

Agrodok 13

Recolha de água e retenção da humidade do solo

Justine Anschütz
Antoinette Kome
Marc Nederlof
Rob de Neef
Ton van de Ven

© Fundação Agromisa, Wageningen, 2005.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida qualquer que seja a forma, impressa, fotográfica ou em microfilme, ou por quaisquer outros meios, sem autorização prévia e escrita do editor.

Primeira edição em português: 2005

Autores: Justine Anschutz, Antoinette Kome, Marc Nederlof, Rob de Neef, Ton van de Ven

Editores: Justine Anschutz, Marc Nederlof

Ilustrações: Barbera Oranje

Design gráfico: Eva Kok

Tradução: Rob Barnhoorn, Cristina Soeiro-Timmer

Impresso por: Digigrafi, Wageningen, Países Baixos.

ISBN: 90-8573-030-9

NUGI: 835

Prefácio

Na série Agrodok faltava um manual que descrevesse uma melhor utilização de água proveniente de origens mais pequenas que rios e lençóis de água subterrânea, mas ainda disponível para agricultura: a queda da chuva e o escoamento superficial. Antoinette Kome, Rob de Neef e Ton van de Ven vêm preencher esta falta escrevendo este Agrodok sobre **'Recolha de água e retenção da humidade do solo'**. Os redactores em epígrafe proporcionaram também parte do conteúdo. As técnicas de recolha de água aqui descritas são particularmente úteis em áreas áridas e semi-áridas, mas as técnicas descritas para conservação da humidade do solo também são válidas em regiões sub-húmidas.

Theo Meijer, Max Donkor e Marc Nederlof contribuíram para este Agrodok com conselhos técnicos. A Agromisa também está grata a Anne Gobin do Instituto para a Gestão da Terra e da Água em Lovaina, Bélgica, e a Pierre Chevallier do Departamento de Hidrologia de ORSTOM em Montpellier, França, pelos seus comentários a uma versão anterior deste Agrodok. Finalmente, este Agrodok não estaria completo sem a contribuição de Barbera Oranje, que desenhou e adaptou um grande número das ilustrações.

Justine Anshütz & Marc Nederlof, redactores

Índice

1	Introdução	6
	Parte I: Recolha de água	9
2	Princípios da recolha de água	9
2.1	Definição	9
2.2	Condições para a recolha de água	10
2.3	Insumos para a recolha de água	12
3	Desenho de sistemas de recolha de água	14
3.1	Introdução	14
3.2	O sistema água/solo	15
3.3	Infiltração e escoamento superficial	16
3.4	Pluviosidade e escoamento superficial	19
3.5	Necessidade de água das culturas	22
3.6	Cálculo da razão C:CA	25
4	Seleção da técnica de recolha de água	32
4.1	Um resumo dos diferentes sistemas	32
4.2	Drenagem	34
5	Recolha de água - sistemas de contorno	38
5.1	Cômoros de pedras e barreiras	38
5.2	Valas e cômoros de contorno para culturas agrícolas	43
5.3	Cômoros de contorno para árvores	47
5.4	Cômoros de terra com descarregadores de pedras	51
6	Recolha de água - sistemas livres	56
6.1	Covas de plantação ou "Zai"	56
6.2	Micro-bacias encerradas	59
6.3	Cômoros semi-circulares	65
	Parte II: Retenção da humidade do solo	72

7	Sistemas de contorno para melhorar a infiltração	72
7.1	Lavoura de contorno	73
7.2	Culturas em faixas	74
7.3	Leivas de contorno e cômoros perpendiculares	77
7.4	Canteiros largos com regos	79
8	Melhoria de infiltração e armazenamento	82
8.1	Culturas de cobertura	82
8.2	Coberturas mortas (mulch)	84
8.3	Lavoura	87
8.4	Lavoura-mínima e lavoura-zero	89
9	Redução da evaporação e melhor uso da humidade	90
9.1	Quebra-ventos	90
9.2	Sementeira seca e rala	92
9.3	Pousio	93
9.4	Cultura de revezamento e cultura	94
9.5	Sistema integrado de exploração de contorno: SALT	96
	Anexo 1: Equipamento de tracção animal	98
	Anexo 2: Alturas e curvas de nível	99
	Leitura recomendada	103
	Endereços úteis	105
	Glossário	107

1 Introdução

A água é um dos principais requisitos para um crescimento saudável das plantas. A maioria das regiões áridas e semi-áridas, no entanto, sofrem de uma pluviosidade incerta e insuficiente. Nestas áreas também é comum haver um elevado nível de evaporação na estação de crescimento. Ao chover nas regiões (semi-)áridas, as tempestades de chuva normalmente têm um carácter torrencial. Os solos prevaletentes geralmente não podem absorver a quantidade de água que cai em tão curto espaço de tempo. Como resultado a queda de chuva nestas áreas (semi-)áridas é normalmente acompanhada por uma grande quantidade de escoamento superficial.

As características climáticas das regiões (semi-)áridas evidenciam a importância de usar a limitada quantidade de precipitação disponível tão eficientemente quanto possível. Uma forma é pela utilização do escoamento superficial (*recolha de água*). Outra forma é encorajar a infiltração e armazenamento da água da chuva no solo (*retenção ou conservação da humidade do solo*). As vantagens das técnicas de recolha de água e retenção de humidade em regiões (semi-)áridas podem ser resumidas da seguinte forma: uma maior quantidade de água disponível para as culturas pode significar uma garantia mais elevada e um maior nível de produção. Além disso, pode-se assim levar a cabo uma cultura durante um período seco, onde normalmente isto não seria possível.

A maior parte das técnicas de recolha de água fazem uso de grandes depósitos de água como rios e lençóis de águas subterrâneas (p.ex. poços e sistemas de irrigação), e requerem investimentos de grande escala. Mas em muitos países do mundo têm sido desenvolvidos simples métodos de pequena escala, para recolher a água de escoamento superficial com fins produtivos. Em vez de se deixar a água de escoamento causar erosão, esta é recolhida e aproveitada. Estão disponíveis uma larga variedade de técnicas de recolha de água com diferentes aplicações. Este Agrodok '**Recolha de água e retenção da humidade**

do solo' apresenta algumas destas técnicas. Enquanto que a recolha de água faz uso e até induz o escoamento superficial (figura 1), a retenção da humidade do solo tem a finalidade de prevenir o escoamento e manter a água da chuva tanto quanto possível no sítio onde cai. No entanto, a distinção entre os dois tipos de técnicas nem sempre é clara, especialmente quando a área de recepção (a que produz o escoamento superficial) é muito pequena. Além disso, as técnicas de retenção de humidade do solo podem ser aplicadas também às áreas cultivadas dos sistemas de recolha de água.

