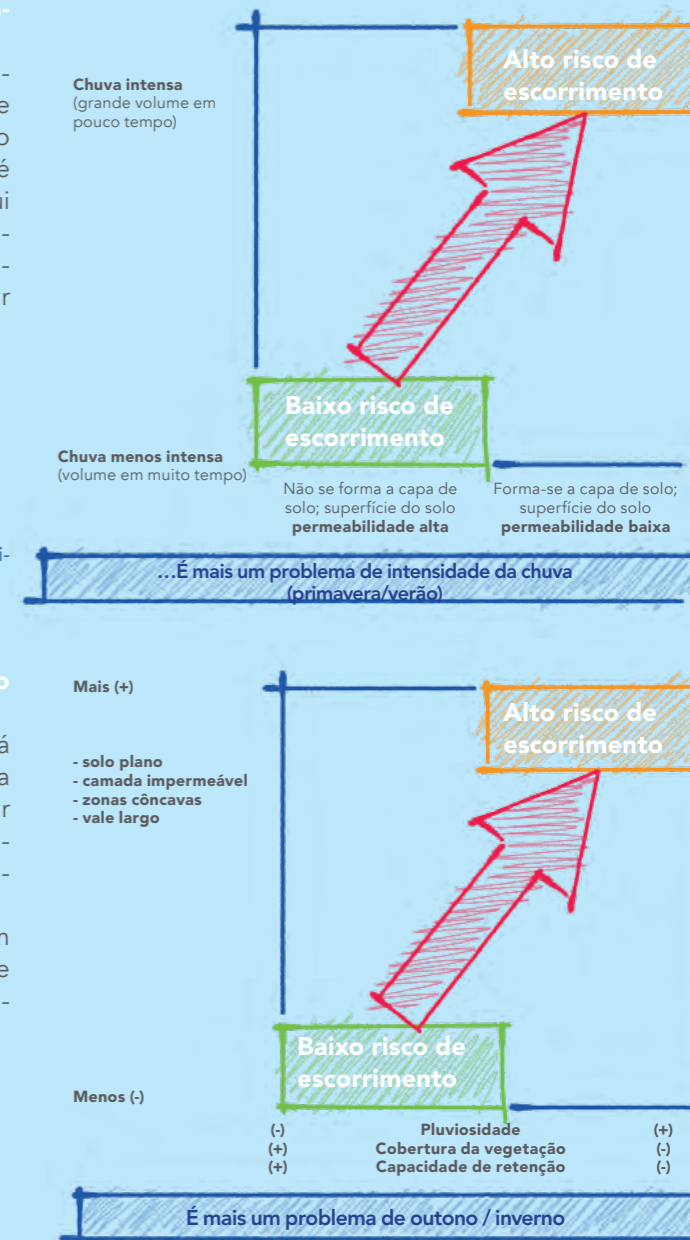
Fig. 1: Relação entre a infiltração e o risco de escoamento

2) Escoamento por saturação de água no solo

O escoamento tem lugar quando o solo está saturado de água e, portanto, mais nenhuma se pode infiltrar ou o excesso de água vai sair do solo formando poças na camada superficial ou numa camada impermeável do subsolo ("o balde está cheio").

O escoamento por saturação é mais um problema de capacidade de água do solo e ocorre se a precipitação total excede a capacidade de retenção de água no solo.

Fig. 2: relação entre a capacidade e o risco de escoamento



a) Infiltração lateral / escoamento interno

Se a água se infiltra na camada superficial do solo, numa encosta e chega a uma camada impermeável (por ex. rocha ou argila) vai deslocar-se / drenar lateralmente ao longo da encosta. Comparada com o escoamento superficial esta situação apresenta um menor risco de entrada dos PF nas águas superficiais, devido ao movimento relativamente lento da água através do solo e, portanto, um mais alto potencial para degradação e adsorção. A infiltração lateral pode, frequentemente, ser observada em margens de rios ou diretamente em locais expostos (terraços) na captação.

b) Drenagem

A drenagem artificial é um caso especial de escoamento subsuperficial. Um sistema de drenagem artificial, por canais, remove o excesso de água do solo e transporta-o, através dos coletores, até à próxima massa de água superficial (portanto, o escoamento superficial é geralmente baixo nos terrenos drenados). A água proveniente dos canais de drenagem pode conter, por vezes, quantidades significativas de PF, especialmente se estes são aplicados em solos saturados de água ou em solos drenados, que estão secos e gretados na época em que é feita a pulverização.

3) Escoamento concentrado

O escoamento concentrado tem lugar se a água se concentra em pequenas torrentes devido às estruturas relacionadas com a gestão dos campos (por ex. grandes campos, rodados ao longo das encostas, etc.) ou relacionadas com a paisagem (encostas, "talwegs", características do solo). O escoamento concentrado é, em regra, facilmente visível já que é acompanhado com frequência pela erosão, uma forma severa de grande escoamento superficial. A erosão favorece a transferência de partículas de solo com a água de escoamento, bem como de substâncias agregadas, como Fosfatos e alguns PF.

O aparecimento de sedimentos nos cantos inferiores dum campo podem ser sinais de escoamento concentrado. Ribeiros no campo são bons indicadores precoces. Estes ribeiros geralmente acumulam água mais longe em pequenos vales (talweg) e podem, então, levar a escoamentos mais severos (escoamento talweg, ou escoamento em ravina). No conjunto de medidas de mitigação estas podem ser seleccionadas de acordo com a severidade do problema.

FATORES QUE INFLUENCIAM O MOVIMENTO DOS PF COM ESCORRIMENTO

O processo de registo dos PF nos Estados Membros da UE considera o impacto potencial dos produtos fitofarmacêuticos nos organismos aquáticos e na qualidade da água. Os riscos associados à aplicação dos PF- produto são avaliados e podem resultar na recusa de homologação ou em restrições de utilização, listadas nos PF - rótulos. As restrições obrigatórias que constam dos rótulos dos produtos devem ser consideradas como uma parte essencial da complexa estratégia para reduzir a contaminação das águas superficiais, o que inclui igualmente a adoção de BP baseadas num correcto diagnóstico da captação/campo. Em situações altamente vulneráveis, identificadas durante um diagnóstico da captação/campo, pode ser necessário considerar fatores adicionais para a escolha do produto.

Movimento intrínseco potencial das substâncias ativas dos PF

Nem todos os produtos se movem da mesma maneira com a água de escoamento dos campos. Substâncias mais polarizadas são transportadas principalmente num estado de dissolução no escoamento enquanto outras mais hidrofóbicas estão sobretudo presentes num estado de adsorção e são assim transportadas em partículas erodidas do solo. As propriedades dos PF influenciam o modo e a extensão da sua transferência pela água.

Dois tipos principais de propriedades caracterizam o comportamento das substâncias ativas no solo.

a) Persistência no solo

A persistência depende da taxa de dissipação no campo e é normalmente expressa como a meia-vida (DT50), que indica o tempo necessário para a dissipação de 50% da substância ativa do PF no solo. As taxas de dissipação são influenciadas pelo teor em matéria orgânica do solo, teor de argila, pH e condições climáticas (temperatura, humidade). As substâncias ativas com uma maior persistência vão permanecer por um período mais longo em concentrações relativamente mais altas, na camada superior do solo, ficando mais disponíveis para ser transportadas pelo escoamento superficial.

b) Mobilidade no solo

O movimento dos produtos fitofarmacêuticos com o escoamento depende do seu destino e distribuição no solo, particularmente da sua adsorção e degradação. Os produtos fitofarmacêuticos que são fortemente adsorvidos só podem chegar às águas superficiais a níveis significativos se níveis altos de erosão acompanharem o escoamento, pois estão principalmente ligados ao solo pela adsorção. No outro extremo produtos fitofarmacêuticos que são fracamente adsorvidos só podem chegar às águas superficiais a níveis significativos através do escoamento, uma vez que se encontram sobretudo na água de escoamento e não estão ligados a nenhuma partícula erodida do solo. Para todos os produtos fitofarmacêuticos, no entanto, o volume que pode entrar nas águas superficiais está dependente de quanto escoamento e/ou erosão há, principalmente quando estão relacionados com a época de aplicação. Quanto mais tempo decorrer entre a aplicação e as primeiras chuvas significativas (que provoquem um grande escoamento/erosão) num local vulnerável, menor é o risco de transferência dos PF para a água de escoamento.



Medidas de mitigação visando a redução das perdas de PF para a água são também importantes para reduzir entradas de nutrientes chave, como o azoto (dissolvido na água) e fosfatos (principalmente ligados ao solo).

PRINCIPAIS FATORES GERAIS QUE DETERMINAM O RISCO DE MOVIMENTO DOS PF COM A ÁGUA

É necessário um diagnóstico cuidadoso, na captação e a nível de campo, para avaliar o risco de movimento e selecionar as medidas de mitigação mais indicadas (BP) para a situação. Os fatores listados abaixo terão de ser avaliados.

Ligação às águas superficiais

Quanto maior for a distância do campo tratado às águas superficiais, menores são os riscos de transferência dos PF com o escoamento/erosão. Não é só a distância às águas superficiais (m) que deve ser considerada, mas também a velocidade da água de escoamento, que está a abandonar o campo na direção dos cursos de água, bem como as potenciais vias de escoamento concentrado formadas no campo (por ex. estradas ou talwegs, atalhos através dos sulcos).

Características do solo

As propriedades do solo influenciam a infiltração da água e a adsorção/dissipação dos PF. A infiltração da água no solo reduz/elimina o escoamento bem como o risco de erosão na fonte. Quanto mais tempo os PF estiverem em contacto direto com o solo/micro organismos maior pode ser a sua degradação potencial e portanto a redução do risco de movimento. O movimento da água dentro do solo é geralmente muito mais lento comparado com o da superfície.

Padrões de tempo, condições climáticas

É preciso definir os padrões representativos do tempo (episódios de chuva) para se poder propor e preparar medidas de atenuação apropriadas.

Forma e dimensão da encosta: fatores agravantes

Campos com encostas íngremes e longas são mais propícios ao escoamento/erosão. Campos grandes podem necessitar de uma redução da sua dimensão através da construção, dentro do campo, de faixas de amortecimento ou diques para reduzir o risco de acumulações de água (escoamento

concentrado), que favorece a erosão. Portanto medidas de mitigação para reduzir o fluxo da água são necessárias para aumentar a infiltração da água no solo. As medidas deviam centrar-se, sobretudo, em manter o escoamento dentro do campo (atenuação do escoamento na fonte).

Cobertura do solo

Se os solos estão cobertos por vegetação o risco de escoamento/erosão é baixo (pastagens, prados). As culturas arvensas no início do seu desenvolvimento deixam o solo muito exposto à chuva. As gotas da chuva atingem o solo com toda a sua energia e provocam um maior risco de escoamento e erosão. Dependendo da textura do solo há que considerar dois efeitos importantes.

a. Especialmente em solos com um alto teor de limo, as gotas da chuva têm o efeito de compactar o solo, o que leva à formação de uma camada menos permeável (capa de solo). Esta situação dá origem a um risco grande de escoamento e erosão.

b. A energia das gotas da chuva destrói os torrões do solo, o que favorece a lavagem das partículas mais pequenas.

A cobertura do solo, especialmente quando a cultura não o cobre totalmente, pode atenuar este efeito. Técnicas de mulch deixando no solo, por ex. restos orgânicos de uma cultura intermédia, têm dado bons efeitos atenuantes. Protegem a superfície do solo de ser atingida diretamente pelas gotas de chuva e atrasam o fluxo da água, o que aumenta a capacidade de infiltração. Uma bem conhecida técnica em vinhas plantadas em encostas íngremes, onde a vegetação permanente não pode ser tolerada, devido à competição com a cultura, consiste em cobrir o solo, entre as linhas de vinha, com palha ou outros materiais orgânicos.

DIAGNÓSTICO/ABORDAGEM DA AUDITORIA

Um diagnóstico minucioso é a base para se poderem propor tratamentos atenuantes específicos e adequados. O objetivo é compreender as vias de passagem da água nos campos e nas captações para calcular os níveis de risco de escoamento/erosão.

(Nota: Esta metodologia de diagnóstico e auditoria está baseada num trabalho feito pelo Arvalis Institut du Végétal e pela IRSTEA em França e será adaptado à realidade local pelos parceiros da TOPPS prowadis. O aspeto específico será coberto nos manuais de campo preparados localmente para os técnicos agrícolas.)

Diagnóstico



Identifica as situações de escoamento para a paisagem + campo específico



Classifica as situações: nível do risco de escoamento muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto.

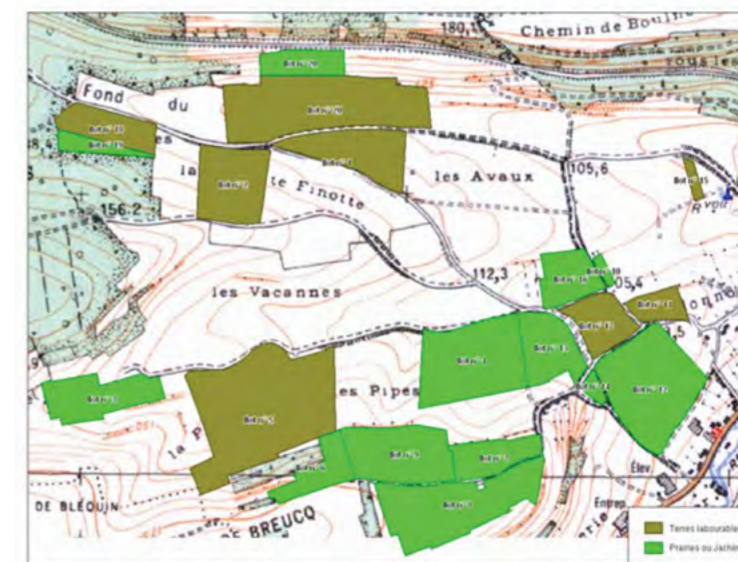


Diagnóstico da captação

O diagnóstico, a nível da captação, começa por uma recolha de toda a informação disponível (cartas de campo, cartas geológicas, cartas de solos, cartas topográficas, cartas da rede hidráulica, informação climática e informação sobre as técnicas agrícolas e a agricultura). Quanto mais informação estiver disponível menos trabalho será necessário fazer no campo. Se houver falta de informação será necessário recolhê-la no campo.

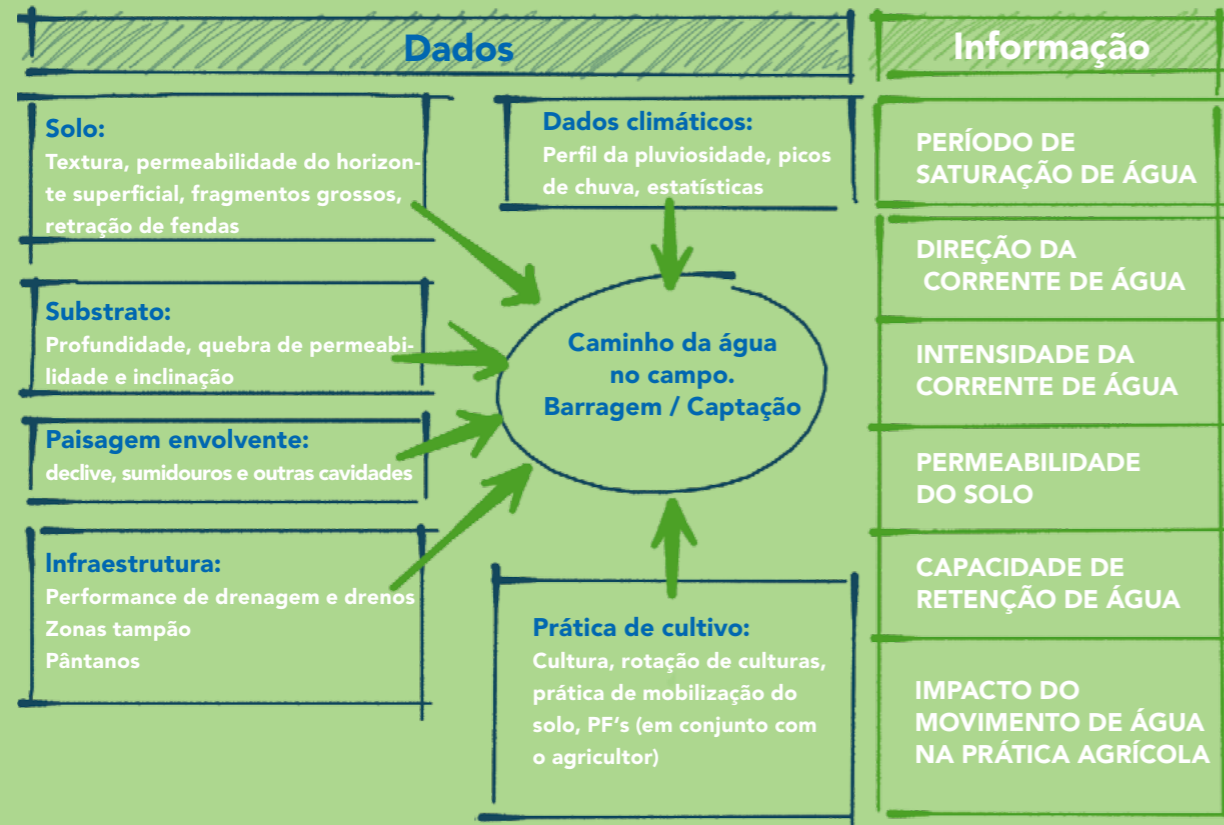
Exemplo de carta de uma captação: França

- Carta de campo e dimensão
- Rede hidráulica
- Uso agrícola (prado verde permanente)
- Topografia



Diagnóstico de campo

O diagnóstico de campo é necessário para verificar os dados disponíveis, preencher eventuais falhas e determinar, especialmente, a permeabilidade do solo de forma a poder fazer propostas para as Boas Práticas para um campo específico. A visita ao campo é necessária pois a paisagem e as propriedades do solo podem variar numa pequena distância, o que frequentemente não é refletido na informação que vem nas cartas. O esquema 3 mostra um resumo dos passos principais para efetuar o diagnóstico de campo.



Esquema 3: Dados que é preciso recolher no terreno para desenvolver a informação necessária para calcular o risco de escoamento. (Fonte: Arvalis Institut du Végétal)

Painel de instrumentos / Árvore de decisão

Os métodos de campo e as técnicas da árvore de decisão foram desenvolvidos para reduzir a complexidade e apoiar a correta tomada de decisões. Estas ferramentas devem ajudar a calcular o nível de risco de escoamento num campo específico. Dois importantes painéis de instrumentos foram desenvolvidos para determinar o nível do risco de escoamento.

Adicionalmente foi desenvolvido um painel de instrumentos para o escoamento concentrado, relacionado com as limitações de infiltração e com a saturação do solo em água (Fig. 4, 5). Se se verificarem vestígios de escoamento concentrado no campo, fica claro que é necessário implementar medidas de mitigação pois o risco de escoamento é alto. Os painéis de instrumentos destinam-se a apoiar o processo de diagnóstico no campo.

É preciso considerar três níveis de decisão para definir os níveis do risco de escoamento: risco muito baixo (verde), risco baixo (cinzento), risco médio (laranja) e risco alto (encarnado).

Os cenários são descritos para as diferentes situações que estão relacionadas com determinados níveis de risco. Estes cenários são descritos de uma forma geral neste documento e podem ter de ser adaptados à situação local (práticas agrícolas, condições climáticas e outros fatores). Dependendo da situação local o técnico agrícola irá propor medidas de atenuação listadas na CAIXA DE FERRAMENTAS DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO (ver página 30) que dizem respeito aos diferentes alvos da mitigação.