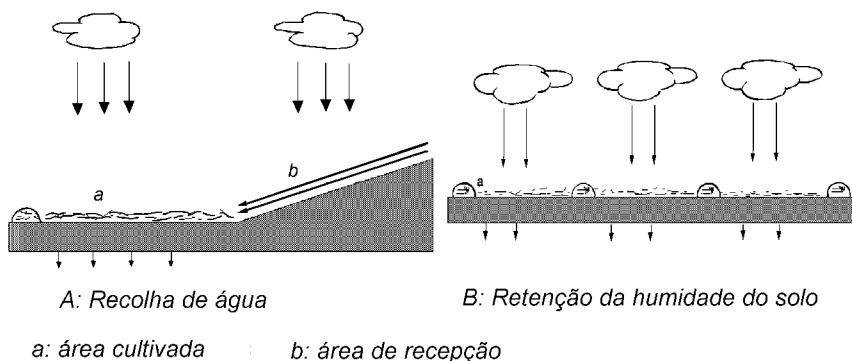


Figura 1: Recolha de água e retenção da humidade do solo

Este Agrodok foi elaborado tendo em vista extensionistas agrícolas que exercem actividades com agricultores que encontram problemas de falta de água, solos erodidos e produções baixas, em regiões (semi)-áridas. Duas chamadas de atenção são, no entanto, necessárias: primeiro, as técnicas descritas neste manual não podem aumentar a quantidade total de queda pluviométrica disponível numa área, mas apenas aumentar a disponibilidade de água para as plantas, recolhendo água que de outra forma se perderia; segundo, todas as técnicas de recolha de água concentram a água de escoamento numa área limitada (cultivada) o que aumenta o potencial risco de erosão.

Este Agrodok tem a seguinte estrutura:

A Parte I é dedicada à recolha de água. Após uma introdução no Capítulo 2, o Capítulo 3 explica a teoria para planear um sistema de recolha de água. O Capítulo 4 ajuda a seleccionar o sistema de recolha de água apropriado, e os capítulos 5 e 6 mostram exemplos de sistemas de recolha de pequena escala.

A Parte II debruça-se sobre o assunto da retenção (conservação) da humidade do solo. Os Capítulos 7 e 8 descrevem algumas medidas para aumentar a infiltração de água no solo. Esta parte finaliza com o Capítulo 9, descrevendo formas de reduzir a evaporação de água do solo e medidas para otimizar o uso da humidade do mesmo.

O glossário apresenta uma lista de termos técnicos e suas explicações. Os dois Anexos contêm, respectivamente, uma descrição do equipamento para a construção de leivas que faz uso de tracção animal, a fim de reduzir o trabalho manual, e uma explicação extensiva do uso do método do tubo de nivelamento com água para medir a altura, demarcar e alinhar as curvas de nível e para definir as inclinações de vertentes.

Parte I: Recolha de água

2 Princípios da recolha de água

2.1 Definição

A recolha de água pode ser definida no seu sentido mais amplo como o recolher da água proveniente do escoamento superficial para o seu uso produtivo. O escoamento pode ser recolhido tanto dos telhados (escorrência) e das superfícies dos terrenos como das correntes sazonais. Os sistemas de recolha de água que aproveitam o escoamento superficial de terrenos ou a escorrência dos telhados classificam-se sob o termo recolha de água da chuva enquanto que todos os sistemas que recolhem escoamentos de correntes sazonais estão agrupados sob o termo recolha de água de enchentes.

Este Agrodok debruça-se sobre a recolha de água da chuva das superfícies de terreno. O objectivo das técnicas descritas neste Agro-dok é a recolha de água para utilização na produção vegetal. Na figura 2 ilustra-se o princípio básico destas técnicas de recolha de água. As técnicas descritas são técnicas de pequena escala e podem ser aplicadas por agricultores individuais. Deixa-se deliberadamente sem cultivar uma certa quantidade de terreno, a área de recepção. A água da chuva escorre desta área para a zona onde se produzem as culturas, a área cultivada. O escoamento é retido em pequenas bacias (estruturas feitas de terra ou pedras) na área cultivada, através de métodos de conservação

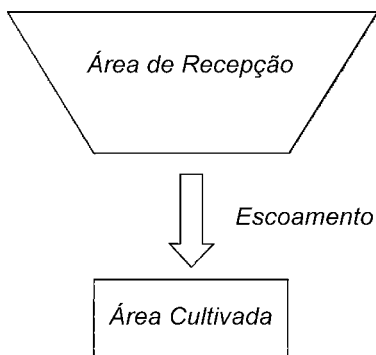


Figura 2: Princípio da recolha de água para a produção vegetal (Critchley, 1991)

da humidade do solo, que permitem à água infiltrar-se no solo e tornar-se disponível para as raízes das culturas.

As técnicas de recolha de água em pequena escala recolhem a água da chuva e também o escoamento superficial proveniente de pequenas áreas de recepção que cobrem vertentes de comprimento relativamente curto, quer dizer, com um comprimento de menos de 30 m (micro-bacias). A recolha de água da chuva em vertentes mais longas (30m - 200m), situadas fora dos campos cultivados, é praticável, mas não se encontra descrita neste Agrodok. A figura 3 é um exemplo de um sistema de micro-bacias.

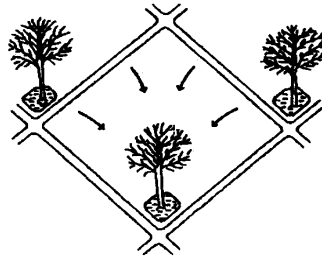


Figura 3: Sistema de micro-bacias (Critchley, 1991)

2.2 Condições para a recolha de água

Climas

A recolha de água é particularmente apropriada para regiões semi-áridas (300-700 mm de precipitação média anual). Também é praticada em algumas zonas áridas (100-300 mm de precipitação média anual). Estas são principalmente áreas subtropicais de pluviosidade invernal, como as do deserto de Negev em Israel e partes da África do Norte. Na maior parte das regiões tropicais, o período de maior pluviosidade ocorre na época de 'verão', quando os níveis de evaporação são elevados. Em regiões tropicais mais áridas o risco de perda de produção é consideravelmente maior. Neste caso, os custos das estruturas de recolha de água também são maiores, visto que estas têm de ter maior tamanho.

Inclinação das vertentes

A recolha de água não é recomendada em vertentes com uma inclinação que exceda 5%, devido à distribuição irregular do escoamento, a erosão do solo e os custos elevados das estruturas requeridas.

Solos e gestão da fertilidade

Os solos da área cultivada deverão ser férteis e ter bastante profundidade para facilitar uma suficiente capacidade de armazenamento da humidade. Solos na área de recepção deverão ter uma baixa capacidade de infiltração. Veja-se o ‘sistema água-solo’ no Capítulo 3.

Na maioria dos sistemas de recolha de água, a fertilidade do solo deve ser melhorada, ou pelo menos mantida, para que estes sejam produtivos e sustentáveis. A melhoria da disponibilidade de água e os rendimentos mais elevados derivados da recolha de água resultam numa maior exploração dos nutrientes do solo. Os solos arenosos não beneficiam da água adicional a menos que se apliquem medidas simultâneas para melhorar a fertilidade do solo. No Agrodok 2 - **Manejo da fertilidade do solo** descrevem-se os possíveis métodos para manter a fertilidade do solo nas áreas cultivadas.

Culturas

Um dos critérios principais para a selecção da técnica de recolha de água é que deve ser apropriada para o tipo de planta que se pretende cultivar. No entanto, a cultura também pode ser adaptada à estrutura. No Capítulo 3 apresentam-se algumas características gerais respeitantes às necessidades de água.

A diferença básica entre culturas perenes (p.ex. árvores) e anuais é que as árvores requerem a concentração de água em pontos localizados, enquanto que as culturas anuais normalmente beneficiam mais de uma distribuição uniforme da água sobre a área cultivada. Tal pode ser conseguida através do nivelamento da área cultivada. As gramíneas são mais tolerantes a uma distribuição de humidade irregular que as culturas de cereais.

No Capítulo 3 apresenta-se mais informação sobre a aptidão das culturas usadas em sistemas de recolha de água.

Critérios técnicos

Quando se procede à selecção de uma técnica apropriada de recolha de água, devem ser tomados em consideração dois grupos de critérios de igual importância relativa:

- 1 Uma técnica de recolha de água deverá funcionar bem desde o ponto de vista técnico.
- 2 Uma técnica de recolha de água deverá 'enquadrar-se' no sistema de produção dos utentes.

Se a nova técnica implicar um risco de perda de produção demasiadamente elevado em comparação com as técnicas comprovadas, ou se os seus requisitos laborais forem excessivos, não se irá adoptar o sistema de recolha de água proposto, por muito bem desenhado e planeado que seja, visto que as prioridades dos futuros utentes serão diferentes.

2.3 Insumos para a recolha de água

Como em todas as práticas agrícolas, é preciso que haja um balanço entre custos e benefícios dos sistemas de recolha de água. O benefício mais tangível é um aumento de produção para os agricultores. Nos anos com uma pluviosidade média, a recolha de água proporciona um aumento de aproximadamente 50 a 100% da produção agrícola, dependendo do sistema de recolha usado, o tipo de solo, o sistema de exploração, etc. Além disso, alguns sistemas permitem o desenvolvimento de culturas em lugares onde nada podia crescer anteriormente. Nos anos com uma pluviosidade média, os rendimentos geralmente serão mais elevados dos obtidos nos talhões experimentais (de referência), embora num ano muito severo o efeito possa ser neutro.

Custos, mão de obra e equipamento

A maior despesa de um esquema de recolha de água é a preparação do terreno. A quantidade necessária de escava para os sistemas de drenagem, recolha e transporte de pedras, manutenção das estruturas, etc.,

fornecerá uma indicação dos custos do projecto. Normalmente os requisitos laborais daí decorrentes são altos.

A maior parte das estruturas de recolha de água são construídas na estação seca. No entanto, não é correcto assumir que os agricultores estarão automaticamente com vontade de investir muito trabalho nestas estruturas numa base voluntária. Na estação seca, estes trabalhadores geralmente estão envolvidos noutras actividades, como o pastoreio de gado ou o trabalho assalariado sazonal nas plantações ou nas áreas urbanas. Sob circunstâncias específicas, como por exemplo, uma forte pressão populacional sobre a zona agrícola e uma degradação ambiental crescente, os agricultores poderão estar mais interessados em investir na recolha de água.

Os requisitos laborais dependem muito do tipo de equipamento usado. A escolha do equipamento depende basicamente das fontes de energia disponíveis. Em sistemas de pequena escala, a lavoura é geralmente executada com ferramentas manuais. Animais de tracção como bois, burros e cavalos, podem ser usados para a construção de leivas e preparação de talhões. Existe equipamento básico para a construção de leivas, que pode ser puxado por animais, por exemplo, as sulcadoras de aiveca. No Anexo 1 apresenta-se mais informação sobre este equipamento.

3 Desenho de sistemas de recolha de água

3.1 Introdução

O défice de água na área cultivada é preenchido pela água proveniente da área de recepção. Ao desenhar um sistema de recolha de água, calcula-se ou estima-se o tamanho da área de recepção, para se ter a certeza de que se recolhe suficiente água de escoamento superficial para atender às necessidades das culturas na área cultivada. A relação entre as duas áreas é expressa pela razão C:CA, que é a proporção entre a área de recepção (C) e a área cultivada (CA). No caso de culturas sazonais emprega-se geralmente, como regra prática de desenho, uma razão C:CA de 3:1 quer dizer, a área de recepção C tem um tamanho de três vezes maior que o tamanho da área cultivada CA.