Recomenda-se que, no campo, sejam sempre usados os dois painéis de instrumentos, porque os dois tipos de escoamento podem, em princípio, ser importantes. O escoamento devido a limitações de infiltração acontece habitualmente quando chuvas de grande intensidade têm lugar na primavera e princípio de verão e o coberto vegetal é ainda escasso. O escoamento causado pela saturação do solo ocorre, sobretudo, depois de longos períodos de chuva e quando a evapotranspiração é baixa, o que acontece normalmente no inverno. Nestas situações os solos ficam saturados com água, o que, nas condições Europeias, acontece principalmente de fins do outono a princípios da primavera.

FIG. 4: DIAGNÓSTICO DO ESCORRIMENTO E EROSIÃO POR LIMITAÇÕES DA INFILTRAÇÃO (D1)

O painel de instrumentos divide-se em duas vias de decisão dependendo da escolha na primeira coluna. Para o caso especial de escoamento em terreno gelado ver as notas na descrição do cenário. (Referência: Os painéis de instrumentos são baseados na árvore de decisão da Arvalis, no quadro de consultores da Syngenta e nas contribuições de colaboradores do TOPPS).

Proximidade às Águas Superficiais	Permeabilidade da Camada Superior do Solo	Declive da Encosta	Classe de Risco e Cenário	
Campo Adjacente à massa de água	BAIXO	GRANDE (>5%)	I 7	
		MODERADO (2-5%)	I 6	
		PEQUENO (<2%)	I 5	
	MÉDIO	GRANDE (>5%)	I 4	
		MODERADO (2-5%)	I 3	
		PEQUENO (<2%)	I 2	
	ALTO	GRANDE (>5%)	I 3	
		MODERADO (2-5%)	I 2	
		PEQUENO (<2%)	I 1	
Campo não Adjacente à massa de água	SIM	Movimento do escoamento encosta abaixo até ao campo?	SIM	M 3
			NÃO	M 2
	NÃO		M 1	

Exemplo: Para a utilização do painel de instrumentos D1 - limitação da infiltração

O painel de instrumentos divide-se em duas vias de decisão dependendo da decisão na primeira coluna

- a) Campo adjacente à água
- b) Campo não adjacente à água

Cada coluna representa um nível de decisão que é preciso tomar passo a passo até chegar à classificação de risco e cenário (da esquerda para a direita)

A última coluna da direita indica uma categoria de risco (cor) e um número de cenário, M representa movimento, I representa limitação de infiltração. Os cenários numerados são descritos separadamente.

ESCORRIMENTO RESULTANTE DA LIMITAÇÃO DA INFILTRAÇÃO. CENÁRIOS (D1)

Campo adjacente à massa de água

I 7

Minimizar o risco extremo de escoamento e erosão através de todas as medidas adequadas dentro do campo, zonas de amortecimento nas bordas dos campos bem como na paisagem (zonas de amortecimento, estruturas de retenção). Combinar todas as medidas eficazes para conseguir o máximo efeito. Solo congelado: Se a permeabilidade da camada superior do solo é média e baixa, o risco adicional do solo congelado é relativamente mais baixo. Recomendam-se medidas para aumentar a capacidade de infiltração do solo, na sua camada superficial.

I 4 / I 6

Minimizar o risco de escoamento e erosão com todas as medidas viáveis no campo, zonas de amortecimento nas bordas dos campos bem como na paisagem (zonas de amortecimento, estruturas de retenção). Combinar as medidas eficazes para conseguir o máximo efeito.

I 3 / I 5

Reduzir o escoamento na fonte usando todas as medidas adequadas no campo. Além disso, implementar zonas de amortecimento (no campo e nas bordas dos campos) ou medidas adequadas a nível da paisagem (por ex. zona de amortecimento de talweg, estruturas de retenção), especialmente para campos com culturas de primavera ou quando as medidas no campo não são viáveis.

I 2

Solo congelado: estas 3 situações (I1, I2, I3) devem ser consideradas de alto risco. O solo congelado deve ser visto como uma importante barreira à infiltração especialmente durante o período em que a neve está a derreter. Reduzir a dimensão da encosta (por ex. fazendo culturas em linha, criando zonas de amortecimento no campo/sebes). Recomendações básicas para prevenir o escoamento e construir zonas de amortecimento.

M 3

Reduzir o escoamento na fonte usando todas as medidas adequadas no campo. Se isto não for possível considerar a criação de zonas de amortecimento (nas bordas do campo, no campo)

M 2

Parar o escoamento na fonte usando todas as medidas no campo e/ou zonas de amortecimento nas bordas dos campos ou, se o dono do terreno aceitar, assegurar que a água se infiltra nas parcelas situadas mais abaixo, tomando as medidas adequadas (zonas de amortecimento, estruturas de retenção). Caso haja grandes escoamentos pará-los na fonte para evitar movimento para as parcelas mais abaixo (proteção das águas subterrâneas).

I 1 / M 1

Solo congelado: criar zonas de amortecimento (sebes, florestas) e/ou zonas húmidas ao longo da encosta ou dos cursos de água.

FIG. 5: PAINEL DE INSTRUMENTOS PARA AVALIAR O RISCO DE ESCORRIMENTO DEVIDO AO EXCESSO DE SATURAÇÃO (D2)

Proximidade às Águas Superficiais	Status da Drenagem	Posição Topográfica	Permeabilidade do Subsolo	CRA*	Classe de Risco e Cenário	
Campo Adjacente à massa de água	Não é Drenado Artificialmente	Base da encosta (côncava) / Base do vale (ver cenário A)	Calo da lavoura + Quebra da Permeabilidade	TODAS CRA	S 4	
			Calo da lavoura OU Quebra da Permeabilidade	<120 mm	S 4	
				>120 mm	S 3	
			>120 mm	S 3		
			>120 mm	S 2		
			>120 mm	S 2		
	Drenado Artificialmente	Encosta acima / Encosta contínua	Calo da lavoura + Quebra da Permeabilidade	TODAS CRA	S 4	
			Calo da lavoura OU Quebra da Permeabilidade	>120 mm	S 3	
				>120 mm	S 2	
			>120 mm	S 2		
			>120 mm	S 1		
			>120 mm	S 1		
Drenado Artificialmente	Todas as posições	Calo da lavoura + Quebra da Permeabilidade	TODAS CRA	SD 3		
		Calo da lavoura OU Quebra da Permeabilidade	>120 mm	SD 3		
			>120 mm	SD 2		
		>120 mm	SD 2			
		>120 mm	SD 2			
		>120 mm	SD 1			
Campo não Adjacente à massa de água	Todos os solos: Se drenados ver também CC – Conselhos de Cenário	Movimento do escoamento para campo mais abaixo?	SIM	O escoamento atinge a massa de água?	SIM	M 3
					NÃO	M 2
				NÃO	M 1	

* CRA = Capacidade de Retenção da Água

Exemplo: para usar o painel de instrumentos D2 – excesso de saturação

O painel de instrumentos divide-se em duas vias de decisão dependendo da decisão na primeira coluna.

- a) Campo adjacente à água
- b) Campo não adjacente à água

Cada coluna representa um nível de decisão que necessita de ser tomado passo a passo, para se chegar à classificação do risco e cenário (da esquerda para a direita).

A última coluna da direita indica uma categoria de risco (cor) e um número de um cenário.

M representa movimento, S representa excesso de saturação. Os cenários numerados são descritos separadamente.

(No manual de diagnóstico de campo são apresentadas instruções em como estimar a textura do solo no campo, a capacidade de retenção de água e os sintomas de limitações da permeabilidade).

ESCORRIMENTO CAUSADO POR LIMITAÇÕES DE INFILTRAÇÃO (D1) CENÁRIOS

Campo adjacente à massa de água

S 4

Minimizar o risco extremo de escoamento e erosão através de todas as medidas adequadas no campo, zonas de amortecimento na borda dos campos bem como na paisagem (zonas de amortecimento, estruturas de retenção). Combinar todas as medidas eficazes para conseguir o máximo efeito.

Solo congelado: Se a permeabilidade da camada superior do solo é média e baixa, o risco adicional do solo congelado é relativamente mais baixo. Recomendam-se medidas para aumentar a capacidade de infiltração do solo, na sua camada superficial.

S 3 / SD 3*

Minimizar o risco de escoamento e erosão com todas as medidas viáveis no campo, zonas de amortecimento nas bordas dos campos bem como na paisagem (zonas de amortecimento, estruturas de retenção). Combinar todas as medidas eficazes para conseguir o máximo efeito.

S 2 / SD 2*

Reduzir o escoamento na fonte usando todas as medidas adequadas no campo. Além disso, implementar zonas de amortecimento (no campo e nas bordas dos campos) ou medidas adequadas a nível da paisagem (por ex. zonas de amortecimento de talweg, estruturas de retenção), especialmente para campos com culturas de primavera ou quando as medidas no campo não são viáveis.

S 1 / SD 1*

Solo congelado: estas 3 situações (I1, I2, I3) devem ser consideradas de alto risco. O solo congelado deve ser visto como uma importante barreira à infiltração, especialmente durante o período em que a neve está a derreter. Reduzir a dimensão da encosta (por ex. fazendo culturas em linha, criando zonas de amortecimento no campo/sebes). Recomendações básicas para prevenir o escoamento e construir barreiras.

M 3

Reduzir o escoamento na fonte usando todas as medidas adequadas no campo. Se isto não for possível considerar a criação de zonas de amortecimento (nas bordas do campo, no campo).

M 2

Parar o escoamento na fonte usando todas as medidas no campo e/ou barreiras de amortecimento nas bordas dos campos ou, se o dono do terreno aceitar, assegurar que a água se infiltra nas parcelas situadas mais abaixo, tomando todas as medidas adequadas (zonas de amortecimento, estruturas de retenção). Caso haja grandes escoamentos pará-los na fonte para evitar transferência para as parcelas mais abaixo (protecção das águas subterrâneas). Solo congelado: criar zonas de amortecimento (sebes, florestas) e/ou zonas húmidas ao longo da encosta ou dos cursos de água.

M 1

Manter as boas práticas agrícolas, no campo, para minimizar o escoamento e a erosão.



FIG. 6: DIAGNÓSTICO DO ESCORRIMENTO CONCENTRADO E EROSÃO (D3)

		Classe de Risco & Cenário		
O esco­rrimento não é gerado no campo avaliado	O esco­rrimento vem de uma área acima da captação	C 1		
O esco­rrimento é gerado no campo avaliado	O esco­rrimento concentra-se nos rodados dos tratores	C 2		
	O esco­rrimento concentra-se nos cantos	C 3		
	O esco­rrimento concentra-se na área de acesso ao campo	C 4		
	O esco­rrimento está moderadamente concentrado nos ribeiros	Sem solos hidromórficos	C 5	
		Solos hidromórficos	C 6	
	O esco­rrimento está moderadamente concentrado no talweg	Sem solos hidromórficos	C 7	
		Solos hidromórficos	C 8	
	O esco­rrimento está fortemente concentrado	As ravinas não estão no talweg		C 9
		As ravinas estão no talweg	Solo muito permeável na zona de amortecimento	C 10
			Solo pouco permeável na zona de amortecimento	C 11

Se uma linha de água é visível no campo, o risco de esco­rrimento é alto e é necessário tomar medidas de atenuantes.

A avaliação pelo painel de instrumentos começa por decidir se o esco­rrimento observado é formado no campo que está a ser estudado, ou não e pela classificação seguinte, de acordo com a forma do esco­rrimento concentrado observado.

Observações dos métodos de atenuação existentes e da sua eficácia conduzem às propostas das medidas consideradas, se estas poderem ajudar a evitar o esco­rrimento.

O esco­rrimento concentrado é frequentemente associado com a erosão, que é uma das questões críticas na agricultura global.

ESCORRIMENTO PARA UMA LINHA DE ÁGUA (D 3): BOAS PRÁTICAS PARA A MITIGAÇÃO DO RISCO

A presença no campo de linhas de água identifica um grande risco de movimento de produtos fitofarmacêuticos, portanto é necessária a utilização de medidas adequadas de mitigação. Estas podem ser por exemplo: mobilização reduzida, mobilização seguindo as linhas de nível, estabelecer culturas em linhas, criar zonas de amortecimento no talweg bem como sebes/zonas florestais, construir valas reforçadas, drenos, e zonas húmidas/charcos artificiais.

Em especial, é necessário levar a cabo ações adequadas ao tipo de escoamento.

C 1

Prevenir o aparecimento do escoamento concentrado na fonte, a uma cota superior, na captação. Fazer uma avaliação do risco de escoamento, no campo onde este se forma. Construir zonas de amortecimento e estruturas de retenção para interceder qualquer escoamento concentrado para baixo.

C 2

Gerir os rodados de forma que fiquem transversais à orientação da encosta. Fazer sementeiras duplas nas cabeceiras dos campos. Aumentar as cabeceiras.

C 3

Se o solo não for hidromórfico: estabelecer zonas de amortecimento vegetadas nos cantos dos campos. Se o solo for hidromórfico: construir diques nas bordas dos campos e lagoas de retenção.

C 4

Reduzir a compactação do solo e construir zonas de amortecimento nas áreas de acesso ao campo para aumentar a capacidade de infiltração do solo.

C 5

Construir ou aumentar as zonas de amortecimento nas bordas dos campos, construir estruturas de retenção (faxinas, sebes naturais/artificiais), dividir o campo com zonas de amortecimento pela encosta acima.

C 6

Construir zonas de amortecimento largas nas bordas dos campos (prados húmidos) e/ou zonas húmidas. Dividir o campo com zonas de amortecimento pela encosta acima.

C 7

Fazer a dupla sementeira e criar/aumentar zonas de amortecimento vegetadas nos talwegs (no fundo dos campos) ou valas com vegetação. Construir estruturas de retenção (lagoas de retenção e zonas húmidas). Reduzir a dimensão da encosta, para cima, onde se inicia a concentração do escoamento, estabelecendo culturas em linhas e montando zonas de amortecimento nos campos.

C 8

Aumentar a capacidade de infiltração do solo através da mobilização reduzida e de medidas para reduzir a velocidade da água. Montar zonas de amortecimento de talweg, estruturas de retenção e prados húmidos.

C 9

Fechar linhas de água, construir/aumentar zonas de amortecimento vegetadas, praticar a sementeira dupla, construir estruturas de retenção com faxinas e zonas de amortecimento de sebes. Diminuir as dimensões do campo através da construção de zonas de amortecimento dentro do campo. Avaliar terrenos a montante e, eventualmente, implementar medidas de atenuação. Rever as práticas agrícolas praticadas e considerar outro uso para a terra.

C 10

Fechar ravinas, montar ou aumentar as zonas de amortecimento nos talwegs, abrir valas cobertas de vegetação ou lagoas de retenção. Diminuir as dimensões do campo através da construção de zonas de amortecimento dentro do campo. Avaliar terrenos mais acima e construir aí medidas de atenuação.

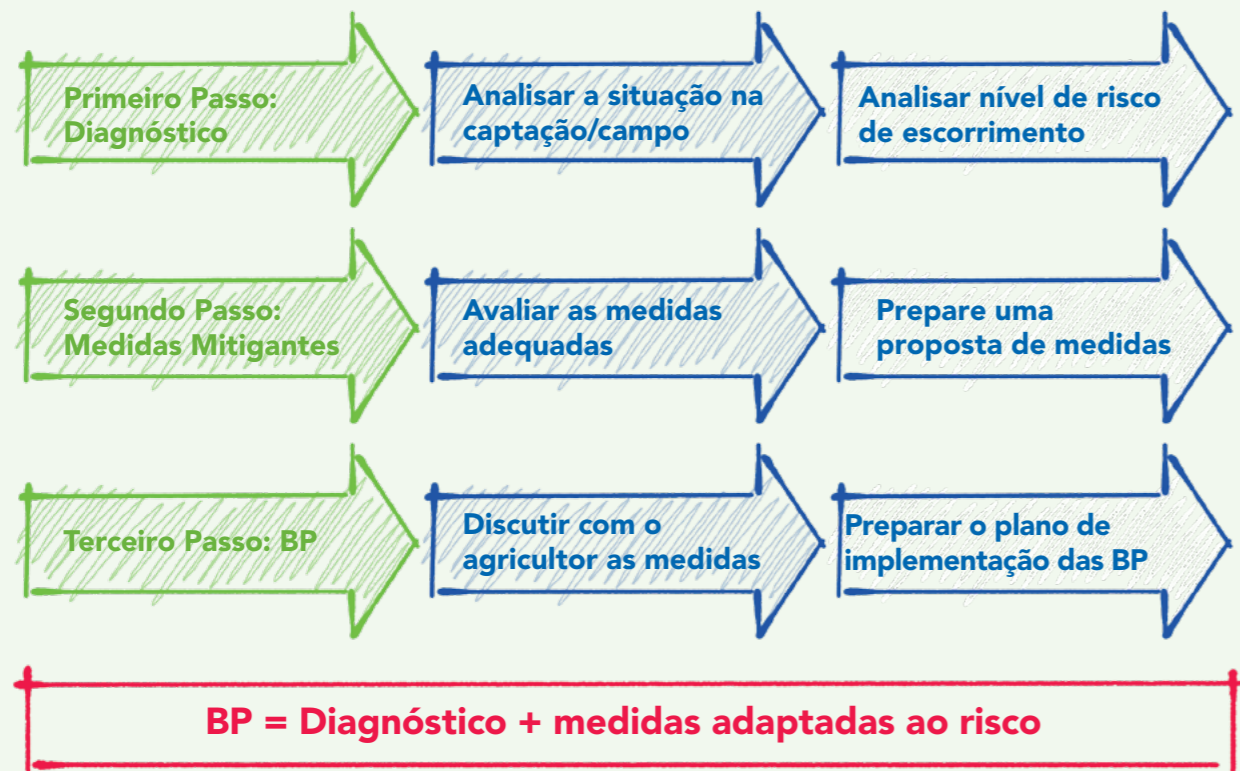
C 11

Fechar ravinas, montar ou aumentar as zonas de amortecimento nos talwegs (por exemplo, prados húmidos), estabelecer zonas húmidas ou construir lagoas de retenção. Construir faxinas para dispersar a água e reduzir a velocidade de escoamento.



BOAS PRÁTICAS (BP)

A mitigação do escoamento é complexa e generalizar as recomendações é difícil, pois é preciso considerar muitos fatores que a influenciam. Por esse motivo propomos um conceito que envolve ativamente o técnico local para otimizar o conjunto de diferentes medidas necessárias para atenuar o escoamento.



Plano de implementação

Quando o diagnóstico/avaliação está completo o risco de escoamento na captação e nos campos deve ser mapeado. As medidas de mitigação adequadas ao contexto captação - agricultura específica (orientação da principal produção, práticas agrícolas) têm de ser escolhidas, As medidas de mitigação têm de ser discutidas com os agricultores na captação e, individualmente, para campos específicos. As opções de financiamento para medidas que requeiram investimentos em infraestruturas devem ser investigadas.

A comunicação sobre as medidas pode ser tornada mais compreensível e visível se for mostrada em mapas (por ex. zonas de amortecimento em linhas, estruturas de retenção, medidas de mitigação já existentes, transferências de água nas captações, etc.) No final deve ser acordado um plano concreto entre o agricultor e o técnico, onde estarão descritas as medidas a serem implementadas. (Fig. 7 e 8).