Embora a razão C:CA sirva de base para dar forma a sistemas de recolha de água bem-sucedidos, o cálculo dessa razão é geralmente um processo difícil. Os dados necessários (a queda pluviométrica, o escoamento superficial e a necessidade de água das culturas) geralmente não estão disponíveis, e mesmo que estejam, a sua variabilidade é geralmente grande. Podem ser diferentes dependendo do local, ou variar de um ano a outro. Os cálculos podem dar uma impressão de exactidão, mas conduzirão a erro se se basearem em dados com uma variabilidade elevada.

Por esta razão, os sistemas de recolha de água geralmente são desenhados através do uso de uma estimativa aproximada da razão C:CA. Muitos sistemas de recolha de água bem-sucedidos são estabelecidos começando com uma pequena escala experimental baseada numa razão C:CA estimada. Mais tarde, o desenho inicial pode modificar-se com base nas experiências.

Para se poder estimar a razão C:CA e para se avaliar criteriosamente os resultados do sistema experimental de recolha de água, é preciso

um conhecimento profundo de como esta funciona. Quais são os aspectos que influenciam o funcionamento de um sistema de recolha de água? As seguintes secções debruçam-se sobre cada um destes aspectos. Na última secção apresenta-se uma fórmula para o cálculo da razão C:CA.

3.2 O sistema água/solo

O objectivo de um sistema de recolha de água é recolher o escoamento superficial. O escoamento superficial produz-se na interface do sistema água/solo, onde tem lugar a interacção entre a queda da chuva e o solo (figura 4:). O princípio deste sistema é o seguinte:

o solo tem uma certa capacidade para absorver a água da chuva. A água da chuva que não pode ser absorvida pelo solo escorre sobre a superfície do solo como escoamento superficial. O volume do escoamento superficial depende da capacidade de absorção do solo e da queda pluviométrica.

À quantidade de chuva que cai no solo dentro de um certo intervalo de tempo chama-se *intensidade da chuva*, expressa como a queda pluviométrica por hora (mm/h).

Ao poder absorvente de um solo chama-se *capacidade de infiltração*. Esta capacidade, também conhecida como a taxa de infiltração, é expressa como o volume de água infiltrada por hora (em mm/h). O escoamento superficial ocorre quando a intensidade da chuva é superior à capacidade de infiltração do solo.

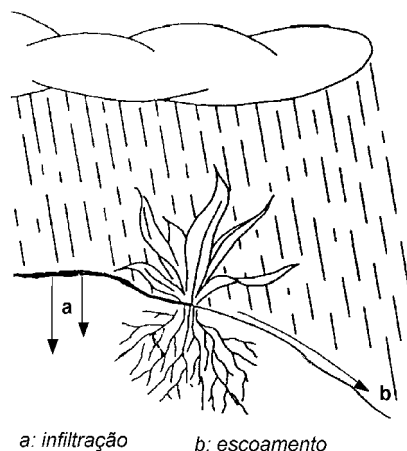


Figura 4: Sistema água-solo (Brouwer et al, 1986)

3.3 Infiltração e escoamento superficial

Seguidamente apresentam-se os factores que afectam a infiltração e o escoamento superficial:

Tipo e textura do solo

No Quadro 1 apresenta-se uma lista de taxas de infiltração características aos principais tipos de solos. Pode-se constatar que a taxa de infiltração é diferente para cada tipo de solo. Com efeito, o tipo de solo existente depende da *textura* do solo, quer dizer, as partículas minerais que compõem o solo. Distinguem-se três tipos de solos principais, que se baseiam nos três tipos principais das partículas minerais: areia, limo (*silte*) e argila. A um solo composto principalmente de grandes partículas de areia (quer dizer, um solo de textura grosseira) chama-se solo arenoso; a um solo composto principalmente de partículas de tamanho médio de limo (*silte*) (quer dizer, um solo de textura média) chama-se solo franco; e a um solo composto principalmente de partículas de tamanho fino de argila (quer dizer, um solo de textura fina) chama-se solo argiloso. Geralmente, os solos são compostos de uma mistura de partículas minerais de diferentes tamanhos. Por exemplo, o solo franco-arenoso no Quadro 1 compõe-se de uma mistura equitativa de partículas de areia e limo (*silte*).

Quadro 1: Capacidades de infiltração características (Brouwer et al, 1986).

Tipo de solo	Capacidade de infiltração (mm/hora)
arenoso	mais de 30
franco-arenoso	20 - 30
franco	10 - 20
franco-argiloso	5 - 10
argiloso	1 - 5

O tamanho das partículas minerais de um solo determina também o tamanho dos espaços entre as partículas: os *poros do solo*. A água infiltra-se mais facilmente através dos poros de grande diâmetro dos solos arenosos (elevada capacidade de infiltração) do que, por exem-

plo, através dos poros diminutos de um solo argiloso (baixa capacidade de infiltração).

Estrutura do solo

Também a estrutura do solo afecta a capacidade de infiltração. Com o termo *estrutura do solo* referimo-nos à forma com que as partículas minerais individuais se agregam formando torrões ou agregados. Um monte de areia seca e solta forma um solo de textura arenosa e de estrutura granulosa, visto que as partículas individuais de areia não se juntam e não formam agregados. Ao contrário, certos solos argilosos formam grandes fendas no seu estado seco, e os agregados (torrões) podem ser tirados à mão. Estes tipos de solos têm uma textura fina (as partículas de argila) e uma estrutura composta grosseira. O tamanho e a distribuição das `fendas' entre os agregados afectam a capacidade de infiltração do solo: um solo com grandes fendas tem uma capacidade de infiltração elevada.

Área de recepção e área cultivada

Numa situação ideal, o solo na área de recepção teria de converter, tanto quanto possível, a chuva em escoamento superficial, quer dizer, deveria ter uma capacidade baixa de infiltração. Por exemplo, se uma chuvada com uma intensidade de 20 mm/h cair num *solo argiloso* com uma capacidade de infiltração de 5 mm/h, haverá escoamento superficial; mas se esta chuvada cair num *solo arenoso* com uma capacidade de infiltração de 30 mm/h, não ocorrerá nenhum escoamento superficial. Por esta razão, os solos arenosos não são apropriados para os sistemas de recolha de água, visto que a maior parte da chuva que atingisse a área de recepção seria absorvida pelo solo e só uma pequena quantidade ou mesmo nenhum escoamento superficial chegaria à área cultivada.