Exemplo de várias medidas de mitigação implementadas

- Zona de amortecimento ribeirinha em faixa (Estruturas em madeira e ervas)
- Zonas húmidas para manter a água na captação
- Faixas de filtração no campo para evitar o escoamento na fonte
- Quebra ventos para atenuar a erosão eólica



Exemplo: Mapa da captação para Fontaine du Theil, Bretanha, França (Fonte: IRSTEA)

- Setas azuis: o fluxo da água na captação
- Azul: rios pequenos/massas de água
- Verde: prados e pastagens permanentes existentes
- Mapa de campo, topografia
- A vermelho: proposta de zonas de amortecimento a implementar

VISÃO GLOBAL DAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E EXEMPLO DE COMO DESENVOLVER BOAS PRÁTICAS

Visão global das medidas de mitigação

Maneio do solo

- Reduzir a intensidade das mobilizações
- Gerir os rodados
- Preparar camas de semente irregulares
- Construir diques dentro dos terrenos
- Gerir a compactação superficial do solo
- Gerir a compactação do subsolo
- Lavar/gradar ao longo das curvas de nível
- Aumentar o teor em matéria orgânica

Práticas culturais

- Usar a rotação de culturas
- Fazer a cultura em linhas
- Aumentar as cabeceiras dos terrenos
- Usar culturas anuais de cobertura
- Usar culturas perenes de cobertura
- Praticar a dupla sementeira

Zonas de amortecimento vegetadas

- Usar zonas de amortecimento dentro dos campos
- Construir zonas de amortecimento de talweg
- Usar zonas de amortecimento ribeirinhas
- Usar zonas de amortecimento nas bordas dos campos
- Gerir as áreas de acesso ao campo
- Plantar sebes
- Plantar/manter bosques

Estruturas de retenção

- Usar diques nas bordas dos campos
- Construir valas cobertas de vegetação
- Estabelecer terrenos húmidos/ lagoas
- Construir faxinas

Adaptar a utilização de produtos fitofarmacêuticos e fertilizantes

- Adaptar a época de aplicação
- Otimizar o calendário sazonal
- Adaptar os produtos e a escolha da dose

Irrigação otimizada

- Adaptar a técnica de irrigação
- Otimizar a época e o grau da irrigação

Exemplo: como desenvolver as Boas Práticas

A eficácia das medidas não pode, geralmente, ser estimada e depende grandemente das situações específicas numa captação e num campo. Em princípio a água deve ser mantida, o mais possível, no campo onde aparece e este princípio determina a escolha das medidas.

Uma estratégia consistente de atenuação precisa de selecionar as medidas de acordo com os riscos identificados no processo de diagnóstico. Em situações de baixo risco podem ser necessárias algumas medidas, quando o risco é alto provavelmente terão de ser aplicadas todas as medidas de atenuação. É preciso também considerar que medidas combinadas podem apresentar sinergias na mitigação (por exemplo cobertura do solo e práticas culturais). Estes efeitos não são fáceis de estimar mas o conhecimento local pode avaliar as interações possíveis.

Boas Práticas devem ser desenvolvidas em conjunto com o agricultor e o técnico baseadas no diagnóstico de campo e na situação específica. As figuras. (7, 8) que se seguem, mostram um exemplo de como as medidas podem ser selecionadas de forma a apresentar, para uma situação específica, recomendações adaptadas ao risco, nas Boas Práticas. Como resultado do desenvolvimento das BP, as medidas discutidas e aprovadas devem ser documentadas num relatório, para permitir a monitorização do seu sucesso.

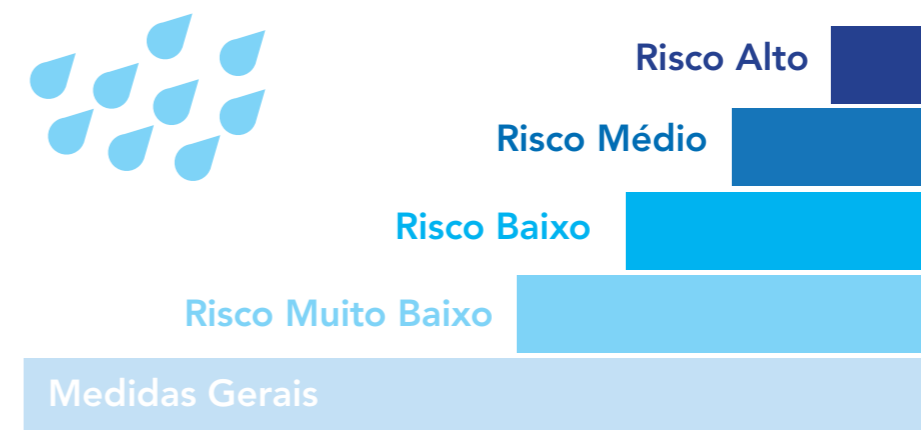


Fig. 7: Conceito visual de como construir BP adaptadas ao risco, através da seleção de medidas de mitigação apropriadas.

Fig. 8: Exemplo para definir BP relacionadas com o risco estimado de escoamento estimado e a eficiência das medidas.

Natureza das Medidas	Medidas Gerais	Medidas de mitigação de muito baixo risco	Medidas de mitigação de baixo risco	Medidas de risco médio	Medidas de alto risco
Maneio do Solo	Gerir a compactação do solo Gerir a compactação do subsolo Aumentar o teor em matéria orgânica	Preparar camas de sementeira irregulares	Gerir os rodados Cultivar seguindo as curvas de nível	Usar diques dentro dos campos Reduzir a intensidade da mobilização	Plantar as culturas em linhas
Práticas culturais	Usar rotações culturais (culturas de primavera/inverno)	Usar culturas de cobertura Aumentar a cobertura do solo com materiais orgânicos	Plantar uma cultura de cobertura resistente	Aumentar as cabeceiras dos terrenos Fazer sementeira dupla nos locais de maior risco	Construir barreiras de talweg
Zonas de amortecimento com vegetação		Gerir as áreas de acesso ao campo Usar zonas de amortecimento ribeirinhas		Usar zonas de amortecimento nas bordas dos campos Reduzir a dimensão do campo montando zonas de amortecimento dentro do campo	Construir sebes/zonas de amortecimento constituídas por bosques
Estruturas de retenção				Usar diques nas bordas dos campos	Construir faxinas Construir valas vegetadas Estabelecer zonas húmidas/lagoas artificiais
Uso adaptado de PF			Adaptar a época de aplicação	Adaptar a escolha e a dose dos produtos	
Irrigação otimizada					

O baixo risco obriga à Implementação de poucas medidas; o alto risco obriga à Implementação da maioria das medidas propostas.

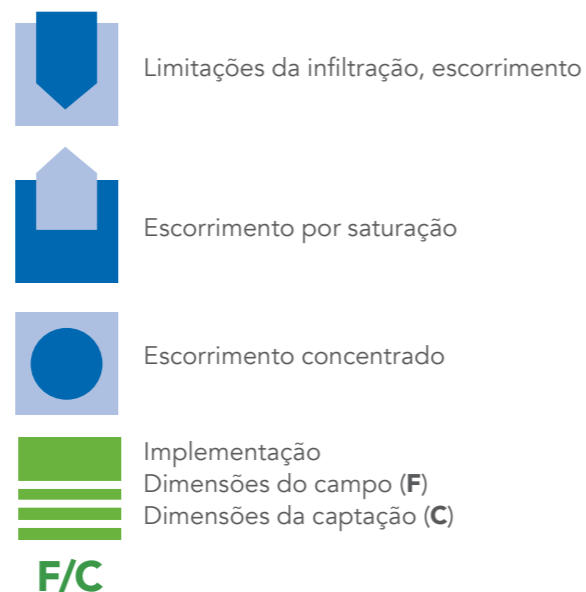
CAIXA DE FERRAMENTAS DAS MEDIDAS MITIGANTES

Neste documento apresentam-se as medidas mitigantes por categorias:

Maneio do Solo
Práticas culturais
Faixas de amortecimento vegetadas
Estruturas de retenção e dispersão
Uso correcto de PF
Irrigação

Antes de se proporem/adoptarem medidas de mitigação verificar sempre se são apropriadas para a protecção da cultura e para o sistema de mobilização praticado por um agricultor. Modificações do sistema de mobilização ou das práticas culturais devem levar em conta todas as questões que podem surgir: solo, clima, materiais, tecnologia, infestantes, insetos, rendimento das culturas e fatores comerciais.

Para ajudar a seleccionar medidas adequadas, a eficiência de cada medida deve ser avaliada no que diz respeito a:



A sua eficiência foi definida considerando a informação disponível e um „parecer técnico/avaliação“. Foi definida com um código de cor:



Maneio do solo

O maneio do solo tem influência na capacidade de infiltração da água no solo. Os principais elementos que aumentam a capacidade de infiltração incluem:

- Romper as compactações do solo (superfície do solo e sub-solo)
- Aumentar a porosidade do solo (poros de retenção de água, agregação das partículas do solo)

O objetivo destas medidas é manter a água no terreno e evitar o escoamento na fonte.

1. Reduzir a intensidade das mobilizações

O que fazer

A redução da mobilização do solo conduz a uma melhoria da continuidade da porosidade na superfície do solo e portanto aumenta a infiltração da água. A mobilização reduzida também aumenta a quantidade dos restos da cultura anterior que ficam no solo, o que abranda a velocidade da água superficial e reduz o efeito das gotas de chuva nas partes descobertas do solo (formação da capa de solo). Aumenta, igualmente, a atividade biológica na camada superficial do solo. O facto de dar origem a um maior número de minhocas (macro poros do solo) e de elevar a atividade microbiana (agregados estáveis) tem uma influência positiva na infiltração de água. A calagem tem também um impacto positivo na estrutura do solo bem como no pH. É, portanto, necessário mobilizar menos o solo no início da época de crescimento da cultura seguinte.

A mobilização reduzida em conjunto com as rotações culturais e o estabelecimento de culturas de cobertura são as 3 principais práticas culturais na agricultura de conservação. Em situações onde a mobilização reduzida possa ser difícil ou impossível, outras medidas que ajudem a reduzir a compactação do solo podem vir a ser necessárias. A passagem das máquinas no campo deve ser reduzida ao mínimo para evitar, o mais possível, a compactação. Um diagnóstico do solo e da captação ajuda a escolher as medidas de maneio adequadas para solos sensíveis.



Como fazer

A redução da intensidade da mobilização pode ser entendida de três formas diferentes:

- Mudar o sistema de mobilização: mudar da lavoura para a mobilização reduzida ou não mobilização.
- Reduzir a energia das máquinas/alfaías a trabalhar o solo.
- Reduzir o número de passagens
- Reduzir a velocidade dos tractores
- Substituir as alfaías ligadas à tomada de força (TDF) do tractor por alfaías não ligadas à TDF.

Limitações

Em solos argilosos pode ser necessária realizar alguma mobilização ligeira para reduzir as fendas do solo, formadas no verão, bem como para evitar a compactação do solo. No caso de solos argilosos dilatados, a não mobilização pode resultar em ainda menores capacidade de infiltração. Em campos com um sistema de drenagem artificial é necessário realizar algum tipo de mobilização para reduzir o fluxo preferencial de água através da camada superficial do solo, em direção aos canais de drenagem, através dos macro poros e fendas formadas, no verão, durante a secagem do solo. Quando se introduz a não mobilização é preciso considerar as questões técnicas e económicas (tempo e custo). Como a mobilização do solo modifica muitos parâmetros qualquer alteração na forma como as culturas estão estabelecidas deve ser acompanhada por outras modificações, estudadas para otimizar o sistema cultural.

Eficiência

Numerosos estudos mostram que leva tempo para as modificações na mobilização terem um impacto significativo no movimento e armazenamento da água no solo. Podem ser necessários 3 a 5 anos de mobilização mínima ou não mobilização para o sistema atingir a totalidade dos seus efeitos positivos na água do solo. A eficácia da adaptação da mobilização para atenuar o escoamento/erosão é grande, se os riscos forem causados principalmente por um deficiente manejo do solo (por ex. formação de capas de solo). Um melhor manejo do solo pode reduzir o escoamento em cerca de 50% e a erosão em cerca de 90%.

A prática da mobilização reduzida tende a ter menores níveis de mineralização de azoto ligado organicamente mas o aumento da taxa de desnitrificação é mais significativo. Portanto, a transferência de azoto pode ser ligeiramente reduzida. A menor perturbação do solo aumenta a sua biodiversidade e dá origem a uma menor necessidade de potência de trator por área (poupança de energia).



Solo de argila com fendas

2. Preparar camas de sementes irregulares

O que fazer

Estudos efetuados mostram que camas de sementes irregulares, com torrões, podem atrasar o fluxo da água de escoamento e aumentar a infiltração. Os torrões do solo funcionam como pequenas barreiras e aumentam a infiltração da água no solo. Os torrões também impedem o “efeito de salpico” das gotas da chuva que podem quebrar os pequenos torrões de limo e reduzir a capacidade de infiltração da superfície do solo (formação de capa de solo).

Como fazer

Reduzir a mobilização ao mínimo quando se está a preparar a cama da semente. Assim os agregados grosseiros são preservados. Não passar o rolo depois de feitos os buracos para as sementes.



Torrões atrasam a velocidade do escoamento



Quando se está a proceder à lavoura manter o maior número de torrões possível, particularmente se se estiver a usar maquinaria para a preparação da cama da semente, ligada à tomada de força do trator.

Se se usarem máquinas ligadas à tomada de força a velocidade de rotação da peça deve ser o mais baixa possível mas a velocidade do trator deve ser a maior possível.

Em solos limosos o ideal é usar um cultivador para evitar preparar uma cama de semente fina.

Eficiência

A irregularidade da superfície do solo tem um significativo efeito atenuante por atrasar a velocidade da água e aumentar a infiltração.

3. Evitar a compactação da superfície do solo (formação de camadas impermeáveis, crostas de solo)

O que fazer

Depois das chuvas, principalmente solos com um alto teor de limo (> 30%) são propícios à formação de camadas impermeáveis (também chamadas crostas). As crostas de solo reduzem a capacidade de infiltração e portanto representam uma situação de alto risco para o escoamento e erosão.



Evitar a compactação da superfície do solo

Como fazer

Geralmente, a manutenção de um teor alto de matéria orgânica, na camada superior do solo, aumenta a agregação e reduz, portanto, a tendência do solo a formar crostas. Um teor alto de restos de plantas, à superfície do solo, reduz a erosão dos agregados de solo provocada pelos salpicos da chuva e portanto e, portanto, também reduz a formação de crostas. Sistemas de não mobilização e de mobilização reduzida podem ser usados para reduzir estes dois processos no solo. Se a formação de crostas ou de camadas impermeáveis não puder ser evitada estas têm de ser destruídas mecanicamente.

Para quebrar a camada impermeável de solo podem-se utilizar grades ou enxadas. Isto deve ser feito:

- Quando o solo não está demasiado húmido;
- Usando pneus de baixa pressão ou reduzindo a pressão dos pneus;
- Num estágio de crescimento inicial dos cereais de inverno;
- Em milho ou beterraba açucareira (máximo de 8 a 10 folhas);
- Cavar com a enxada assim que se começar a formar a camada impermeável do solo (partir a crosta).

A lavra no restolho deve ser feita o mais cedo possível depois da colheita e, se o período da cultura intermédia for longo, plantar sobre as culturas.

Eficiência

Evitar a compactação superficial nos campos é uma medida de atenuação eficiente para reduzir o escoamento e a erosão devido à melhor infiltração da água. Estudos feitos, por exemplo, em França (Epreville-en-Roumois, 27, entre 2000 to 2001, Chambre d'Agriculture de l'Eure) mostraram que o escoamento foi 13 vezes menor num campo em que se lavrou sobre o restolho do que quando esta técnica não foi usada.



4. Evitar a compactação

O que fazer

A compactação do subsolo (por ex. o calo da lavra) pode ser uma barreira à infiltração da água e uma razão para o escoamento subsuperficial (infiltração lateral ou escoamento por saturação). A compactação do solo vê-se melhor no inverno, verificando quais os campos onde se podem observar zonas com água parada. Para seleccionar as medidas mais efetivas para a atenuação é necessário fazer um diagnóstico cuidadoso.

Como fazer

Evitar lavar ou colher quando o solo está demasiado húmido, especialmente depois de uma colheita tardia das culturas, por ex. beterraba açucareira, milho ou outras.



Fazer a colheita quando o solo está demasiado húmido pode provocar a sua compactação.



Usar pneus de baixa pressão ou rodados duplos para reduzir a compactação do solo ao mínimo. A compactação subsuperficial pode ser quebrada mecanicamente (por ex. ripando) ou plantando plantas com raízes verticais (por ex. colza, ver quais as recomendações locais).

Eficiência

A eficiência depende de quanto pode ser aumentada a capacidade de infiltração do solo.

5. Gerir/orientar rodados

O que fazer

Os rodados são áreas, do campo, onde não há cultura por onde o trator passa para pulverizar e fertilizar a cultura. Estes caminhos estão adaptados à dimensão da máquina, para garantir uma aplicação precisa. Durante a estação as máquinas irão passar, várias vezes o que pode dar origem à compactação do solo. Se os rodados estiverem orientadas na direção da encosta funcionam como canais para escoamento de água e erosão do solo.

Se se observar com frequência água nos rodados, (por ex. no Inverno), isso é indicação de problemas com a compactação (infiltração reduzida). O Controlo do Trânsito na Propriedade (CTP) pretende reduzir o tráfego aleatório nos campos por rodados que são usados por vários anos. Isto pode ser vantajoso, no que diz respeito à precisão dos trabalhos de campo mas, se este estiver numa zona de risco



de escoamento, estes rodados compactados, se não estiverem corretamente localizados, podem ser apenas canais para a água e erosão.

Como fazer

- Evitar a preparação da cama da semente quando o solo estiver demasiado húmido. Evitar lavar e fazer a colheita quando o solo está demasiado húmido, especialmente depois de uma colheita tardia de culturas como por ex. a beterraba açucareira, o milho ou outras;
- Reduzir a pressão dos pneus ou usar máquinas com pneus de baixa pressão/pneus duplos;
- Os rodados devem, se possível, atravessar a encosta (evitar o efeito canal). Isto pode ser difícil de conseguir se o declive, no campo, tiver mais de uma direção ou se por causa dele houver risco das máquinas se virarem;
- O solo compactado dos rodados pode ser quebrado mecanicamente por uns acessórios que se ligam às máquinas, assegurando uma cobertura vegetal ou criando diques que diminuam a velocidade das águas. Isto torna, também, a superfície dos rodados mais rugosa, faz abrandar o fluxo da água e aumenta a sua infiltração;
- Se possível alternar a orientação dos rodados depois de cada estação cultural (reduz a compactação das zonas mais críticas).

Eficiência

Em áreas inclinadas e em campos que se encontram perto de águas superficiais a gestão correcta dos rodados é uma medida eficaz para atenuar o escoamento/erosão.

6. Construir diques dentro dos terrenos (diques a contornar)

O que fazer

Um dique é uma barreira/pequena represa que retém a água no campo e abranda o seu escoamento com o objetivo de permitir uma maior infiltração.

Como fazer

Os diques devem ser projetados para reter a água do escoamento e dar-lhe mais tempo para se infiltrar. Normalmente atuam em campos com pequenas inclinações porque o volume e a pressão da água não podem ser tão grandes que destruam os diques.

- Dentro do campo os diques devem ser construídos transversalmente à encosta/seguindo as curvas de nível;
- Diques entre as cristas.

Nas culturas em linhas, como as batatas, os diques entre as cristas têm tido bons resultados na atenuação do escoamento. Existem máquinas especiais que fazem estes diques quando estão a preparar/manter as cristas. Os diques são especialmente importantes quando a cultura ainda não cobre totalmente a superfície do solo.