O solo na área cultivada não somente deveria ter uma capacidade elevada de infiltração, mas também uma capacidade elevada de armazenamento da água infiltrada, tornando-a facilmente disponível para a cultura em questão. A situação ideal seria uma área de recepção rochosa e uma área cultivada que tivesse um solo franco profundo e fértil.

Na prática, as condições do solo da área cultivada e da área de recepção geralmente não se harmonizam. Caso assim seja, os requisitos da área cultivada têm sempre de ter prioridade.

Formação de crosta superficial

A capacidade de infiltração de um solo também depende do efeito das gotas de chuva na superfície do solo. As gotas de chuva atingem a superfície do solo com uma força considerável que origina a fragmentação dos agregados estruturais do solo, causando uma deslocação das partículas finas para os poros do solo superficial. Isto resulta na obstrução dos poros e na formação de uma camada superficial fina, mas densa e compacta, que reduz grandemente a taxa de infiltração. Este efeito, conhecido como compactação superficial do solo, formação de crosta superficial ou *incrustação*, explica porque se observam grandes quantidades de escoamento superficial em áreas onde as chuvadas de alta intensidade são frequentes.

Os solos com um teor elevado de argila ou limo são os mais sujeitos à formação de uma crosta superficial. Os solos arenosos, de textura grosseira, têm menos propensão à incrustação.

A formação de uma crosta superficial na área de recepção é uma vantagem para a recolha de água, visto que reduz a capacidade de infiltração. Contudo, na área cultivada a incrustação do solo seria uma desvantagem. Um agricultor pode aumentar a taxa de infiltração na área cultivada procurando que a superfície do solo nesta se torne rugosa, através de alguma forma de lavoura ou construção de leivas (veja-se a Parte II sobre a retenção da humidade do solo).

Vegetação

A vegetação tem uma influência importante na capacidade de infiltração do solo. Uma vegetação de cobertura densa protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, reduzindo assim a formação de crostas superficiais e aumentando a taxa de infiltração do solo. Tanto o sistema radicular como a massa orgânica do solo aumenta a porosidade e, portanto, a capacidade de infiltração do solo. Sobretudo em vertentes

de inclinação moderada, a velocidade do escoamento superficial é diminuída pela vegetação, que aumenta à água a oportunidade de se infiltrar. Aumentando assim as oportunidades de infiltração, as medidas de conservação do solo utilizam este efeito, que é, no entanto, contrário aos sistemas de recolha de água: numa situação ideal, as áreas de recepção destes sistemas devem manter-se lisas e sem vegetação.

Comprimento da vertente

Em geral, as vertentes de inclinação elevada produzem um escoamento superficial maior do que as vertentes de inclinação moderada. Além disso, se o comprimento da vertente for maior, o volume do escoamento superficial diminuirá, visto que um maior comprimento da vertente aumentará o intervalo de tempo necessário para uma gota de água atingir a área cultivada, quer dizer, a gota de água será exposta durante mais tempo às influências de infiltração e evaporação. Nas zonas (semi-)áridas com chuvas de verão, a evaporação é um importante factor de perda de escoamento superficial devido à baixa humidade e às temperaturas de superfície geralmente elevadas.

3.4 Pluviosidade e escoamento superficial

Apenas uma parte da queda pluviométrica na área de recepção se torna em escoamento superficial. A proporção da pluviosidade que se torna em escoamento superficial depende dos factores anteriormente mencionados. Se a intensidade de uma chuvada for inferior à capacidade de infiltração do solo, não haverá nenhum escoamento superficial.

À proporção entre o total da queda pluviométrica e a parte que se torna em escoamento superficial chama-se o factor de escoamento superficial. Por exemplo, um factor de escoamento superficial de 0,20 implica que 20% do total da chuva que cair durante o período de cultivo se tornará em escoamento superficial.

Cada chuvada particular tem o seu próprio factor de escoamento superficial. Contudo, para o desenho de um sistema de recolha de água é importante o factor sazonal (ou anual) de escoamento superficial: R.

O factor R usa-se para o cálculo da razão C:CA. Na última secção deste capítulo, sob 'Cálculo da razão C:CA', encontrar-se-á mais informação acerca da determinação do factor R.

Eficiência

A água proveniente do escoamento superficial da área de recepção é recolhida na área cultivada onde se infiltra no solo. Nem toda a água de escoamento superficial que fica retida na área cultivada pode ser aproveitada pela cultura, visto que parte da água se perde devido à evaporação e à percolação profunda (veja-se o glossário para informação sobre estes conceitos). Ao aproveitamento da água recolhida por parte da cultura chama-se eficiência do sistema de recolha de água e expressa-se como factor de eficiência. Por exemplo, um factor de eficiência de 0,75 significa que 75% da água recolhida é efectivamente aproveitada pela cultura. Os restantes 25% perdem-se. A consequência para o desenho de um sistema de recolha de água é que será preciso recolher relativamente mais água para atender às necessidades de água das culturas sendo, portanto, necessário ampliar a área de recepção.

Capacidade de armazenamento

A água recolhida armazena-se no solo da área cultivada. À capacidade de um solo de armazenar água e de a tornar facilmente disponível para as culturas chama-se *capacidade de armazenamento de água disponível*. Esta capacidade depende (i) do número e do tamanho dos poros do solo (textura) e (ii) da profundidade do solo. A capacidade de armazenamento de água disponível expressa-se em mm de volume ('profundidade') de água (armazenada) por metro de profundidade do solo, mm/m.

No Quadro 2 apresentam-se as capacidades de retenção de água características para os principais tipos de solo. Um solo franco com uma excelente capacidade de retenção de água disponível de 120 mm por metro perde o seu valor se tiver pouca profundidade. Por exemplo, um solo com uma profundidade de apenas 40 cm acima da rocha-mãe fornece somente 48 mm de água disponível para a cultura. A capacidade

de armazenamento de água disponível e a profundidade do solo têm consequências para o desenho de um sistema de recolha de água.

Quadro 2: Capacidade de retenção de água disponível.