Eficiência

Os diques são medidas eficazes se a encosta do campo não for demasiado íngreme. É necessário adaptar a distância e a altura dos diques ao volume de água esperado na vala.



7. Efetuar os manejos culturais ao longo das curvas de nível



Efetuar os manejos culturais ao longo das curvas de nível é uma prática cultural que ainda é mais comum na América do Norte do que na Europa. A principal razão porque esta prática é raramente usada na Europa deve-se, possivelmente, à menor dimensão dos campos, o que restringe a implementação de uma técnica deste tipo. Realizar os manejos culturais ao longo das curvas de nível significa que estes seguem as curvas de nível no campo, para redirecionar a água que vem de cima. Isto cria uma superfície rugosa que atua como se fosse formada por pequenos diques para fazer abrandar o fluxo da água e aumentar o teor de infiltração. As máquinas que constroem as cristas podem aumentar a rugosidade superficial. A técnica de efetuar manejos culturais ao longo das curvas de nível é eficiente em áreas com declives uniformes de 2% a 10%. A dimensão da encosta deve ser superior a 35 m e não exceder os 120 m.

(http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_Documents/nrs143_026017.pdf).

O que fazer / como fazer

É necessário muito cuidado ou um equipamento especial para seguir as curvas de nível durante os trabalhos agrícolas. Examinar cuidadosamente os campos no que diz respeito a serem adequados para se efetuar os manejos ao longo das curvas de nível (encostas bastante uniformes, não serem demasiado íngremes) num contexto de maquinaria disponível (tractor de rodas ou de rastros, sistema GPS).

Eficiência

Estudos mostram uma redução dos níveis de erosão de 10% a 50% comparados com o manejo pela encosta abaixo. Combinado com outras medidas (por ex. mobilização de conser-

vação) o manejo ao longo das curvas de nível apresentou uma redução da erosão de 95%, quando comparado com formas de mobilização tradicional e um sistema de lavoura pela encosta abaixo.

Uma forma extrema mas muito eficaz de mobilização ao longo das curvas de nível consiste em construir terraços, no campo ou na captação, para reduzir o escoamento da água pela encosta abaixo e acumular água no solo dos terraços. Estas medidas requerem grandes investimentos para preparar a captação para fins culturais.



Práticas culturais

As práticas culturais podem reduzir bastante o risco de escoamento e erosão. Culturas específicas podem melhorar a estrutura e a estabilidade do solo. Os objetivos são equilibrar as propriedades físico-químicas do solo via:

- Rotação de culturas apropriadas;
- Aumentar a infiltração da água pela plantação de culturas com sistemas radiculares fundos (aumentar a porosidade do solo);
- Proteção da superfície do solo pela cobertura vegetal/cobertura por matéria orgânica para reduzir a erosão pelos salpicos da chuva;

- Distribuição das culturas ao longo de grandes campos (reduzir as dimensões do campo). As culturas podem então servir de barreiras vegetais para reduzir a velocidade do escoamento superficial e minimizar o escoamento através do aumento da infiltração (culturas em linhas);
- Distribuição das culturas na captação. Uma distribuição adequada das culturas na captação também reduz o risco de um PF chegar às águas superficiais, devido ao seu uso menos intensivo numa captação (habitualmente PF diferentes serão usados em culturas diferentes).

8. Otimizar as rotações culturais



Práticas culturais

A rotação cultural é a sucessão de culturas no mesmo campo com o objetivo de manter a fertilidade do solo e a produção cultural ao longo dos anos. Rotações culturais longas (alternando culturas de inverno e culturas de primavera) são uma medida para reduzir a pressão das pragas e doenças e uma das bases para a implementação da Proteção Integrada. A rotação cultural não deve ser só vista à escala do campo, mas também à escala da captação, especialmente em áreas vulneráveis.

A rotação cultural influencia largamente o teor em matéria orgânica no solo. Culturas como a beterraba açucareira, a

batata e o milho de silagem são conhecidas como culturas que reduzem o teor da matéria orgânica enquanto, por ex., os cereais com palha, a colza, o milho para grão, culturas intermédias e fertilizantes orgânicos aumentam a matéria orgânica. A matéria orgânica melhora a estrutura do solo e os seus agregados, e tem um alto teor de retenção de água. Também aumenta a atividade microbiológica e, portanto, a degradação e adsorção dos PF.

Rotações de culturas otimizadas têm um efeito directo e indirecto na atenuação do escoamento e da erosão.

O que fazer

A otimização das rotações culturais depende do clima, condições do solo e duração da estação agrícola. O aspeto comercial ou a capacidade de trabalho podem interferir com a sustentabilidade/ótimo agronómico. Uma boa gestão do teor de matéria orgânica no solo é um dos fatores importantes a tomar em consideração para definir a rotação cultural que, ao mesmo tempo, atenua o escoamento e a erosão. Nalguns países o apoio à gestão dos teores em matéria orgânica está regulamentado. Além disso as culturas diferem na sua capacidade para cobrir o solo durante os períodos críticos. Devem ser preferidas as culturas que assegurem um denso coberto vegetal quando o risco de escoamento é alto.

Como fazer

Otimizar a rotação cultural procedendo a um planeamento cuidadoso. Alternar com culturas intercalares que asseguram uma densa cobertura do solo, como por exemplo os cereais e a colza, nos terrenos e períodos de risco, e deixar resíduos orgânicos no campo depois da colheita. Em captações vulneráveis as rotações de culturas devem ser discutidas entre os agricultores da mesma captação. As correspondentes estruturas/organizações devem ser implementadas para apoiar e planear uma rotação otimizada de uma captação.

9. Estabelecer culturas em faixas (transversalmente à encosta)

Culturas em faixas, num terreno grande, podem ser vistas como uma medida para reduzir a dimensão do campo, cultivando diferentes culturas nesse campo. Faixas de culturas em linhas, como por exemplo a batata, a beterraba açucareira seguidas de uma cultura de sementeira (por ex. cereais de inverno, colza ou outras) reduzem o escoamento da água, aumentam a infiltração e fixam os sedimentos. Em regiões semiáridas uma faixa de pousio segue-se, por vezes, uma faixa com uma cultura. A principal finalidade des-

Eficiência

Culturas que assegurem a cobertura do solo durante episódios de chuva podem reduzir o escoamento/erosão entre 50% e 90%, dependendo da sucessão das culturas. A rotação cultural é particularmente eficaz se culturas prateadas forem estabelecidas nas partes inferiores das encostas



tas faixas de pousio é recolher e armazenar água no solo. As faixas da cultura seguem, o mais possível, as curvas de nível no campo e funcionam como faixas de amortecimento anuais, dentro do campo.

Nos últimos anos, também na Europa, as dimensões dos campos têm aumentado e, portanto, parece ser possível aplicar estas medidas em regiões onde os campos são grandes e os riscos de escoamento e erosão altos.

O que fazer / como fazer

Dividir campos grandes, vulneráveis ao escoamento/erosão, através da plantação de diferentes culturas em faixas seguindo as curvas de nível. Os requisitos e as restrições são largamente comparáveis com os que foram indicados para

10. Plantar culturas anuais de cobertura

Semear uma cultura intermédia depois da colheita e antes de semear uma nova cultura comercial, com o objetivo de cobrir o solo despido é uma medida de atenuação muito eficaz. A seleção da cultura de cobertura depende do tempo de vegetação disponível, das condições e humidade do solo e das necessidades da próxima cultura que se quer semear.

Sistemas de culturas de cobertura reduzem o impacto da chuva e aumentam a matéria orgânica do solo, que melhora a estabilidade dos agregados, a resistência aos salpicos e a resistência do solo à compactação. Devido à melhoria da infiltração podem indiretamente reduzir o volume do escoamento e/ou da água de drenagem. As culturas de cobertura são também benéficas: reduzem a perda de nutrientes para a água, porque o azoto e o fósforo disponíveis vão ser utilizados (presos). As culturas de cobertura são fáceis de estabelecer em regiões húmidas e sub-húmidas onde a precipitação é mais fiável do que nas regiões semiáridas, onde a precipitação é limitada. Verifique com o seu técnico que cultura de cobertura caberia melhor na sua rotação cultural e na sua região (pedoclimática).

Caso estejam disponíveis localmente, devem ser consideradas as opções de financiamento e os requisitos legais. Em França, por exemplo, as culturas de cobertura são obrigatórias em zona vulneráveis relacionadas com a directiva do azoto.

os maneios culturais ao longo das curvas de nível. íngremes) num contexto de maquinaria disponível (trator de rodas ou de rastos, sistema GPS).



O que fazer

A duração do período de crescimento, os requisitos da cama da semente e da época de sementeira da cultura seguinte, irão determinar o sistema da cultura de cobertura.

- Quanto mais tempo a cultura de cobertura (cultura intermédia) ficar no campo, entre as culturas principais, maior é o efeito. As culturas seguintes são semeadas directamente sobre a cultura de cobertura depois de esta ter secado ou então a cultura de cobertura é incorporada no solo para permitir a sementeira.
- Se os requisitos da cama da semente para a cultura seguinte forem grandes (por ex. cama de sementeira fina) pode ser escolhida uma cultura de cobertura com um período de vegetação inferior, que será destruída, por exemplo, pela geadas (como a Phacelia). Neste caso o efeito da atenuação, na primavera, está sobretudo relacionado com o material orgânico que cobre a superfície do solo.

Como fazer

- As condições de sementeira para a cultura de cobertura devem permitir um estabelecimento rápido e denso;
- Se possível plantar transversalmente à encosta;
- Podem ser usados diferentes técnicas e materiais para mobilizar o solo, que devem estar adaptadas às condições locais e às necessidades das sementes.

- O estabelecimento de culturas de cobertura pode ser feito de diferentes formas: semeando sobre uma cultura em maturação ou, depois da colheita, no restolho. Por exemplo, depois da colheita do milho para silagem, as culturas de cobertura não ficam bem estabelecidas. No entanto, o azevém pode ser semeado antes da colheita. Isto pode ser feito, com máquinas de semear, até ao estágio das 8 a 10 folhas do milho.
- Quando se estão a destruir as culturas de cobertura, antes da sementeira da cultura de primavera, devem ser deixados restos de vegetais no solo para o proteger.

Eficiência

A eficiência desta medida depende da cultura de cobertura estar bem estabelecida quando começar a chover. Uma cultura de cobertura bem estabelecida elimina quase totalmente o escoamento e a erosão. Por exemplo, um estudo em França (Fresquiennes 2004–2005 – Chambre d’Agriculture

76, France) mostrou que uma cultura de cobertura de mostarda diminuiu a erosão por um fator de 25, quando comparada com um solo nu (de 1.000 kg para 40 kg de solo perdido).

Limitações

A cultura de cobertura pode interferir na cultura seguinte devido a:

- Contacto deficiente semente solo da cultura seguinte, se os restos da cultura de cobertura interferirem com as operações de plantio (emergência lenta e desigual)
- Depleção/escassez de água no solo: secagem e aquecimento mais lento, do solo, na primavera (emergência atrasada)
- Efeitos alelopáticos dos restos da cultura de cobertura
- Aumento dos níveis de patogénicos do solo
- Aumento dos níveis de insectos, caracóis, bem como de outras pragas e doenças.



Como fazer

A sementeira dupla faz-se numa faixa transversalmente à encosta ou num talweg, adicionalmente ao primeiro processo de sementeira. O local onde fica a faixa com a sementeira dupla segue, em princípio, a mesma metodologia que as faixas de amortecimento com vegetação dentro dos campos.

11. Implementar a dupla sementeira

O que fazer

Geralmente a densidade ótima da cultura está adaptada às condições locais mas, quando se observa num campo um escoamento difuso, uma faixa com uma maior densidade de plantas pode reduzir o volume da água de escoamento superficial sem ser necessário criar uma faixa de amortecimento sem cultura (funciona como uma faixa de amortecimento com uma cultura anual).

Exemplo: quando se semeiam cereais num talweg deve-se dobrar a densidade de sementeira normal, o que irá reduzir fortemente o fluxo da água e diminuir a susceptibilidade à erosão.

12. Estabelecer culturas perenes de cobertura nas plantações

Culturas perenes de cobertura têm potencial para proteger e sombrear o solo bem como para aumentar a sua porosidade. Isto faz abrandar a velocidade do fluxo de água e aumentar infiltração e, também, fixa o escoamento à sedimentação reduzindo, desta forma, efectivamente o escoamento e a erosão. As culturas perenes são geralmente estabelecidas com a cultura da plantação e são mantidas durante a sua existência (vinhas, pomares, citrinos, etc.). As culturas perenes de cobertura devem ser usadas em locais onde a disponibilidade de água não é um fator limitante, pois em regiões mais secas podem competir com a plantação, pela água. Nestas situações as espécies da cultura de cobertura devem ser seleccionadas cuidadosamente. Pode vir a ser necessário mudar para culturas anuais, secar a cultura de cobertura, ou proteger o solo com materiais orgânicos (por ex. palha, composto ou outros). As plantações sem cultura de cobertura, em áreas montanhosas, apresentam frequentemente um risco muito grande de escoamento e sobretudo de erosão.

O que fazer

- Escolher a cultura de cobertura adequada para a região e plantação, com base na categoria de risco indicada no diagnóstico do campo/captação. As gramíneas, ou uma mistura de gramíneas e forragem, são exemplos de coberturas verdes. A cultura de cobertura deve garantir uma cobertura quase completa do solo e manter a possibilidade de atenuar o escoamento/erosão (resistência através de troncos fortes). Plantar uma cultura de cobertura fila sim fila não e investigar quais as medidas alternativas/adicionais se o solo e as condições de humidade limitarem a implementação de culturas perenes de cobertura;
- Adaptar as recomendações às situações locais.



Eficiência

Em áreas onde as plantações estão em encostas suaves a eficiência das culturas de cobertura para atenuar o escoamento pode chegar aos 100%. Em locais mais íngremes a eficiência pode ser apenas de 50%. Estas situações requerem medidas adicionais para reduzir o risco de escoamento/erosão. É importante que a cultura de cobertura não seja demasiado alta (< 25 cm) e que os caules das plantas sejam suficientemente fortes para resistir às forças da corrente da água de escoamento. cultura de cobertura (por ex. *Lolium* spp. apresentou baixa biodiversidade). As culturas de cobertura não devem interferir com as necessárias aplicações de PF através de floração contínua (reduzir os riscos para as abelhas).



13. Aumentar as cabeceiras



Frequentemente a direção dominante da cultura é descendente e, por vezes, isto não pode ser alterado por variadas razões. Como as cabeceiras são normalmente mobilizadas numa direção perpendicular à do resto do campo, esta área pode servir como uma barreira da cultura à água que corre pela encosta abaixo.

O que fazer

Semear as cabeceiras transversalmente à encosta. Aumentar as cabeceiras se for diagnosticado no campo um risco alto de escoamento. Fazer dupla sementeira na cabeceira pode ser uma opção para um maior efeito atenuador da cabeceira (faixa de amortecimento).

Zonas de amortecimento com vegetação

Condições gerais

As zonas de amortecimento com vegetação podem ser consideradas como medidas infra estruturais (estabelecidas por vários anos) numa captação. As funções das barreiras são:

- Proporcionar áreas de infiltração para o escoamento superficial da água;
- Abrandar o escoamento superficial da água através de vegetação apropriada e segurar sedimentos;
- Proporcionar habitats para aumentar a biodiversidade;
- Proporcionar locais onde os PF não são aplicados, reduzindo as aplicações próximas de águas superficiais em locais vulneráveis.

As zonas de amortecimento são bastante eficientes a segurar sedimentos erodidos e a reduzir a quantidade de água que sai de um campo. O principal objetivo das zonas de amortecimento vegetadas é interceptar o escoamento de parcelas cultivadas em locais a maior altitude; portanto, o seu posi-

cionamento na captação é crucial. Devido à complexidade e à variabilidade dos factores que controlam a eficácia de uma zona de amortecimento, as recomendações para a sua localização e dimensionamento devem ser baseadas numa análise cuidadosa. Apresentam-se nesta secção as recomendações gerais. Para mais informações ver a brochura CORPEN: Referência em Inglês (www.TOPPS-life.org)

Atalhos, como se vê com frequência, devem ser evitados pois apenas transferem o problema de um campo para o próximo, ou diretamente para um curso de água.

a) Localização e dimensionamento das zonas de amortecimento

As dimensões das zonas de amortecimento podem variar devido, sobretudo, aos seus objetivos, às características do solo e da captação e à sua interação com outras medidas de atenuação. O seu posicionamento deve considerar o regime do fluxo de água superficial numa captação: as zonas de amortecimento devem estar, de preferência, localizadas em locais perto da origem de qualquer escoamento difuso (idealmente antes da formação de um escoamento concentrado) a montante da captação. O escoamento superficial é, inicialmente, difuso ao nível da parcela e tende a ficar mais concentrado à medida que flui para baixo na bacia hidrográfica (com frequência acumula num vale/talweg).

A localização correta de uma zona de amortecimento na captação é normalmente mais importante pela sua eficiência em reduzir o escoamento do que pela sua largura. Se o seu principal objetivo for parar partículas erodidas de solo, pode ser mais pequena que outra com a função de interceptar o escoamento da água e os poluentes dissolvidos. Outros parâmetros como a permeabilidade e a saturação do solo, a dimensão da

encosta e a área de escoamento devem também ser tomados em consideração. Em locais e épocas em que os solos estão alagados (ou inundados) a eficiência de uma zona de amortecimento com gramíneas é geralmente baixa, porque as zonas de amortecimento com o solo saturado não podem capturar, por infiltração, a água de escoamento. Este efeito deve ser especialmente considerado em zonas de amortecimento ribeirinhas que são potencialmente mais propícias a alagar que em zonas de amortecimento a cotas superiores.

São necessários diferentes tipos de zonas de amortecimento para responder a estes diferentes cenários de escoamento:

- Zonas de amortecimento com gramíneas, localizadas tanto dentro dos campos como nas suas bordas, para interceptar escoamentos difusos na parcela ou perto dela;
- Em áreas ribeirinhas, faixas filtrantes de gramíneas são essenciais para prevenir a água de escoamento dos campos, de entrar diretamente nas águas superficiais. A proteção das massas de águas superficiais pelas zonas de amortecimento ribeirinhas é especialmente importante e efetiva a montante da captação, bem como na vizinhança de nascentes, em aquíferos de zonas calcárias;
- O estabelecimento de zonas de amortecimento com gramíneas, em talwegs pode ser necessário para aumentar a infiltração do escoamento concentrado em vias/cavidades naturais, nas encostas. Estradas ao longo dos campos atuam muitas vezes como canais recolhendo as águas de escoamento, portanto, a criação de zonas de amortecimento ao longo das estradas (zonas de amortecimento nas bordas dos campos), protege estas potenciais vias lineares da água de escoamento;
- Zonas naturais de infiltração de água (por ex. vales secos, sumidouros) em regiões cársicas devem ser protegidas do escoamento, da mesma forma que as massas de água su-

perficiais, uma vez que estes locais asseguram uma ligação direta da superfície do solo às águas subterrâneas.

1. Zona de amortecimento dentro do campo, usada para quebrar uma longa encosta dentro de um campo cultivado.
2. Zona de amortecimento na borda do campo, a proteger uma estrada
3. Zona de amortecimento numa encosta, num canto inferior de um campo, onde a água se está a concentrar.
4. Talweg com gramíneas para reduzir o fluxo concentrado de água.
5. Grande zona de amortecimento com gramíneas (i.e. prado) usada para interceptar, dispersar e infiltrar um fluxo concentrado de água que escorre do talweg mais acima.
6. Zona de amortecimento ribeirinha: faixa com gramíneas entre a borda do campo e a massa de água superficial para interceptar o escoamento difuso de uma quota superior (Fonte: CORPEN/IRSTERA Modificado).