Tipo de solo	Água disponível (mm/m)
areia	55
franco-arenoso	120
franco-argiloso	150
argila	135

Num solo profundo de p.ex. 2 m, com uma capacidade elevada de água disponível de 150 mm/m, a capacidade de armazenamento de água é 300 mm. Neste caso, a retenção de água de escoamento superficial para além de 300 mm (30 cm) na área cultivada não tem nenhum sentido. Qualquer quantidade de água retida para além de 30 cm perder-se-á através de percolação (drenagem profunda); além disso, constitui um risco potencial de encharcamento.

A capacidade de água disponível e a profundidade do solo também afectam a escolha do tipo de cultura a realizar. Um solo profundo com uma capacidade elevada de água disponível só pode ser aproveitado com eficácia por uma cultura de sistema radicular profundo. Por exemplo, a cebola tem uma profundidade de raizame de 30 a 40 cm, portanto, não pode aproveitar plenamente toda a humidade armazenada no solo. No Quadro 3 apresenta-se a profundidade do raizame de algumas culturas mais comuns.

Quadro 3: Profundidade efectiva do raizame de algumas culturas (Doorenbos et al, 1979).

Cultura	Profundidade efectiva do raizame (m)
Feijões	0,5 - 0,7
Milho	1,0 - 1,7
Cebola	0,3 - 0,5
Arroz	0,8 - 1,0
Sorgo (Mapira)	1,0 - 2,0
Girassol	0,8 - 1,5

3.5 Necessidade de água das culturas

A necessidade de água das culturas é a quantidade de água necessária a uma certa cultura em pleno período de cultivo. Cada tipo de cultura tem necessidades próprias de água. Por exemplo, uma cultura de milho que atingiu o seu desenvolvimento máximo precisa de mais água por dia do que uma cultura de cebola na mesma fase de desenvolvimento (Quadro 4).

Quadro 4: Necessidade de água, período de cultivo e susceptibilidade à seca de algumas culturas (Brouwer et al, 1986).

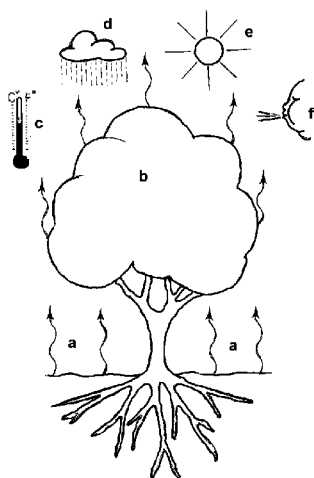
Cultura	Período total de cultivo (dias)	Necessidades de água da cultura (mm/período de cultivo)	Susceptibilidade à seca
Feijão	95 - 110	300 - 500	média - elevada
Milho	125 - 180	500 - 800	média - elevada
Melão	120 - 160	400 - 600	média - elevada
Milho miúdo (mexoeira)	105 - 140	450 - 650	baixa
Cebola	150 - 210	350 - 550	média - elevada
Arroz (arrozal)	90 - 150	450 - 700	elevada
Sorgo (mapira)	120 - 130	450 - 650	baixa
Girassol	125 - 130	600 - 1000	baixa - média

Contudo, dentro de um mesmo tipo de cultura pode haver uma variação considerável das necessidades de água, pois estas compõem-se de uma combinação de transpiração e evaporação (figura 5:) à que geralmente se refere com o termo evapotranspiração.

As necessidades de água da cultura são afectadas pelo clima em que esta é produzida. Por exemplo, uma certa variedade de milho cultivada num clima fresco e nublado precisará de menos água por dia do que a mesma variedade de milho que se cultiva num clima quente e com muito sol. Na figura 5 e no quadro 5 apresentam-se os principais factores climatológicos.

A duração total do período de cultivo é diferente para cada cultura e, portanto, o total das necessidades de água para um certo período de

cultivo depende do tipo de cultura. Por exemplo, mesmo que as necessidades de água por dia para o melão possam ser inferiores às necessidades de água por dia em relação ao feijão, as necessidades de água para o melão para todo o período de cultivo serão mais elevadas do que as do feijão, devido a que, no caso do melão, a duração total do período de cultivo é muito mais prolongada.



- a: evaporação
- b: transpiração
- c: temperatura
- d: humidade
- e: raios solares
- f: vento

Figura 5: Principais influências climatológicas sobre a necessidade de água das culturas (Brouwer et al, 1986)

No Quadro 4 apresenta-se também uma indicação da duração total do período de cultivo para algumas culturas. Geralmente, o período de cultivo é mais prolongado quando o clima é fresco.

Quadro 5: Influência do clima sobre as necessidades de água de uma cultura (Brouwer et al, 1986).

Factor climatológico	Necessidades de água das culturas:	
	Elevadas	Baixas
Temperatura:	elevada (ar quente)	baixa (ar fresco)
Humidade:	baixa (ar seco)	elevada (ar húmido)
Velocidade do vento:	elevada (muito vento)	baixa (pouco vento)
Exposição ao sol:	sol directo (não nublado)	céu nublado (sem sol)

Durante o período de cultivo as necessidades diárias de água de uma cultura variam conforme as fases de crescimento dessa cultura.

Para além das necessidades diferentes no respeitante à água, as culturas diferem na sua resposta aos défices hídricos (carências de água). Se as necessidades de água da cultura não forem satisfeitas, as culturas com uma elevada susceptibilidade à seca sofrerão maiores reduções de rendimento do que as culturas com uma baixa susceptibilidade. O Quadro 4 também apresenta uma indicação da susceptibilidade à seca em relação a algumas culturas. No caso da aplicação de sistemas de recolha de água onde não há a certeza de quando se pode efectivamente recolher o escoamento superficial, as culturas com uma baixa susceptibilidade à seca são as mais apropriadas.

Culturas

Devido à grande variação quanto às necessidades de água das culturas, o melhor é procurar obter dados locais sobre as necessidades de água de uma determinada cultura. Se não houver dados disponíveis, o uso de estimativas das necessidades de água geralmente será suficiente no caso de se tratar de culturas comuns como as que se apresentam no Quadro 4.

Árvores

Em geral, é mais difícil determinar as necessidades de água das árvores do que as das culturas arvenses. Para a maioria das árvores a fase crítica encontra-se nos primeiros dois anos do estabelecimento das plântulas. Quando o sistema radicular estiver completamente desenvolvido, as árvores terão uma capacidade elevada de resistência ao *stress* causado por escassez de humidade. Há pouca informação disponível sobre a resposta das árvores aos défices de humidade, no que respeita ao seu rendimento.