Manutenção e cuidados

Podem ser estabelecidos diferentes tipos de zonas de amortecimento vegetadas

- Zonas de amortecimento com gramíneas
- Sebes
- Combinação de sebes e gramíneas
- Bosques
- Prados

A infiltração da água é melhor em zonas de amortecimento plantadas com vegetação lenhosa, devido à maior extensão do seu sistema radicular. Uma vegetação densa constituída por gramíneas é mais eficiente para abrandar a corrente de água superficial e, portanto, aumentar a fixação das partículas erodidas do solo. A combinação dos dois sistemas proporciona as vantagens de ambos os tipos de vegetação. Como efeito colateral temos que uma vegetação densa, nas zonas de amortecimento, também aumenta a degradação dos PF no solo, devido à formação de matéria orgânica que estimula a atividade microbiana. A escolha das espécies de plantas para uma zona de amortecimento deve considerar as necessidades locais e não pode ser generalizada. A seleção das espécies pode também ser influenciada por outras funções da zona de amortecimento como sejam a de assegurar alimento para abelhas ou habitats para determinadas plantas ou animais.

b) As zonas de amortecimento necessitam de ser mantidas e geridas para continuarem funcionais

Uma boa irregularidade do terreno, nas zonas de amortecimento com vegetação, é importante para segurar as partículas do solo transportadas na água de escoamento. É necessário roçar regularmente as zonas de amortecimento. A altura média das ervas deve ser de cerca de 10 cm e não deve exceder os 25 cm para que as suas folhas se possam manter eretas. Se se deixa as gramíneas crescer mais, estas serão comprimidas pela água de escoamento e a zona de amortecimento terá uma eficiência reduzida para abrandar

o escoamento da água e segurar os sedimentos do solo. É necessário fazer, no mínimo, um corte por ano, que deve respeitar os períodos de crescimento das aves e os períodos de floração/sementeira das plantas forrageiras. As máquinas usadas na sega devem estar equipadas com sistemas de aviso para proteger a vida selvagem.

Para o funcionamento da zona de amortecimento é essencial evitar todos os processos que diminuam a infiltração da água no solo. Portanto deve ser evitada a compactação do solo limitando o trânsito de máquinas ao mínimo possível. As zonas de amortecimento não devem ser usadas como vias de passagem das máquinas para os campos. O seu uso como pastagem é possível mas animais grandes podem causar compactação do solo. É também preciso considerar a possibilidade de contaminação, das águas superficiais, com nutrientes adicionais e micróbios patogénicos das fezes dos animais.

A infiltração nas zonas de amortecimento é igualmente reduzida pela acumulação de sedimentos no solo, que causam o entupimento dos seus poros e levam à concentração da corrente de água. Portanto é necessário retirar regularmente sedimentos, ou espalhá-los sobre zonas de amortecimento com vegetação. Uma mobilização suave pode ser necessária para nivelar a superfície do solo.

As zonas de amortecimento não devem ser fertilizadas ou pulverizadas com PF a não ser que isso seja essencial para o estabelecimento das plantas desejadas: Isto é especialmente verdade para as zonas de amortecimento ribeirinhas onde é possível uma transferência rápida do escoamento para as massas de água superficiais adjacentes.

c) Eficiência e limitações

Uma revisão de estudos científicos mostra uma grande variabilidade na eficácia das zonas de amortecimento, sugerindo que uma grande variedade de fatores físicos, químicos e biológicos estão envolvidos no funcionamento das zonas de amortecimento com vegetação. Zonas de amortecimento

ribeirinhas são medidas eficazes de atenuação e reduzem a entrada de PF nas águas superficiais. No entanto, a redução da eficiência varia entre 50 e praticamente 100% dependendo da capacidade de infiltração da zona de amortecimento (isto é a textura e a estrutura do solo), humidade inicial do solo à superfície, capacidade de captura de partículas do solo, características dos episódios de chuva e largura da faixa de amortecimento.

É possível, no entanto, escolher três fatores que são habitualmente responsáveis pela baixa eficiência das faixas de amortecimento:

- **Alagamento do solo:** se o solo na zona de amortecimento está saturado isto vai afetar negativamente a capacidade de infiltração apesar do efeito positivo da vegetação na retenção do solo. Neste caso a eficiência da zona de amortecimento, para a retenção de pesticidas na água de escoamento, é substancialmente reduzida. Este fenómeno é especialmente importante para as zonas de retenção ribeirinhas que estão perto da superfície da água e apresentam, habitualmente, um grande nível de águas subterrâneas;

- **Compactação do solo:** se o solo na zona de amortecimento está compactado pela passagem frequente de maquinaria agrícola ou pelo tráfico de animais, a capacidade de infiltração da água no solo diminuirá, ficando com uma reduzida eficiência para interceptar o escoamento;

- Depósitos de sedimentos de material proveniente da erosão do solo na zona com vegetação podem levar ao mau funcionamento, durante as chuvas, devido ao entupimento dos poros do solo e ao desenvolvimento de vias de escoamento concentrado.

d) Outros efeitos positivos

Zonas de amortecimento com vegetação podem ter várias outras funções na captação:

- Reduzindo globalmente a erosão numa captação e, portanto, o assoreamento nos ribeiros. Reduzindo a entrada de nutrientes (fósforo, azoto), nas águas superficiais, que levam à eutrofização das massas de água;
- Fornecendo habitats para as principais espécies e, habitualmente, aumentando a biodiversidade nas captações agrícolas;
- Aumentando a conectividade do ecossistema nas captações agrícolas assegurando, às espécies, corredores para viverem e se deslocarem;
- Contribuindo para a heterogeneidade/diversidade e atratividade turística da captação.

As medidas descritas nos capítulos seguintes debatem zonas de amortecimento que diferem na sua localização, dimensões e composição; os efeitos são semelhantes para todos os tipos de zonas de amortecimento.



14. Estabelecer e manter zonas de amortecimento dentro dos campos



O que fazer

Zonas de amortecimento dentro dos campos podem ser muito eficientes, pois permitem que águas de escoamento, que vem de zonas de maior quota, se possam infiltrar, quando o seu volume é ainda relativamente baixo. Comparadas com as zonas de amortecimento ribeirinhas, que podem, por vezes, ficar alagadas e frequentemente enfrentam escoamentos concentrados as zonas de amortecimento dentro dos campos têm, potencialmente, maior capacidade de infiltração e podem ser mais eficientes para parar, na fonte, um escoamento difuso. Habitualmente estas zonas de amortecimento são implementadas de forma permanente e cobertas com vegetação ou, então, sob a forma de sebes.

O que fazer

De acordo com o diagnóstico feito para um campo específico, e tendo em vista o objectivo da atenuação, calcular a localização e as dimensões das zonas de amortecimento. Zonas de amortecimento dentro dos campos devem seguir,

o mais possível as curvas de nível e ser posicionadas para que não se forme nenhum escoamento concentrado (encosta bastante uniforme/talweg). Nas zonas de amortecimento devem ser evitados os curto-circuitos da água (por ex. pelos rodados ou trilhos). Zonas de amortecimento dentro dos campos podem ser estabelecidas com vegetação ou como sebes, dependendo das funções adicionais que se desejam e que as sebes possam fornecer (barreiras para o vento, biodiversidade, etc.).

As espécies plantadas devem:

- Fazer parte da vegetação natural (não invasivas);
- Estar adaptadas às condições locais (por ex. às secas ou inundações habituais);
- Ter folhas rijas para resistirem à corrente de água e reduzir, portanto, a velocidade da água de escoamento;
- Assegurar uma cobertura vegetal densa da zona de amortecimento.

Eficiência e limitações

As zonas de amortecimento dentro dos campos podem aumentar o tempo de trabalho necessário para produzir uma cultura num determinado campo, se a direcção geral da cultura for para baixo. As zonas de amortecimento dentro dos campos são eficazes na captura de escoamentos difusos. No entanto, se um escoamento concentrado chega a essas zonas de amortecimento, habitualmente atravessa-a rapidamente. A prevenção de escoamentos concentrados nos campos é, portanto, prioritária (por ex. gerindo os rodados, mobilizando ao longo das curvas de nível, etc.). Caso periodicamente ocorra um escoamento concentrado impossível de evitar, uma vala profunda, entre a área cultivada e a zona de amortecimento pode servir como uma estrutura de distribuição da água de escoamento.



15. Estabelecer e manter zonas de amortecimento nas bordas dos campos



Zonas de amortecimento nas bordas dos campos situam-se na parte inferior do campo, separando frequentemente, um campo do seguinte ou de uma estrada. A função destas zonas de amortecimento é infiltrar a água de escoamento no solo e capturar os sedimentos, antes que a água de escoamento chegue a uma estrada ou a um campo mais abaixo.

O que fazer

De acordo com o diagnóstico para um campo específico e, tendo em vista o objectivo de atenuação, calcular a localização e as dimensões das zonas de amortecimento.

Zonas de amortecimento na borda dos campos podem ser muito eficientes pois permitem que águas de escoamento, que vêm de zonas de maior quota, se possam infiltrar, quando o seu volume é ainda relativamente baixo. Comparadas com as zonas de amortecimento ribeirinhas, que podem, por vezes, ficar alagadas e frequentemente enfrentam escoamentos concentrados, as zonas de amortecimento na borda dos campos têm, potencialmente, maior capacidade de infiltração e podem ser mais eficientes para parar, na fonte, um escoamento difuso. Habitualmente estas zonas de amortecimento são montadas de forma permanente e cobertas com vegetação ou, então, tomam a forma de sebes.

Como fazer

De acordo com o diagnóstico para um campo específico, e tendo em vista o objectivo de atenuação, calcular a localização e as dimensões das zonas de amortecimento. Nas zonas de amortecimento devem ser evitados os curto-circuitos da água (por ex. pelos rodados ou trilhos). Zonas de amortecimento na borda dos campos podem ser estabelecidas com vegetação ou como sebes, dependendo das funções adicionais que se desejam e que as sebes possam fornecer (barreiras para o vento, biodiversidade, etc.).

As espécies plantadas devem:

- Fazer parte da vegetação natural (não invasivas);
- Estar adaptadas às condições locais (por ex. às secas ou inundações habituais);
- Ter folhas rijas para resistirem à corrente de água reduzindo, portanto, a velocidade da água de escoamento;
- Assegurar uma cobertura vegetal densa da zona de amortecimento;
- Se os sedimentos se acumularem nas zonas de amortecimento, espalhar os sedimentos transversalmente à zona de amortecimento ou retirar e espalhar num campo mais acima.

Eficiência e limitações

As zonas de amortecimento na borda dos campos são eficazes na captura de escoamentos difusos dos campos. No entanto, se um escoamento concentrado chega a essas zonas de amortecimento, habitualmente atravessa-o rapidamente. A prevenção de escoamentos concentrados nos campos é, portanto, prioritária (por ex. gerindo os rodados, mobilizando ao longo das curvas de nível, etc.). Caso periodicamente ocorra um escoamento concentrado impossível de evitar devem ser tomadas medidas para o dispersar ou terão de ser consideradas medidas a uma quota superior.



16. Estabelecer e manter zonas de amortecimento ribeirinhas

As zonas de amortecimento ribeirinhas são zonas de amortecimento em que há, ou não, uma gestão da vegetação, localizadas ao longo de cursos de água ou valas. Os objetivos destas zonas de amortecimento no que diz respeito à prevenção do escoamento são semelhantes às das acima mencionadas: redução do escoamento, pela infiltração de água no solo e captura de sedimentos pela diminuição da velocidade da corrente de água.

Adicionalmente as faixas de zonas de amortecimento ribeirinhas são medidas de atenuação eficientes para reduzir as substâncias transferidas pelo vento (por ex. deriva da pulverização, de PF ou pó), que chegam às águas superficiais. Este efeito pode, mesmo, ser aumentado se sebes de estruturas lenhosas (arbustos, árvores) forem plantadas na zona de amortecimento.

As zonas de amortecimento ribeirinhas são regulamentadas nalguns países da UE. As suas larguras variam significativamente, de país para país, bem como as bases para as regulamentações. As zonas de amortecimento ribeirinhas podem ter outros objetivos ambientais como por ex. a atenuação de nutrientes poluentes, PF, sedimentos e microorganismos patogénicos.

- Estabilização de margens de rios;
- Melhorar as condições ambientais de cursos de água (assegurar forragem, sombreamento da água);
- Aumentar a biodiversidade;
- Contribuir para a conectividade do ecossistema (corredores verdes nas captações e diversidade das captações).

Estudos realizados mostram que a maior parte da água de escoamento superficial num rio vem de pequenas linhas de água na captação mais acima (linhas de água de nível 1 e 2, conforme definidas pelo método Strahler; ver Fig.12). Portanto, deve ser dada prioridade à proteção deste tipo de linhas de água através das zonas de amortecimento ribeirinhas. A proteção de maiores braços da rede hidrográfica (nível 3 e superior), pelas zonas de amortecimento ribeirinhas, terá apenas um efeito li-



mitado na qualidade geral da água mas pode ser importante assegurar outros objetivos de proteção (ver acima).

O que fazer

Em primeiro lugar é preciso definir todos os objetivos de proteção de uma zona de amortecimento ribeirinha. Um diagnóstico do risco de escoamento na captação e ao nível do campo deve permitir encontrar qual a mínima largura da zona de amortecimento, para atenuar o escoamento para as águas superficiais. Se esta análise exigir zonas de amortecimento demasiado grandes deve-se considerar combinações de outras zonas de amortecimento/medidas para otimizar a eficiência da zona de amortecimento e as necessidades de terreno para a produção agrícola. A vegetação na faixa da zona de amortecimento deve ser adaptada aos objetivos de proteção: plantas anuais, perenes ou vegetação mista (gramíneas, arbustos, sebes ou árvores).

Como fazer

Frequentemente as pequenas valas/regatos (permanentes e não permanentes) são apenas protegidos por faixas de zonas de amortecimento com vegetação, enquanto para cursos de água maiores e rios a vegetação lenhosa é mais importante para atingir todos os objetivos de proteção. Escolher o local e calcular as dimensões das zonas de amortecimento com vegetação, de acordo com o diagnóstico feito para um determinado campo e relacionado com um objetivo de atenuação. Nas zonas de amortecimento devem ser evitados os curto-circuitos da água (por ex. pelos rodados ou trilhos).

As espécies plantadas devem:

- Fazer parte da vegetação natural (não invasivas);
- Estar adaptadas às condições locais (por ex. inundações habituais);
- Ter folhas rijas para resistirem à corrente de água reduzindo, assim, a velocidade da água de escoamento;
- Assegurar uma cobertura vegetal densa da zona de amortecimento.

As zonas de amortecimento ribeirinhas não devem ser:

- Fertilizadas;
- Tratadas com PF;
- Usadas como caminhos para as máquinas.

Se os sedimentos se acumularem nas faixas das zonas de amortecimento: distribuir os sedimentos pela zona de amortecimento ou retirá-los e espalhá-los na parte superior do campo (por ex. com uma grade ou outro equipamento).

Eficiência e limitações

Os solos das zonas de amortecimento ribeirinhas são frequentemente influenciados pelo lençol freático da vala ou linha de água vizinha. Portanto os solos das zonas de amortecimento ribeirinhas estão frequentemente saturados

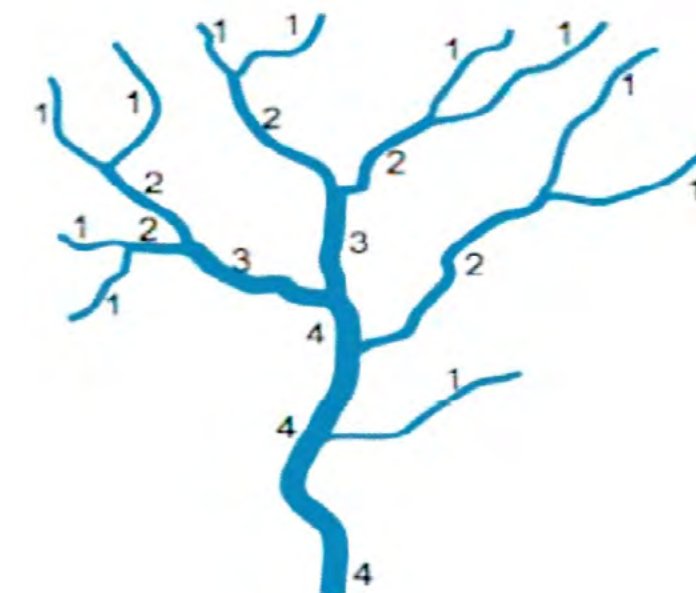


de água. Nestas condições as zonas de amortecimento não são eficientes na atenuação do escoamento e deverá ser considerada a criação de zonas de amortecimento adicionais nos campos mais acima.

É portanto necessário fazer um diagnóstico cuidadoso para estimar a eficiência da zona de amortecimento ribeirinha. Apesar disso estas zonas funcionam como uma “última defesa” para o escoamento e substâncias poluentes trazidas pelo vento e, portanto, deve ser construída uma zona de amortecimento ribeirinha, com uma largura mínima, (por ex. 2 m) onde quer que seja prioritária para a proteção das massas de água superficiais.

O que fazer

Classificação de Strahler numa área de captação de água (1 pequena linha de água, 2 a seguinte maior, etc.)



17. Estabelecer e manter zonas de amortecimento nos talwegs

Fazer o diagnóstico para determinar o risco para esta situação específica. Um talweg é a situação que resulta de duas diferentes encostas se juntarem para definir uma estrutura linear numa captação (vale seco, cavidade). Estes talwegs podem juntar a água de encostas adjacentes quando chove, o que pode dar origem a um escoamento concentrado (linear) numa captação. As situações dos talwegs são frequentemente o ponto de começo de um abundante riacho/ravina de erosão. Uma medida eficiente para reduzir o escoamento/erosão é plantar uma cobertura de gramíneas ao longo do talweg; em situações de alto risco devem plantar-se sebes além das gramíneas, para aumentar a eficácia da zona de amortecimento.

Como fazer

Escolher o local e calcular as dimensões da zona de amortecimento com vegetação, de acordo com o diagnóstico feito para um determinado campo. Considerar a escolha de plantas adaptadas à zona de amortecimento, a sua densidade e os requisitos para a sua manutenção.

São necessárias grandes zonas de amortecimento de talweg (isto é prados) em situações onde o risco de escoamento/erosão é alto e as condições meteorológicas habituais dão origem a grandes escoamentos de água que entram na zona de amortecimento do talweg vindas das partes superiores do talweg. Estas zonas de amortecimento, ou prados, através dos talwegs, são úteis para dispersar o escoamento concentrado que entra nas zonas de amortecimento, assegurando boas condições de infiltração para grandes volumes de água. A plantação de sebes nestes prados de talwegs vai aumentar, ainda mais, a eficiência para a infiltração do escoamento.



Limitações

Zonas de amortecimento de talweg dão origem a novos limites nos campos, que podem ficar com formas que não são as apropriadas para operar facilmente as máquinas agrícolas e portanto vir a aumentar o tempo de trabalho necessário para os cultivar.



18. Estabelecer e manter sebes

As sebes ao longo das massas de água ou fazendo parte de captações mais acima, podem assegurar muitos benefícios para o ambiente. Funcionam como corta ventos eficientes, melhoram o micro clima, estabilizam os leitos dos rios e proporcionam habitat para a vida selvagem. As sebes também têm importantes funções agronómicas como a infiltração da água de escoamento dos campos, a captura das partículas do solo provenientes da erosão (reduzindo a exportação de nutrientes e dos PF) e a intercepção de poluentes transportados pelo vento (por ex. deriva do pulverizado, partículas de solo erodidas pelo vento). As sebes são frequentemente compatíveis com a gestão ambiental regional/estadual e portanto podem ser incluídas em novas possibilidades de financiamento.

As zonas de amortecimento com vegetação perene desenvolvem um sistema radicular mais profundo que as zonas de amortecimento apenas com gramíneas e portanto criam, habitualmente, melhores condições para a infiltração da água. As zonas de amortecimento com vegetação perene são, portanto, geralmente bastante eficientes para atenuar o escoamento e a erosão sendo mais eficientes para escoamentos difusos do que concentrados. São, portanto, mais eficazes quando colocadas em encostas superiores do que na captação mais abaixo na bacia hidrográfica. Existe um grande potencial para esta medida em solos complexos ou padrões de captação, particularmente em solos arenosos ou limosos solos susceptíveis à erosão.

O que fazer

A criação de sebes deve ser baseada numa análise cuidadosa das condições locais e dos principais objectivos que a zona de amortecimento deve atingir. Esta análise determina a seleção das espécies de arbustos e gramíneas bem como a área/largura da zona de amortecimento requerida que, por sua



vez, influenciam a quantidade de trabalho de manutenção necessária. A redução da eficiência da deriva do pulverizado pelas sebes, varia fortemente com as espécies das plantas, densidade da vegetação bem como área foliar/parede foliar e padrão de crescimento.

As sebes plantadas ao longo das curvas de nível das captações, em zonas estreitas com gramíneas (mínimo 2 m), aumentam a sua eficiência para reduzir o escoamento quando comparadas com uma sebe isolada. A sebe deve ser plantada no meio da zona com gramíneas em vez de num dos seus lados. Devem também ser plantadas suficientemente densas para garantir a retenção da água e assegurar efeitos de proteção do vento (0,5 a 1 m de distância entre as plantas lenhosas). No que diz respeito à seleção das espécies de plantas deve ser considerado a capacidade de fornecimento de alimentação à vida selvagem (culturas arvenses não asseguram comida durante todo o ano) e as espécies escolhidas não devem ter demasiado impacto nas condições de crescimento das culturas arvenses (por ex. plantas hospedeiras para doenças e pragas).



Como fazer

O solo deve estar bem preparado para permitir o desenvolvimento das raízes das espécies de arbustos/árvores selecionadas. Devem ser escolhidas várias espécies para fortalecer a robustez geral da sebe e que não levem à competição agronômica ou inter espécies. Para se conseguir uma sebe saudável e resiliente devem-se escolher arbustos/árvores regionais e robustas. A competição das Infestantes tem de ser controlada durante a fase de plantação e as plantas jovens podem precisar de ser protegidas contra danos provocados pela vida selvagem/animais (por ex. protegidas por uma cerca).

Dimensionamento: as sebes devem ser plantadas em 2 ou 3 filas com uma largura de 50 cm a 1 m. A densidade das plantas deve ser a maior possível tendo em conta as espécies e a sua capacidade de preencher o espaço vazio. O objetivo é atingir, ao fim de 10 anos, uma densidade de 40 caules/m².

As sebes devem aparadas regularmente como manutenção. As árvores e arbustos têm de sofrer um corte severo nos primeiros anos. Depois de alguns anos a manutenção de rotina consiste em controlar o volume dos troncos lenhosos bem como a forma e a largura da sebe. Geralmente para fins de conservação da biodiversidade é adequada uma forma piramidal (A) da sebe.

Limitações

Plantar sebes e tornar os campos mais pequenos vai aumentar o tempo necessário para os trabalhos de campo e pode vir a encontrar resistência dos agricultores com grandes terrenos. Na maior parte das propriedades o estabelecimento de sebes terá de ser feito ao longo de um determinado número de anos para se adequar às operações culturais e capacidade de trabalho dos agricultores. Manter as sebes requer um esforço considerável.



19. Manutenção de bosques

Os bosques podem ser eficientes para assegurar infiltração da água de escoamento dos campos, capturar as partículas provenientes da erosão (reduzir a exportação de nutrientes e PF) e interceptar poluentes transferidos pelo vento (por ex. deriva da pulverização, partículas de solo erodidas pelo vento). Como as sebes, os bosques proporcionam benefícios adicionais ao ambiente nas captações agrícolas: servem como quebra ventos eficientes, melhoram o microclima, estabilizam as margens dos rios e garantem um habitat para a vida selvagem.

Os bosques são normalmente bastante eficazes para atenuar o escoamento, dada a sua largura (> 10 m) e a capacidade de infiltração dos seus solos, que é maior que o das culturas arvenses. No entanto, a plantação de bosques requer um

grande investimento inicial e dá origem a custos de gestão contínuos que são parcialmente recuperados quando a madeira pode ser colhida.

O que fazer

Os bosques ou são naturais e funcionam como zonas de amortecimento na captação, ou são plantados de propósito, especificamente como elementos de captação, por razões económicas ou ecológicas. É fundamental trabalhar com técnicos locais se os bosques forem para assegurar benefícios múltiplos numa captação e sejam elegíveis para financiamento, de acordo com os diversos programas agro-ambientais. A escolha das espécies de árvores depende do objetivo principal do bosque. (Centrado na biodiversidade? Produção de madeira de alta qualidade? Produção de madeira de baixa qualidade com um investimento pequeno?)

Como fazer

Idealmente os bosques devem ser plantados em vertentes íngremes ou nas captações, mais abaixo, perto de ribeiros. Se possível deve ser evitado que a água atalhe através de bosques por caminhos ou estradas descendentes.

Consultar o técnico florestal local/regional para saber como plantar e manter os bosques para poderem proporcionar benefícios adicionais, além de reduzir o escoamento superficial na captação.



20. Gerir áreas de acesso ao campo

O que fazer

As áreas de acesso ao campo são vias potenciais de passagem da água, numa captação, ou são áreas onde o escoamento concentrado se pode começar a formar. Especialmente na parte inferior de um campo devem ser geridas com cuidado para prevenir a formação de um escoamento linear. Nas áreas de passagem de trânsito a compactação do solo pode ser reduzida aplicando uma camada de cascalho grosso sobre o solo. As áreas de acesso ao campo devem ser revestidas por espécies de gramíneas resistentes.

Como fazer

Usar cascalho ou pedras toscas para reforçar as marcas dos rodados de passagem das máquinas. Depois disso semear uma gramínea forte, que tenha raízes profundas, tolerante aos sedimentos e resistente ao tráfico. Devem ser evitadas marcas de rodados, nas áreas de acesso, pois estas servem de canais de escoamento da água do campo.

Estruturas de retenção e dispersão

As estruturas de retenção e dispersão são construídas, na captação, para atenuar o escoamento concentrado. Se é improvável que se consiga atenuar o escoamento na fonte a construção de estruturas de retenção pode ser uma opção para manter a água na captação.

Os custos de construção destas soluções “no fim do cano” devem ser comparados com os custos de alterar as práticas culturais para se conseguir atenuar o escoamento na fonte.

21. Construir ou manter valas com vegetação

Valas com vegetação são estruturas de retenção, que são criadas na captação, para proteger áreas a jusante, pela retenção da água de escoamento e dos sedimentos, bem como a água descarregada das áreas drenadas artificialmente. As valas com vegetação, habitualmente, não têm água o ano inteiro, são apenas inundadas quando o escoamento superficial (ou drenagem) ocorrem. A sua principal função é capturar, evaporar e infiltrar a água de escoamento (ou drenagem) e reter os sedimentos erodidos. As valas com vegetação são normalmente a melhor solução para estruturas de retenção de água (por ex. ao longo das estradas/entre dois campos). Como a sua principal função é a retenção de água na captação, as valas não devem estar ligadas às águas superficiais (vala fechada nos extremos).

O que fazer

A construção de valas com vegetação é feita normalmente depois de um diagnóstico cuidadoso dos riscos de escoamento e da identificação de um local apropriado na captação. É, por vezes, necessário proceder à remoção dos sedimentos depositados no solo, senão a acumulação de depósitos vai reduzir a capacidade de retenção e infiltração da vala. As valas devem ser vegetadas para assegurar a estabilidade dos diques e fazer abrandar a corrente de água, aumentando assim a retenção dos sedimentos na vala.

Como fazer

As valas com vegetação devem ser suficientemente grandes para reter a água de escoamento e os sedimentos erodidos de, pelo menos, o habitual escoamento do local (por ex. os primeiros 2 ou 3 mm do escoamento) As valas com vegetação ajudam a degradação dos PF, maximizam a sedimentação das partículas erodidas e retêm os nutrientes. Se, todos os anos, ocorrer uma forte sedimentação pode ser necessário retirar regularmente os sedimentos para manter a capacidade de retenção de água a um nível adequado.



Os principais pontos a considerar são:

- A vala com vegetação deve ficar situada na captação, em locais críticos, onde é difícil impedir o escoamento na fonte, mas que tem de ficar retido antes de transbordar para o próximo campo, ou ir para uma estrada ou para as águas superficiais mais próximas.
- Deve limitar ou atrasar as trocas entre as valas com vegetação e as águas subterrâneas alinhando as margens e o fundo da vala com material da camada superficial do solo (com grande teor de carbono orgânico) e se possível de argila ou textura argilosa.
- As dimensões das valas devem estar adaptadas ao escoamento esperado:
 - Volume: devem capturar a quantidade normal de escoamento ou, pelo menos, 2 a 3 mm de escoamento da captação contribuinte;
 - Profundidade: entre 0,5 e 1 m. As suas margens não devem ser demasiado íngremes para permitir rotas de fuga para pequenos animais;
 - Comprimento/largura: devem ser planeadas de acordo com o espaço disponível e os volumes requeridos (ver acima).
- Para vegetar as valas semear com espécies locais (não invasivas), que estejam adaptadas a inundações irregulares.
- Se se dá uma acumulação de sedimentos que reduza a capacidade de retenção > 20%, retirar os sedimentos.

Eficiência

As valas com vegetação são uma forma especial de zona húmida artificial (mas de natureza mais transitória). Estudos mostram que zonas de amortecimento húmidas, vegetadas, podem favorecer a degradação dos PF na água de escoamento. A capacidade de retenção é variável pois depende da fração da água de escoamento, por cada episódio de escoamento, que é completamente retida.

Quanto mais hidrofóbicos forem os pesticidas, melhor ficam retidos nas zonas húmidas, pois penetram em ecossistemas aquáticos ligados principalmente a partículas erodidas de solo, que são sedimentadas com bastante eficiência em zonas de amortecimento húmidas. Além disso pesticidas hidrofóbicos dissolvidos são mais adsorvidos por plantas e sedimentos durante a passagem de água pela zona húmida do que compostos hidrofílicos.

Limitações

Valas com vegetação são instalações infra estruturais antropogénicas, que são construídas para reter e limpar os sedimentos, nutrientes e PF das águas de escoamento.

22. Estabelecer ou manter lagoas de retenção/ zonas húmidas artificiais



Podem ser criadas, na captação, estruturas de retenção para proteger áreas a jusante, pela retenção de águas de escoamento e sedimentos transportados (escoamento concentrado) e da água descarregada de áreas drenadas artificialmente. Enquanto passa pela estrutura de retenção a água é evaporada ou infiltrada e qualquer excesso é, subsequentemente, descarregado nas águas superficiais mais próximas. Lagoas de retenção ou zonas de amortecimento húmidas artificiais, não têm, habitualmente, água durante todo o ano e são inundadas apenas quando tem lugar o escoamento superficial (ou drenagem). A sua principal função é reter a água e os sedimentos erodidos para que estes permaneçam na captação.

Zonas naturais húmidas (o termo zona húmida é usado com frequência para áreas protegidas) podem também ser adequadas para recolher a água de escoamento e a drenagem e deve, portanto, ser mantido. Estas zonas húmidas naturais podem ser prados ribeirinhos ou florestas que são regularmente inundadas.

Portanto quaisquer regulamentos que digam respeito à proteção dos ecossistemas/habitats e que potencialmente possam interferir com a funcionalidade da estrutura de retenção devem ser verificados antecipadamente com as autoridades ambientais locais.

A montagem destas estruturas deve ser discutida antecipadamente para assegurar que o seu objetivo original pode ser mantido se espécies em risco entrarem na estrutura de retenção, uma vez que o seu fim foi o de proporcionar uma maior proteção dos recursos hídricos e não áreas especiais que requerem proteção.

O que fazer

A construção de lagoas de retenção/zonas húmidas artificiais é habitualmente proposta por gerentes de captações ou autoridades locais para melhorar ou manter a boa qualidade da água numa captação (por ex. reduzir a entrada de sedimentos ou nutrientes num ribeiro). É necessário um diagnóstico cuidadoso para identificar uma localização adequada e determinar a dimensão necessária de uma zona de amortecimento húmida pois estas zonas de amortecimento normalmente retêm a água de escoamento (ou da drenagem) de vários campos pertencentes a diferentes proprietários. Uma abordagem de gestão comum é frequentemente necessária para organizar a construção bem como para a manutenção das lagoas/zonas húmidas artificiais. É normalmente necessário proceder a uma remoção regular dos depósitos sedimentares pois de outra forma a sua acumulação irá reduzir a capacidade de retenção da água bem como a permeabilidade hidráulica do solo.

Como fazer

A capacidade de retenção dos lagos/zonas húmidas deve ser suficiente para capturar a água de escoamento e os sedimentos erodidos de, pelo menos, um episódio típico de escoamento. O tempo em que a água vai permanecer na estrutura de retenção deve ser otimizado pela utilização, por ex. de açudes ou barreiras dentro da estrutura. A vegetação nas estruturas de retenção auxilia a degradação dos PF, maximiza a sedimentação do solo erodido e captura nutrientes. Se todos os anos ocorrer uma forte sedimentação é necessário remover regularmente os sedimentos para manter a capacidade de retenção da água a um nível adequado.

Enquanto uma lagoa de retenção é normalmente criada com uma camada impermeável por baixo (por ex. cimento), zonas húmidas artificiais são habitualmente construídas em solos/subsolos que não têm, ou têm muito pouca ligação aos aquíferos subjacentes. Assim, as zonas húmidas artificiais desenvolvem alguma vegetação natural enquanto as lagoas de retenção podem ser mantidas limpas ou com vegetação (i.e. incluindo uma camada de solo artificial para permitir o crescimento das plantas).

Devem-se considerar os seguintes pontos:

- Definir objetivos claros: ou a única finalidade é atenuar a transferência da poluição agrícola ou tem várias finalidades permitindo também a protecção contra inundações na interface das captações agrícolas e urbanas;
 - Limitar as trocas entre as zonas húmidas artificiais e as águas subterrâneas, revestindo o fundo da estrutura de retenção com material da camada superior do solo (alto teor de carbono orgânico) se possível argiloso ou com textura argilosa;
 - Adaptar as dimensões das zonas húmidas ao escoamento previsto.
- Volume: planejar para receber, pelo menos, 2 a 5 mm de escoamento da captação que para ali descarrega habitualmente, correspondendo a uma razão de área de 0,4 a 1% (pode ser necessário fazer adaptações se a prevenção de inundações for a principal questão). No caso de episódios regulares de maiores escoamentos (> 5 mm), a estrutura

de retenção pode precisar de ser planeada para uma maior capacidade de retenção.

- Profundidade da água: entre 0,2 m e 1 m, com uma profundidade média de 0,5 m (ajustar pelo açude, à saída para a lagoa/zona húmida, quando houver inundação).
- Comprimento: se possível maximizar o comprimento da via de passagem da água através da construção de uma via sinuosa, usando barreiras/barragens;
- Se for vegetada semear, de preferência, espécies locais não invasivas que estejam adaptadas a um padrão de inundações irregulares;
- Se se dá uma acumulação de sedimentos que reduzem a capacidade de retenção > 20%, retirar os sedimentos regularmente.

Geralmente é necessário a ajuda de técnicos para a construção de um sistema eficaz de retenção por lagoas/zonas húmidas artificiais. Para mais informação consultar os técnicos/ autoridades ambientais locais bem como manuais técnicos, como o guia técnico "Mitigation of agricultural non-point-source pesticides pollution and bioremediation in artificial wetland ecosystems" do projecto da EU Life Artwet (LIFE 06 ENV/F/000133).

Eficiência

Estudos efectuados demonstram que zonas de amortecimento húmidas, com vegetação, podem favorecer a degradação dos PF em águas de escoamento. A capacidade de retenção é variável, uma vez que depende do período de tempo em que as águas de escoamento são detidas pela zona de amortecimento húmida. Estima-se que a eficácia da retenção para compostos fracos e moderadamente adsorvidos, seja mais baixa (aproximadamente 50%) enquanto que para compostos fortemente adsorvidos pode chegar até > 90%. Quanto mais hidrofóbicos forem os produtos fitofarmacêuticos melhor são retidos em lagoas/zonas húmidas, já que entram nos ecossistemas aquáticos ligados às partículas erodidas do solo que são zonas de amortecimento húmidas. produtos fitofarmacêuticos hidrofóbicos dissolvidos são adsorvidos em maior grau a plantas e sedimentos durante a passagem da água pela zona húmida que os compostos hidrofílicos.

Limitações

Zonas húmidas construídas são instalações infra estruturais antropogénicas, como as barragens, que são feitas para reter e limpar os sedimentos, nutrientes e PF das águas de escoamento. Portanto, qualquer regulamento que diga respeito à protecção de zonas húmidas ou massas de águas superficiais, que potencialmente possam interferir com a funcionalidade da estrutura de retenção, devem ser antes verificadas com as autoridades ambientais locais. Antes

23. Construir ou manter diques nas bordas dos campos

Um dique na borda do campo é um pequeno aterro ou barragem de terra nos limites mais baixos do campo, para manter o escoamento e a erosão dentro do terreno. Essencialmente o dique funciona atrasando a velocidade do escoamento e, em consequência, os seus sedimentos acumulam-se, o que permite a infiltração do escoamento e o depósito das partículas erodidas do solo. A construção de diques é também usada como um dos componentes mais importantes nos campos de cultura de arroz, para a gestão da água e do solo.

O que fazer

A construção dos diques nas bordas dos campos é feita acumulando o solo na forma de um pequeno dique ou barragem. Os diques são construídos nos limites mais baixos dos campos para capturar o escoamento e os sedimentos que transporta.

Estes diques funcionam melhor em solos de textura mais pesada, i.e. solos mais argilosos que têm mais potencial de gerar escoamento, a não ser que contenham macro poros ligados à superfície. O tempo que se vão manter operacionais

da construção das estruturas deve ser discutido o que vai acontecer se espécies em risco aparecerem na estrutura de retenção e como se poderá manter o objectivo original da estrutura. Especialmente no que diz respeito a construções artificiais deve ser chamada a atenção para o facto de que o habitat apenas existe por causa do objetivo original de gestão do escoamento ou da descarga da drenagem para as águas superficiais.



depende da força do solo e se são destruídos pela chuva ou por brechas abertas pelo escoamento, pelo que é importante que sejam inspecionados com regularidade.

Como fazer

Cavar o solo do lado exterior do campo e acumulá-lo, em forma de dique ao longo do campo, com uma largura de 30 - 50 cm e com a altura e distância adequadas. Para estimar estas medidas indicam-se, abaixo, algumas orientações aproximadas para dois tipos de campos rectangulares, numa região com uma inclinação uniforme.