Campos de pastagem e espécies forrageiras

Em geral, no âmbito de projectos de recolha de água em áreas semi-áridas e áridas, não são estimadas ou calculadas as necessidades de água das espécies forrageiras e dos campos de pastagem cultivados. O

objectivo é melhorar o desempenho das plantas e assegurar a sobrevivência destas de estação para estação, em vez de atender completamente às necessidades de água.

3.6 Cálculo da razão C:CA

Cálculo das necessidades de água de uma cultura

Como se descreveu na secção anterior, as necessidades de água de uma certa cultura dependem tanto do tipo de cultura como das condições climatológicas nas quais esta é produzida. Para facilitar o cálculo das necessidades de água de uma cultura em certas condições climatológicas, adoptou-se as gramíneas como cultura estandardizada ou cultura de referência. As necessidades de água desta cultura de referência já foram determinadas nas principais zonas climatológicas; apresentam-se no Quadro 6.

Quadro 6: Valores indicadores da Evapotranspiração de referência ET_o (Brouwer et al, 1986)

Zona climatológica	Temperatura média diária		
	baixa (menos de 15°C)	média (15 - 25°C)	elevada (acima de 25°C)
	ET_o (mm/dia)	ET_o (mm/dia)	ET_o (mm/dia)
Árida	4 - 6	7 - 8	9 - 10
Semi-árida	4 - 5	6 - 7	8 - 9
Sub-húmida	3 - 4	5 - 6	7 - 8
Húmida	1 - 2	3 - 4	5 - 6

Às necessidades de água da cultura de referência chama-se evapotranspiração de referência ET_o , que se expressa em mm de ‘profundidade’ de água por dia, mm/dia. Existem maneiras mais sofisticadas para determinar a evapotranspiração de referência, mas para desenhar o sistema de recolha de água basta uma estimativa baseada nos dados do Quadro 6. A obtenção de dados exactos da ET_o consegue-se mais efectivamente no próprio local. Usando as necessidades de água da cultura de referência como ponto de partida para o cálculo das necessidades de água da cultura que se pretende produzir, já se equaciona a

influência do clima. Resta então a tarefa de determinar a relação entre as necessidades de água da cultura de referência e as da cultura que se pretende produzir. Pode-se fazer isso através de um factor de cultura, K_c , que é um factor de multiplicação das necessidades de água da cultura de referência para obter as necessidades de água da cultura que se pretende produzir. A evapotranspiração expressar-se-á então na seguinte fórmula:

$$ET_{\text{cult}} = K_c \times ET_o \quad \text{em que:}$$

ET_{cult} = a evapotranspiração da cultura em mm/dia

K_c = o factor da cultura

ET_o = a evapotranspiração de referência em mm/dia.

As necessidades de água da cultura variam conforme as fases de crescimento da mesma. No que se refere à recolha de água, o agricultor tem pouco controle sobre a quantidade de água recolhida, e ainda menos sobre o momento da recolha. Por esta razão, não tem muito sentido calcular quanta água será precisa para a cultura durante cada fase de crescimento. Para o desenho de um sistema de recolha de água será suficiente calcular o volume total de água requerida pela cultura durante o período total de cultivo, e assim ET_{cult} calcula-se então através da fórmula $ET_{\text{cult}} = K_c \times ET_o$ com valores médios de K_c e ET_o para o período total de cultivo.

No Quadro 7 apresentam-se os valores médios de K_c em relação a algumas culturas.

Quadro 7: Factores de cultura médios (Critchley, 1991).

Cultura	K_c médios
Algodão	0,82
Amendoim	0,79
Leguminosas	0,79
Milho	0,82
Milho miúdo (mexoeira)	0,79
Sorgo (mapira)	0,78

Apresenta-se de seguida um exemplo do cálculo das necessidades de água da cultura:

Exemplo do Cálculo de necessidades de água da cultura.

Cultura de escolha: Sorgo (mapira)

Duração do período de cultivo: 120 dias

K_c médio: 0,78

ET_o (dados provenientes do serviço local de meteorologia ou através de estimativas):

mês (nº)	1	2	3	4
ET_o (mm/dia)	9	8,5	8	8

Cálculo da ET_o média durante o período de cultivo:

$$ET_o = (9 + 8,5 + 8 + 8) / 4 = 8,4 \text{ (mm/dia)}$$

Cálculo da ET_{cult} :

$$ET_{cult} = 0,78 \times 8,4 = 6,55 \text{ (mm/dia)}$$

Necessidades médias de água durante o período de cultivo:

$$6,55 \times 120 = \text{aproximadamente } 790 \text{ mm}$$

(Fonte: Critchley, 1991)

A pluviosidade de projecto

Para desenhar um sistema de recolha de água é preciso conhecer a quantidade de queda pluviométrica durante o período de cultivo da cultura pretendida.

À quantidade de queda pluviométrica de acordo com a qual se elabora o desenho de um sistema de recolha de água, chama-se a pluviosidade de projecto.

A variabilidade elevada de pluviosidade nas regiões (semi-)áridas constitui um problema para a determinação correcta da pluviosidade

de projecto. A pluviosidade média anual pode normalmente atingir 400 mm, mas haverá também anos sem nenhuma chuva, e por outro lado haverá anos 'húmidos' com uma queda pluviométrica de 500 - 600 mm ou mais.

Se a pluviosidade real for inferior à pluviosidade de projecto, a área de recepção não produzirá o escoamento superficial suficiente para atender às necessidades de água da cultura; se a pluviosidade real for superior à pluviosidade de projecto haverá demasiado escoamento superficial, o que poderia prejudicar a estrutura de recolha de água.

Ao começar com a aplicação de técnicas de recolha de água, recomenda-se que o desenho de sistemas seja cauteloso para ver se pode ou não resistir ao alagamento. Aplique culturas resistentes à seca para minimizar o risco de perda de colheita nos anos em que a pluviosidade de projecto não for atingida. Recomendamos que se experimente com variedades resistentes à seca já cultivadas na sua região para poder avaliar o seu desempenho no novo projecto de recolha de água.