Para campos em que a encosta é paralela aos limites do campo, a altura do dique deve ser maior que o volume do escoamento do campo.

Para campos em que a encosta é transversal ao limite do campo a altura do dique deve, também, ser maior que o volume do escoamento do campo. No entanto, a altura do dique deve ser superior no canto inferior do campo.

24. Implementar construções dispersivas

As construções dispersivas incluem faxinas e mini represas. São estruturas artificiais de troncos/ramos/pedras que são erigidas em captações para dispersar o escoamento concentrado superficial nas captações. As faxinas limitam a erosão e capturam areia e limo transportados pela água de escoamento. As mini represas visam essencialmente a dispersão e abrandamento da corrente de água.

O que fazer

As faxinas são construídas com feixes de ramos entre troncos de madeira (semelhantes a uma parede baixa) e são construídas através da encosta para cortar as vias do escoamento concentrado de água. A estrutura é permeável à água mas abranda consideravelmente o seu fluxo, dispersando-a, levando, portanto, à sedimentação do solo erodido.



Faxinas



A madeira usada para fazer as faxinas pode estar morta ou viva (por ex. arbustos). Se está morta a construção pode continuar funcional durante 2 a 4 anos. Se está viva a construção pode ser permanente mas os feixes de ramos vão ter de ser substituídos cada 2 a 4 anos.

As mini represas são feitas com pedras e troncos de madeira e são construídas no local onde desembocam os riachos. Como as faxinas, as mini represas devem ser permeáveis à água, abrandam o fluxo da água e retêm os sedimentos erodidos. As mini represas são construídas em toda a seção dos riachos ligando os troncos de madeira ao leito e às margens.

As estruturas das mini represas podem ser permanentes e podem necessitar de manutenção cada 2 - 3 anos.



Como fazer

Cavar o solo até 30 cm de profundidade e 50 cm de largura. Enterrar duas filas de troncos (com cerca de 1,0 a 1,5 m de comprimento) nas duas margens da vala: os troncos devem estar separados cerca de 1,0 a 1,5 m. Os troncos devem ser enterrados no solo até cerca de 50 cm de profundidade. Depois, a vala é cheia com entulho (amarrado) até à parte de cima dos troncos e o solo que foi retirado é usado para encher a vala e suavizar a sua superfície.

Podem-se combinar faxinas com zonas de amortecimento com vegetação, construindo-as no meio da vegetação da faixa de amortecimento. Mini represas podem ser combinadas com valas com vegetação.

Limitações

Construções dispersivas exigem muito trabalho e necessitam de um investimento considerável para serem construídas e mantidas.

Utilização correta dos PF

Geral

A homologação dos PF aborda os riscos associados ao ambiente e a aspetos da segurança humana. No que diz respeito à proteção da água estas avaliações podem dar origem a regulamentação, que vem expressa nos rótulos dos produtos, destinada a atenuar a exposição prevista nas águas superficiais causada pela deriva, escoamento e/ou episódios de drenagem. Os requisitos legais que vêm nos rótulos dos produtos devem ser considerados como parte integrante da complexa estratégia para reduzir a contaminação das águas superficiais, que inclui a adoção de Boas Práticas (BP). As medidas que se seguem estão especificamente relacionadas com a atenuação do escoamento/erosão.

A utilização correta dos PF começa com controlos regulares e a correta calibração do equipamento de pulverização. (Nalguns países é obrigatório testar o equipamento de pulverização/outros estados membros da UE ainda necessitam de implementar sistemas de fiscalização que constam da diretiva da maquinaria).

25. Otimizar as épocas de aplicação dos PF

O que fazer

Para reduzir o risco de poluição da água é, geralmente, necessário considerar os seguintes pontos.

- Não aplicar produtos quando se prevê chuva significativa, na região, nas próximas 48;
- Não aplicar PF em solos saturados ou em campos que estão a receber águas de drenagem;
- Reduzir ao mínimo necessário o número de aplicações e as doses dos PF; verificar estratégias alternativas aos PF caso haja de riscos de escorrimento.

26. Otimizar as épocas de aplicação sazonais dos PF

É fundamental verificar se as aplicações de PF calham em épocas em que se dá a recarga das águas subterrâneas e os drenos estão a libertar água.

O que fazer

- Selecionar os PF apropriados de acordo com a janela de aplicação;
- Aplicar os pesticidas fora da principal época de recarga das águas subterrâneas/libertação de água pelos drenos;
- Se existirem requisitos de épocas de aplicação sazonais, estudar cuidadosamente o rótulo dos PF.



Como fazer

- Assinalar ou marcar as áreas dos campos onde é necessário respeitar restrições, de acordo com os PF selecionados;
- Estudar cuidadosamente os rótulos dos PF para ver se existem limitações à época de aplicação, em relação à queda de chuva;
- Verificar as previsões meteorológicas respeitantes à chuva na região (o primeiro episódio de chuva significativa depois da aplicação é o mais crítico);
- Verificar os níveis de saturação da água no solo, nos campos onde se pretende pulverizar, e evitar pulverizar em solos saturados;
- Se o campo for drenado artificialmente, verificar se a água está a sair dos drenos e evitar pulverizar sempre que isso aconteça.



Como fazer

- Assinalar ou marcar as áreas dos campos onde é necessário respeitar restrições, de acordo com os PF selecionados;
- Evitar, o mais possível, pulverizar no fim do outono ou início da primavera quando os solos estão habitualmente (quase) saturados com água ou esta corre dos drenos artificiais. Verificar os requisitos específicos dos produtos bem como as recomendações das marcas.

27. Selecionar os produtos apropriados para a proteção das culturas

O que fazer

- Selecionar o PF apropriado para resolver o seu problema de protecção da cultura;
- Ler cuidadosamente o rótulo do PF e respeitar as medidas de redução do risco;
- Se o PF selecionado requer medidas específicas de atenuação que são difíceis de implementar, verificar as soluções alternativas ou consultar um técnico para ver se é possível modificar a forma de utilização (por ex. reduzir a dose em combinação com outro PF - mistura); reduzir a dose de aplicação na área tratada (por ex. tratar apenas as linhas ou usar um PF alternativo);
- Tomar medidas para eliminar eventuais poluição pontuais e aplicar medidas viáveis para reduzir o risco de poluição difusa (escorrimento, deriva da calda) do PF usado;
- Se os problemas com um PF específico persistirem, discutir com o técnico estratégias alternativas para protecção da cultura.

Como fazer

- Seguir o aconselhamento sobre PF para a sua região;
- Fazer uma lista dos campos onde há restrições específicas para os PF e registar a sua forma de atuação. Verificar se o manuseamento dos PF, na propriedade, está correto para evitar poluições pontuais (use uma checklist). Concentrar especialmente nos seguintes aspetos:
- As medidas de precaução são aplicadas quando enche ou lava o pulverizador na propriedade?
- O pulverizador está equipado com um tanque de lavagem, sistema interno de limpeza/lavagem? (Ref.: TOPPS - BP para reduzir as poluições pontuais?)
- Todos os agricultores numa área de captação devem ser informados /treinados nas BP para evitar poluições pontuais;
- Avaliar a captação e os campos e adotar medidas de atenuação para reduzir o escorrimento/erosão e deriva da calda, dos campos para a captação (BP).



- Otimizar a época de aplicação para reduzir o risco de transferências de PF com a água;
- Reduzir as doses de aplicação (por ex. utilizando misturas de produtos com doses de aplicação baixas). Usar técnicas de aplicação para reduzir, se possível, a área tratada com PF (tratamento em bandas, pulverização direta, sensores de pulverização);
- Consultar o técnico sobre outras opções para garantir a protecção das culturas;
 - Por ex. técnicas alternativas para protecção das culturas sem utilizar produtos químicos;
 - Escolher PF alternativos que têm substâncias ativas com propriedades diferentes (meia vida de degradação no solo, mobilidade no solo, toxicidade aquática = padrões diferentes de qualidade ambiental).

Se não for encontrada nenhuma solução considerar plantar outras culturas.

Limitações

Depois de uma avaliação cuidadosa é necessário acertar com o técnico e o agricultor um plano de redução da poluição pontual. As medidas centram-se no manuseamento correcto dos PF, sensibilização para a protecção da água e melhorias do equipamento e infraestruturas (armazenamento, local de lavagem, depósito biológico). Estes planos de acção deviam, de preferência, ser discutidos, com todos os agricultores da captação.

A implementação de medidas de atenuação para reduzir o escorrimento e a erosão é uma tarefa individual e coletiva. Todas as pessoas envolvidas deviam preparar um plano de acção com objetivos definidos. Opções de financiamento público estão frequentemente disponíveis para medidas técnicas e infraestruturais e deviam ser exploradas.

Em áreas com problemas de poluição da água, as autoridades que controlam esta qualidade deviam interagir de uma forma aberta e construtiva com os agricultores para encontrar soluções de consenso (nalguns países existem exemplos deste tipo

de colaboração). É muito encorajador quando estas ações podem ser associadas a uma posterior melhoria da qualidade da água.

Irrigação

A irrigação é uma aplicação artificial de água no solo, pois a natural, que está disponível, é por vezes insuficiente. O principal desafio na proteção da qualidade da água, do excesso de irrigação, é o controlo da quantidade de água e a gestão da drenagem, em situações em que em que estes sistemas foram construídos para prevenir a salinização. Os riscos de escoamento estão diretamente associados com os sistemas de irrigação montados e com a gestão da irrigação.



28. Selecionar a tecnologia para a irrigação

Os diferentes sistemas são caracterizados por variações nos volumes de água utilizados e por diferenças distintas de aplicação. A irrigação por alagamento é a que necessita de maior quantidade de água; 800 - 1200 m³/ha, a rega por aspersão usa cerca de 300 - 500 m³/ha. A rega por aspersão pode causar compactação superficial/formação de crostas devido aos salpicos das gotas na superfície do solo. A rega gota a gota trabalha, com volumes de água muito baixos e é a mais usada em culturas de alto valor devido ao grande investimento necessário para a sua implantação.

A chave para reduzir o risco de escoamento é a gestão correta da irrigação considerando o teor de água no solo a sua

28. Selecionar a tecnologia para a irrigação

O que fazer

A chave para reduzir o risco de escoamento é a gestão correta da irrigação considerando o teor de água no solo a sua capacidade de retenção e as necessidades da cultura em relação à evapo-transpiração.

Como fazer

O mais importante é monitorar, estimar e gerir o volume correto de água que a cultura necessita. Os principais indicadores são o teor de humidade do solo, a tensão da humidade do solo e a consideração da previsão de chuvas. Há sistemas informáticos de apoio disponíveis para o planeamento da irrigação. Se forem usados sistemas menos



capacidade de retenção e as necessidades da cultura em relação à evapo-transpiração.

O sistema de irrigação mais comum na Europa do Sul ainda é a irrigação por alagamento. Fornece grandes quantidades de água e não permite um controlo fácil dos volumes para prevenir a aplicação excessiva.

O que fazer/como fazer

A medida de atenuação mais eficaz é o investimento em tecnologias menos consumidoras de água e que permitem uma melhor gestão da irrigação (aspersão, micro aspersão, gota a gota).



controláveis (irrigação por alagamento) a irrigação por sulcos pode ajudar a poupar água e a reduzir o escoamento. Esta prática pode igualmente ser útil para infiltrar mais água caso ocorram chuvas.

Limitações

Na maioria das áreas irrigadas o volume de água e a sua disponibilidade são controlados. Um aconselhamento detalhado terá, portanto, de ter em atenção as circunstâncias locais.

Avaliação da eficácia das medidas de atenuação

Na figura seguinte é avaliada a eficácia de medidas, relativamente a diferentes tipos de escoamento: limitações de infiltração, excesso de saturação e fluxo concentrado (ver legenda em pp. 30).

A categoria da escala define onde as medidas podem ser basicamente aplicadas: no terreno (T) ou na captação (C)

1. Reduzir a intensidade das mobilizações



2. Preparar camas de semente irregulares



3. Evitar a compactação da superfície do solo



4. Evita a compactação do subsolo



5. Gerir/Orientar os rodados



6. Construir diques dentro dos terrenos (diques ao longo das curvas de nível)



7. Efetuar os maneios culturais ao longo das curvas de nível



8. Otimizar as rotações culturais



9. Estabelecer culturas em faixas (transversalmente à encosta)



10. Plantar culturas anuais de cobertura



11. Implementar a dupla sementeira



12. Estabelecer culturas perenes de cobertura nas plantações



13. Aumentar as cabeceiras



14. Estabelecer e manter zonas de amortecimento dentro dos campos



15. Estabelecer e manter zonas de amortecimento nas bordas dos campos



16. Estabelecer e manter zonas de amortecimento ribeirinhas



17. Estabelecer e manter zonas de amortecimento nos talwegs



18. Estabelecer e manter sebes



19. Manutenção de bosques



20. Gerir áreas de acesso ao campo



21. Construir ou manter valas com vegetação



22. Estabelecer ou manter lagoas de retenção/zonas húmidas artificiais



23. Construir ou manter diques nas bordas dos campos



24. Implementar construções dispersivas



25. Optimizar as épocas de aplicação dos PF



26. Optimizar as épocas de aplicação sazonais dos PF



27. Selecionar os produtos apropriados para a proteção das culturas



28. Selecionar a tecnologia para a irrigação



29. Optimizar a época e o volume da irrigação



Árvore de decisão

Árvore de decisão/painel de instrumentos apoiam a tomada rápida de decisões em situações complexas, de uma forma estruturada. Combina conhecimento implícito e tácito e, geralmente, proporciona um alto grau de decisões corretas. (Ver painel de instrumentos).

BP

Boas Práticas: no contexto do documento, recomendações e ferramenta para evitar perdas de PF para a água/áreas sensíveis.

Cabeceira

A cabeceira é uma área de terreno, encostada a um campo. A direção das lavouras ou sementeiras é, com frequência, transversal à direção principal da cultura desse campo.

Capa de solo

Compactação na superfície do solo, especialmente naqueles com um alto teor de limo (> 25 %). As capas de solo tendem a ser vulneráveis ao escoamento e erosão

Captação

Área de terreno de onde todo o escoamento superficial flui, através de uma série de ribeiros, rios e, possivelmente, lagos para um determinado ponto num curso de água (normalmente um lago ou uma convergência de rios).

Culturas de cobertura

Cultura que se desenvolve entre duas culturas principais, por ex. depois da colheita e até à nova sementeira. A finalidade da cultura de cobertura é proteger a estrutura do solo (reduzir o efeito de salpico causado pela chuva, efeito de sombra) e utilizar água. As culturas de cobertura são medidas eficientes de atenuação para reduzir a transferência de nutrientes hidro solúveis/poluentes para as águas superficiais e subterrâneas.

Dique

Um dique é uma pequena barragem para reduzir a corrente de água e manter o máximo de água possível no campo, para evitar o escoamento e aumentar a infiltração do solo

Drenagem

Os sistemas de drenagem são instalados para tornar a terra, que fica molhada por muito tempo, adequada para a produção agrícola. A água drenada irá fluir para uma vala ou para uma zona húmida.

Erosão

É o movimento do solo pela água ou pelo vento.

Erosão de canal

A erosão de canal é o processo intermédio entre a erosão laminar e a erosão de ravina. Resulta da concentração da erosão laminar em pequenas e efémeras vias de passagem da água, que dão origem a canais com até 30 cm de profundidade.

Erosão laminar

A erosão laminar é a retirada de partículas de solo, em finas lâminas, de um terreno levemente inclinado. A erosão laminar passa habitualmente despercebida mas pode ser responsável por grandes perdas de solo tanto em ambientes cultivados como não cultivados.

Erosão de ravina

Forma extrema de erosão numa paisagem. Trata-se de um canal de drenagem íngreme e profundo, cavado pelas águas superficiais, que não flui permanentemente.

Escoamento

A água de escoamento superficial é a água que escorre sobre a terra, quando toda ou parte da água da chuva, irrigação ou degelo não se pode infiltrar no solo: (1) tão depressa quanto chega à superfície do solo (limitações de Infiltração); (2) se a capacidade de se infiltrar é excedida (solo saturado). As mobilizações influenciam, frequentemente, os dois tipos de escoamento, por exemplo formando uma capa impermeável na superfície do solo ou dando origem a calos da lavoura, limitando a drenagem vertical dos solos.

Escoamento concentrado

O escoamento concentrado ocorre quando as águas superficiais se acumulam em sulcos ou ravinas (por ex. num talweg). Dependendo das condições do solo o escoamento concentrado é o início de problemas sérios de erosão.

Escoamento laminar/fluxo laminar

O escoamento laminar é água a escorrer pela encosta abaixo, em lâminas finas, sem estar concentrada (por ex. ribeiros).

Episódio de chuva

Diz respeito a uma chuva desde que começa até que acaba. No contexto das BP a intensidade (tempo e volume) do episódio de chuva é importante para gerar escoamento ou erosão.

Estrutura de retenção

As estruturas de retenção são estruturas naturais ou artificiais capazes de deter, na captação, a água de escoamento e os sedimentos.

Faixa de amortecimento

Uma faixa de amortecimento é uma faixa vegetada, não cultivada, entre uma cultura e uma massa de água, com o objetivo de prevenir o escoamento/erosão.

Fontes difusas

Fontes difusas no contexto de poluição agrícola, podem ser definidas como fontes de poluição vindas directamente de fora de um campo. Com frequência toda a poluição agrícola é, em geral, referida como fonte difusa de poluição o que, na nossa opinião não mostra diferenças importantes (por ex. poluição originária de actividades na propriedade) e, portanto, pode levar a recomendações inconsistentes para medidas de atenuação.

Fonte pontual

O termo fonte pontual de poluição é usado de formas diferentes. No contexto destas BP, fontes pontuais são entradas de PF na água, provenientes directamente de actividades ou instalações na propriedade. Os fatores importantes podem ser largamente controlados pelo operador através de um comportamento correto e equipamento e infra estruturas apropriadas.

Infiltração

Entrada de água no solo, no sentido descendente. As características do solo determinam a quantidade de água que pode ser mantida no campo. Os principais critérios são a capacidade/aptidão de infiltração.

Infiltração lateral

Movimento subsuperficial de água, forçada, por exemplo, por uma camada impermeável ou de permeabilidade reduzida.

Massa de água

Neste documento refere-se a uma "Massa de água superficial": uma massa distinta e significativa de águas superficiais como um lago, reservatório, ribeiro, rio ou canal, ou parte de um ribeiro, rio ou canal (Directiva 2000/60/EC).

Mobilização

Mobilização é o termo geral para cultura do solo. A mobilização tradicional está ligada à lavoura do solo. Mobilização reduzida ou não mobilização são técnicas culturais que não afetam, tanto como a lavoura, a estrutura do solo, que tem um efeito positivo na capacidade de infiltração da água.

Mulch

Restos, na superfície do solo, de uma cultura ou culturas de cobertura reduzem o fluxo da água à superfície e têm um efeito positivo na infiltração da água no solo.

Painel de instrumentos

Painel de instrumentos/ árvore de decisão fornecem dados chave agregados, que permitem ao utilizador tomar decisões rápidas e estruturadas sem precisar de saber todos os detalhes (por ex. o painel de instrumentos num carro). (Ver árvore de decisão).

Práticas culturais

Prática geral para cultivar produtos numa determinada região. Frequentemente é o resultado da principal produção da região (determinada principalmente por condições comerciais, climáticas, de solo e outras condições agronómicas).

Pesticida

De acordo com a legislação da UE (Directiva 2009/128/EC), „pesticidas“ inclui os Produtos de Protecção das Plantas (definidos no Regulamento (EC) 1107/2009) e os produtos biocidas (definidos na Directiva 98/8/EC). Neste documento o termo refere-se apenas a Produtos de Protecção das Plantas.

PF

Produtos Fitofarmacêuticos: de acordo com a legislação da UE (Regulamento (EC) 1107/2009), PF são produtos que consistem ou contêm substâncias ativas, produtos protetores ou sinérgicos, destinados a: (a) proteger plantas ou produtos de plantas contra organismos nocivos ou prevenir a acção destes organismos; (b) influenciar os processos de vida das plantas (como substâncias que influenciam o seu crescimento), sem ser como nutrientes; (c) preservar os produtos das plantas; (d) destruir plantas indesejáveis ou partes de plantas; (e) limitar ou evitar o crescimento indesejado de plantas.

Permeabilidade do solo

A permeabilidade do solo é responsável pelo volume de água que, numa certa área/tempo, pode passar através da camada de solo (ver equação de Darcy).

Rotação de culturas

Sequência de culturas num campo ou numa região. Uma rotação de culturas ampla tem muitos efeitos agronômicos positivos, tais como amortecer o fluxo de água, reduzindo a pressão das pragas e infestantes.

Rodados

Os rodados são áreas não cultivadas, num campo, usadas pelos tratores/máquinas. Os rodados podem ser locais onde se concentra a água e, além disso, a compactação do solo pode aumentar o risco de escoamento/erosão.

Substrato

No contexto com a ciência do solo o substrato é a base rochosa que produz o solo pela sua alteração.

Talweg

Um talweg é uma linha abstrata que liga os pontos inferiores do canal de um rio ou, em geral, os pontos inferiores onde as diversas encostas se juntam para formar um vale. O termo deriva da palavra alemã elementos Tal (= a vale) e weg (= a caminho).

Textura do solo

A textura indica o teor, no solo, de partículas de diferentes dimensões (areia, limo, argila).

Vala

Canal de drenagem artificial

Zona de amortecimento

Zona de amortecimento é uma área não tratada, cultivada ou não, concebida e dedicada para evitar que áreas adjacentes sensíveis sejam contaminadas por pesticidas, através da deriva da pulverização.

Zona húmida

Ver estrutura de retenção.

Esta brochura das BP é baseada nas experiências pessoais dos nossos parceiros e dos especialistas que colaboraram neste projeto, bem como numa pesquisa variada, realizada ao longo dos anos, em numerosos locais. A bibliografia refere publicações que podem ser úteis para estudos mais aprofundados sobre escoamento e erosão.

Manifestamos o nosso apreço pelo trabalho realizado pelos nossos parceiros do apoio técnico.

Arvalis Institute du vegetal (Boigneville, France) por partilhar experiências com base nas suas ferramentas de consultoria Aqua-vallee e Aqua-plaine e conhecimentos específicos da Irstea Lyon França na avaliação da localização e dimensionamento de zonas de amortecimento vegetadas.

Agradecemos todas as contribuições dos nossos parceiros e peritos, em escoamento, que adaptaram as BP às suas situações específicas e ajudaram a traduzir a pesquisa em aplicações práticas.

AGNEW, L. J.; LYON, S.; MARCHANT, P. G. ET AL.:

Identifying hydrologically sensitive areas: bridging the gap between science and application. *Journal of Environmental Management*, 2006 (78), 63–76.

ANBUMOZHI, V.; RADHAKRISHNAN, J.; YAMAGI, E.:

Impact of riparian buffer zones on water quality and associated management considerations. *Ecological Engineering*, 2005 (24), 517–523.

ANGIER, J. T.; MCCARTY, G. W.; RICE, C. P.; BIALEK, K.:

Influence of riparian wetland on nitrate and herbicides exported from an agricultural field. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002 (50), 4424–4429.

BAKER, J. L.; MICKELSON, S. K.:

Application technology and best management practices for minimizing herbicide run-off. *Weed Technology*, 1994 (8), 862–869.

BAKER, M. E.; WELLER, D. E.; JORDAN, T. E.:

Improved methods for quantifying potential nutrient interception by riparian buffers. *Landscape Ecology*, 2006 (21), 1327–1345.

BANASIK, K.; HEJDUK, L.:

Long-term changes in run-off from a small agricultural catchment. *Soil & Water Res.*, 2012 (7), 64–72.

BARLING, R. D.; MOORE, I. D.:

Role of buffer strips in management of waterway pollution: a review. *Environmental Management*, 1994 (18), 543–558.

BENTRUP, G. 2008:

Conservation Buffers - Design Guidelines for Buffers, Corridors, and Greenways. Gen. Tech. Rep. SRS-109. Asheville, NC: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 110 p. Online: http://www.unl.edu/nac/bufferguidelines/docs/conservation_buffers.pdf

BERRY, J. K.; DETGADO, J. A.; KHOSLA, R.; PIERCE F. J.:

Precision conservation for environmental sustainability. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003, 58(6), 332–339.

BLANCHARD, P. E., and LEARCH R. N. (2000):

Watershed vulnerability to losses of agricultural chemicals: interactions of chemistry, hydrology, and land use. *Environ. Sci. Technol.* 34, 3315–3322.

BOORMAN, D.B., Hollis, J. M. and Lilly, A. (1995).

Hydrology of Soil Types: A Hydrologically-Based Classification of the Soils of the United Kingdom. Report No.126, Institute of Hydrology, UK.

BOYD, P. M.; BAKER, J. L.; MICKELSON, S. K.; AHMED, S.I.:

Pesticide transport with surface run-off and subsurface drainage through a vegetative filter strip. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 2003 (46), 675–684.

BROWN, C. D., and W. van BEINUM (2009):

Pesticide transport via sub-surface drains in Europe. *Environmental Pollution*. 157, 3314–3324.

CHEN, W., P. HERTL, S. CHEN and D. TIERNEY (2002):

A pesticide surface water mobility index and its relationship with concentrations in agricultural drainage watersheds. *Environ. Tox and Chem.* 21, 298–308.

DABNEY, S. M.; MOORE, M. T.; LOCKE, M. A.:

Integrated management of in-field, edge-of-field, and after-field buffers. *Journal of American Water Resources Association*. 2006 (42), 15–24.

DABNEY, S.M.; MOORE, M. T.; LOCKE, M. A.:

Integrated management of in-field, edge-of-field, and after-field buffers. *Journal of American Water Resources Association*, 2006 (42), 15–24.

DANIELS, R. B.; GILLIAM, J. W.:

Sediment and chemical load reduction by grass and riparian filters. *Soil Science Society of America Journal*, 1996 (60), 246–251.

DELTA F.A.R.M. & PESTICIDE ENVIRONMENTAL STEWARDSHIP (PES):

The Value of Buffers For Pesticide Stewardship and Much More. Online: [http://pesticidestewardship.org/Documents/Value of Buffers.pdf](http://pesticidestewardship.org/Documents/Value_of_Buffers.pdf)

DILLAHA, T. A.; RENEAU, R. B.; MOSTAGHIMI, S.; LEE, D.:

Vegetative filter strips for agricultural nonpoint source pollution control. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 1989 (32), 513–519.

DOSSKEY, M. G. G.; EISENHAUER, D. E.; HELMERS, M. J.:

Establishing conservation buffers using precision information. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2005 (60), 349–354.

DOSSKEY, M. G. G.; HOAGLAND, K. D.; BRANDLE, J.R.:

Change in filter strip performance over ten years. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2007 (62), 21–32. DYSON, JS, WA JURY and GL BUTTERS (1990) The Prediction and Interpretation of Chemical Movement Through Porous Media: The Transfer Function Approach. Report EN-6853 for the Electric Power Research Institute, California, USA

EAGLESON, PS (1978):

Climate, soil and vegetation. 5: A derived distribution of storm surface run-off. *Water Resources Research* 14, 741–748.

FAWCETT, R. S.; CHRISTENSEN B. R.; TIERNEY, D. P.:

The impact of conservation tillage on pesticide run-off into surface water: A review and analysis. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1994, 49(2), 126–135.

FIENER, P., AUERSWALD, K.:

Effectiveness of grassed waterways in reducing run-off and sediment delivery from agricultural watersheds. *J. Environ. Qual.*, 2003 (32), 927–936.

FLANAGAN, D. C.; FOSTER, G. R.; NEIBLING, W. H.; BURT, J.P.:

Simplified equations for filter strip design. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 1989 (32), 2001–2007.

GHIDEY, F.; BAFFAUT, C.; LERCH, R. N.; KITCHEN, N. R.; SADLER, E. J.; SUDDUTH, K. A.:

Herbicide transport to surface run-off from a claypan soil: Scaling from plots to fields. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2010, 65(3), 168–179.

GUSTAFSON, D. I.:

Groundwater Ubiquity Score: A simple method for assessing pesticide leachability. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 1989 (8), 339–357.

HAWKINS, J. H. (1982):

Interpretations of source area variability in rainfall-run-off relations. In: *Rainfall-Run-off Relationship. Proceedings of the International Symposium on Rainfall-Run-off Modelling.* pp.303–342. Mississippi State University, Starkville, MS.

HAYCOCK, N. E.; MUSCUTT, A. D.:

Landscape management strategies for the control of diffuse pollution. *Landscape and Urban Planning*, 1995 (31), 313–321.

HAYES, J. C.; BAYFIELD, B. J.; BARNHISEL, R. I.:

Performance of grass filters under laboratory and field conditions. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 1984 (27), 1321–1331.

KERLE, E. A.; JENKINS, J. J.; VOGUE, P. A.:

Understanding pesticide persistence and mobility for groundwater and surface water protection. Extension publication EM8561, Oregon State University, 2007, 8 p.

KOVÁ, P.; VAŠŠOVÁ, D.; HRABALÍKOVÁ, M.:

Mitigation of surface run-off and erosion impacts on catchment by stone hedgerows. *Soil & Water Res.*, 2011 (6), 153–164.

KRUTZ, L. J.; SENSEMAN, S. A.; ZABLOTOWICZ, R. M.; MATOCHA, M. A.:

Reducing herbicide run-off from agricultural fields with vegetative filter strips: a review. *Weed Science*, 2005 (53), 353–367.

LACAS, J. G.; VOLTZ, M.; GOUY, V. ET AL.:

Using grassed strips to limit pesticide transfer to surface water: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2005 (25), 253–266.

LEONARD, RA (1990):

Movement of pesticides into surface waters. Chapter 9 in *Pesticides in the Soil Environment: Processes, Impacts, and Modelling.* Soil Science Society of America Book Series 2.

LEU, C., SCHNEIDER, M. K.; STAMM, C.:

Estimating Catchment Vulnerability to Diffuse Herbicide Losses from Hydrograph Statistics. *J. Environ. Qual.*, 2010 (39), 1441–1450.

LOWRANCE, R.; DABNEY, S.; SCHULTZ, R.:

Improving water and soil quality with conservation buffers. *J. Soil Water Conserv.*, 2002 (57), 36–43.

LOWRANCE, R.; SHERIDAN, J. M.:

Surface run-off water quality in a managed three zone riparian buffer. *Journal of Environmental Quality*, 2005 (34), 1851–1859.

MAAS, R. P.; SMOLEN, M. D.; DRESSING, S. A.:

Selecting critical areas for nonpoint source pollution control. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1985 (40), 68–71.

MANDER, Ü.; KUUSEMETS, V.; LÕHUMS, K.; MAURING, T.:

Efficiency and dimensioning of riparian buffer zones in agricultural catchments. *Ecological Engineering*, 1997 (8), 299–324.

MCMAHON, T. A.; FINLAYSON, B.:

Global Run-off – Continental Comparisons of Annual Flows and Peak Discharges. CATENA VERLAG, Reiskirchen, 1992, 166 p.

MEALS, D. W.; DRESSING, S. A.; DAVENPORT, T. E.:

Lag Time in Water Quality Response to Best Management Practices – A Review. *J. Environ. Qual.*, 2010 (39), 85–96.

NORRIS, V.:

The use of buffer zones to protect water quality – a review. *Water Resources Management*, 1993 (7), 257–272.

OTTO, S.; CARDINALI, A.; MAROTTA, E.; PARADISI, C.; ZANIN, G.:

Effect of vegetative filter strips on herbicide run-off under various types of rainfall. *Chemosphere*, 2012 (88), Issue 1, pp. 113–119

PATTY, L.; RÉAL, B.; GRIL, J.:

The use of grassed buffer strips to remove pesticides, nitrate and soluble phosphorus compounds from run-off water. *Pesticide Science*, 1997 (49), 243–251.

PHILLIPS, J. D.:

Evaluation of the factors determining the effectiveness of water quality buffer zones. *Journal of Hydrology*, 1989 (107), 133–145.

POLYAKOV, V.; FARES, A.; RYDER, M. H.:

Precision riparian buffers for the control of nonpoint source pollutant loading into surface water: a review. *Environmental Review*, 2005 (13), 129–144.

POPOV, V. H.; CORNISH, P. S.; SUN, H.:

Vegetated biofilters: the relative importance of infiltration and adsorption in reducing loads of water-soluble herbicides in agricultural run-off. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2006 (114), 351–359.

PROKOPY, L. S.; FLORESS, K.;**KLOTTHOR-WEINKAUF, D.; BAUMGART-GETZ, A.:**

Determinants of agricultural best management practice adoption: Evidence from the literature. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2008, 63(5), 300–311.

QUI, Z.; WALTER, M. T.; HALL, C.:

Managing variable source pollution in agricultural watersheds. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2007 (62), 115–122.

RABOTYAGOV, S. S., JHA, M. K.; CAMPBELL, T.:

Impact of crop rotations on optimal selection of conservation practices for water quality protection. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2010, 65(6), 369–380.

RANKINS, A.; JR.; SHAW, D. R.; BOYETTE, M.:

Perennial grass filter strips for reducing herbicide losses in run-off. *Weed Science*, 2001 (49), 647–651.

RANKINS, A.; JR.; SHAW, D. R.; DOUGLAS, J.:

Response of perennial grasses potentially used as filter strips to selected postemergence herbicides. *Weed Technology*, 2005 (19), 73–77.

REICHENBERGER, S.; BACH, M.; SKITSCHAK, A.; FREDE, H.:

Mitigation strategies to reduce pesticide inputs into ground- and surface water and their effectiveness; a review. *Science of the Total Environment*, 2007 (384), 1–35.

ROBINSON, C. A.; GHAFFARZADEH, M.; CRUSE, R. M.:

Vegetative filter strip effects on sediment concentration in cropland run-off. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1996 (51), 227–230.

ROBINSON, M., and RYCROFT, D.W. (1999):

The impact of drainage on streamflow. Chapter 23 in Skaggs, W. and J van Schilfgaarde (eds), *Agricultural Drainage*. Agronomy Monograph 38. Soil Soc. Sci. Am., Madison, Wisconsin, USA, 753–786.

ROSE, C. W. (2004):

An Introduction to the Environmental Physics of Soil, Water and Watersheds, Cambridge University Press pp. 441.

SCHMITT, T. J.; DOSSKEY, M. G. G.; HOAGLAND, K. D.:

Filter strip performance and processes for different vegetation widths and contaminants. *Journal of Environmental Quality*, 1999 (28), 1479–1489.

SCHULTZ, R. C.; COLLETTI, J. P.; ISENHART, T. M. ET AL.:

Design and placement of a multi-species riparian buffer strip system. *Agroforestry Systems*, 1995 (29), 201–226.

SHANLEY, J. B.; CHALMERS, A.:

The effect of frozen soil on snowmelt run-off at Sleepers River, Vermont. *Hydrological Processes*, 1999 (13), 1843–1857.

SHIPITALO, M. J.; JAMES, V.; BONTA, V.; DAYTON, E. A.; OWENS, L. B.:

Impact of Grassed Waterways and Compost Filter Socks on the Quality of Surface Run-off from Corn Fields. *J. Environ. Qual.*, 2010 (39), 1009–1018.

SHIPITALO, M. J. AND OWENS, L. B.:

Tillage system, application rate, and extreme event effects on herbicide losses in surface run-off. *J. Environ. Qual.*, 2006 (35), 2186–2194.

SKAGGS, R. W.; FAUSEY, N. R.; EVANS, R. O.:

Drainage water management. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2012, 67(6), 167–172.

STROCK, J. S.; KLEINMAN, P. J. A.; KING, K. W.; DELGADO, J. A.:

Drainage water management for water quality protection. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2010, 65(6), 131–136.

TOMER, M. D.; JAMES, D. E.; ISENHART, T. M.:

Optimizing the placement of riparian practices in a watershed using terrain analysis. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003, 58(4), 198–206.

TOMER, M. D.; JAMES, D. E.; ISENHART, T. M.:

Optimizing the placement of riparian practices in watershed using terrain analysis. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003 (58), 198–206.

UNIVERSITY OF NEBRASKA-LINCOLN:

Targeting Watershed Management Practices for Water Quality Protection: a Heartland Regional Water Coordination Publication, RP195. Online: <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/live/rp195/build/rp195.pdf>

USDA-NRCS:

Conservation Buffers to Reduce Pesticide Losses. National Water and Climate Center & Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programs. Online: <http://www.in.nrcs.usda.gov/technical/agronomy/newconbuf.pdf>

USEPA. 2005:

Handbook for developing watershed plans to restore and protect our waters. EPA 841-B-05-005. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, DC. WAGNER, T, M Sivapalan, P TROCH and R WOODS (2007). Catchment classification and hydrologic similarity. *Geography Compass*. 1, 901–931.

WARD, RC and M ROBINSON (2000):

Principles of Hydrology. McGraw-Hill pp. 450.

WAUCHOPE R. D.; GRANEY, R. L.; CRYER, S.; EADSFORTH, C.; KLEINS, A. W.; RACKE, K. D.:

Pesticide Run-off – Methods and Interpretation of Field Studies. *Pure & Appl. Chem.*, 1995 (67), No. 12, pp. 2089–2108.

WISSMAR, R. C.; BEER, W. N.; TIMM II, R. K.:

Spatially explicit estimates of erosion-risk indices and variable riparian buffer widths in watersheds. *Aquatic Sciences*, 2004 (66), 446–455.

YANG, W.; WEERSINK, A.:

Cost-effective targeting of riparian buffers. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 2004 (52), 17–34.

YU, B (1998):

Theoretical justification of the SCS method for run-off estimation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 124, 306–310.

YU, B, U Cakurs and CW ROSE (1998):

An assessment of methods for estimating run-off rates at the plot scale. *Transactions of the Am. Soc. Ag. Eng.* 41, 653–661.

ZHANG, X., XINGMEI, L.; ZHANG, M.; DAHLGREN, R. A.; EITZEL, M.:

A Review of Vegetated Buffers and a Meta-analysis of Their Mitigation Efficacy in Reducing Nonpoint Source Pollution. *J. Environ. Qual.*, 2010 (39), 76–84.

TOPPS

Water Protection



CropLife
PORTUGAL

Para quem pensa a agricultura do futuro.

CROPLIFE PORTUGAL - Associação da Indústria
da Ciência para a Proteção das Plantas
Rua General Ferreira Martins, nº10 - 6ªA 1495-137
Algés
Tel. +351 214 139 213 . geral@croplifeportugal.pt
www.Croplifeportugal.pt

Parceiros:



Confederação dos Agricultores de Portugal
R. Mestre Lima de Freitas, nº 1
1549-012 Lisboa . Portugal
cap@cap.pt
www.cap.pt



Rua Maria Andrade, 13
1199-013 Lisboa
T: 21 811 80 00
confagri@confagri.pt
www.confagri.pt



Campus de Caparica
2829-516 Caparica . Portugal
Tel: 213 924 300
www.fct.unl.pt