Determinação do factor de escoamento superficial

Em geral, o factor de escoamento superficial R é estimado e avaliado à luz dos resultados dos primeiros sistemas experimentais de recolha de água. A primeira maneira para determinar o factor R é através de uma estimativa aproximada, seguida por várias tentativas. O valor do factor R sazonal (ou anual) encontra-se geralmente entre 0,20 e 0,30 em declives de inclinação inferior a 10%. Contudo, pode atingir valores tão elevados como 0,50 em bacias rochosas naturais.

A segunda forma de determinação do factor R , mais exacta, mas também mais laboriosa, consiste primeiro na medição do escoamento das chuvadas individuais (factor r) e depois do cálculo do factor de escoamento superficial sazonal (anual). Critchley (1991) recomenda que as medições do factor r sejam feitas durante um prazo de dois anos no mínimo, antes de começar qualquer programa elaborado de construção. Para a medição do factor r estabelecem-se lotes de escoamento superficial. Estes são lotes que se encontram numa parte representati-

va da área onde se tem planeado o projecto de recolha de água. Por meio dos lotes de escoamento superficial pode-se medir a quantidade de escoamento superficial proveniente de cada chuvada individual.

Também é possível usar factores de escoamento superficial sazonal determinados em áreas vizinhas, mas é preciso fazê-lo com certa prudência, visto o factor de escoamento superficial depender fortemente das condições locais.

O factor de eficiência.

A parte da água recolhida que efectivamente pode ser aproveitada pela cultura é expressa pelo factor de eficiência. A eficiência será mais elevada no caso da área cultivada estar nivelada e lisa. Como regra prática pode-se dizer que o factor de eficiência se situa entre 0,5 e 0,75. Se não houver dados de medição disponíveis (controlar nos projectos de rega vizinhos) a única maneira que resta será fazer uma estimativa deste factor com base na experiência, quer dizer, por tentativas.

A fórmula para calcular a razão C:CA:

1 Água requerida na Área Cultivada (CA) = Água recolhida na Área de Recepção (C)

2 Água requerida na Área Cultivada (CA) = [Necessidades de água das culturas - Pluviosidade de projecto] × CA (m²)

e

Água recolhida na Área de Recepção (C) = R × Pluviosidade de projecto × Factor de eficiência × C (m²)

3 Portanto:

[Necessidades de Água das Culturas - Pluviosidade de projecto] × CA = R × Pluviosidade de projecto × Factor de eficiência × C

ou seja

$$C:CA = \frac{\text{Necessidades de água das culturas} - \text{Pluviosidade de projecto}}{R \times \text{Pluviosidade de projecto} \times \text{Factor de eficiência}}$$

O cálculo da razão C:CA através desta fórmula é principalmente útil em sistemas onde haja produção vegetal de culturas arvenses.

No caso de árvores, a razão C:CA é difícil de determinar, e assim sendo, será suficiente um cálculo aproximado. Em geral, as árvores são cultivadas em micro-bacias. Como regra prática, o tamanho de uma micro-bacia deveria atingir entre 10 m² e 100 m² para cada árvore, dependendo do clima e da espécie cultivada.

No caso dum campo de pastagem e espécies forrageiras em sistemas de recolha de água, o objectivo é melhorar o desempenho em vez de atender completamente às necessidades de água das plantas. Portanto, bastará uma regra prática geral a fim de fazer uma estimativa da razão C:CA. O cálculo da razão C:CA para culturas agrícolas é exemplificado no quadro seguinte.

Exemplo do Cálculo da razão C:CA para culturas agrícolas

Clima:	Semi-árido
Técnica de recolha de água:	Pequena escala, p.ex. leivas de contorno
Cultura:	Sorgo (mapira)
Necessidades de água da cultura:	550 mm
Pluviosidade de projecto:	320 mm
Coefficiente de escoamento superficial (R):	0,50
Factor de eficiência:	0,70

$$C:CA = (550 - 320) / (320 \times 0,50 \times 0,70) = 2,05$$

Conclusão: a área de recepção deve ser aproximadamente 2 vezes maior do que a área cultivada.

No início deste capítulo foi mencionado que a razão C:CA de 3:1 é usada muitas vezes como regra prática. Contudo, em sistemas de pequena escala esta razão é geralmente mais baixa. Isto deve-se ao coeficiente mais elevado de escoamento superficial que é devido à vertente mais curta da área de recepção, e ao maior factor de eficiência devido à água de escoamento superficial ficar acumulada com menor espessura ('profundidade') acima da área cultivada.

(Fonte: Critchley, 1991)

Em termos gerais, a razão C:CA de 2:1 a 3:1 é apropriada para o desenho de sistemas de micro-bacias, as quais se aplicam geralmente para campos de pastagem e espécies forrageiras.

4 Seleção da técnica de recolha de água

4.1 Um resumo dos diferentes sistemas

Ao escolher um sistema de recolha de água apropriado é necessário ter em conta as condições mencionadas no Capítulo 2. Estas condições dizem respeito ao clima, vertentes, solos, fertilidade do solo, culturas e aspectos técnicos.

A figura 6 apresenta uma panorâmica geral de selecção preliminar de uma técnica de recolha de água. Contudo, a lista de técnicas de recolha de água apresentada nesta figura não está completa. O leitor encontrará provavelmente outras técnicas tradicionais e/ou não-tradicionais. As técnicas de recolha de água descritas neste Agrodok são apropriadas para sistemas de vertentes curtas (entre 1 e 30 m). Apenas os cômoros semicirculares são apropriados para sistemas de vertentes mais compridas, entre 30 e 200 m.

Os sistemas de recolha de água podem ser classificados em duas categorias: os *sistemas de contorno*, nos quais os cômoros seguem as curvas de nível, e os *sistemas livres*, nos quais os cômoros não seguem as curvas de nível, mas encerram um talhão na vertente.

Os sistemas de recolha de água para árvores geralmente contêm um poço de infiltração, visto a água recolhida ter de se concentrar perto das árvores. Em vertentes compridas não se recomenda utilizar sistemas com poço de infiltração, visto que estes sistemas recolhem uma grande quantidade de água de escoamento superficial, demasiada para ser recolhida num poço de infiltração. Em vertentes compridas a água é recolhida numa maior área cultivada onde é aproveitada para espécies forrageiras/campos de pastagem ou para culturas agrícolas.

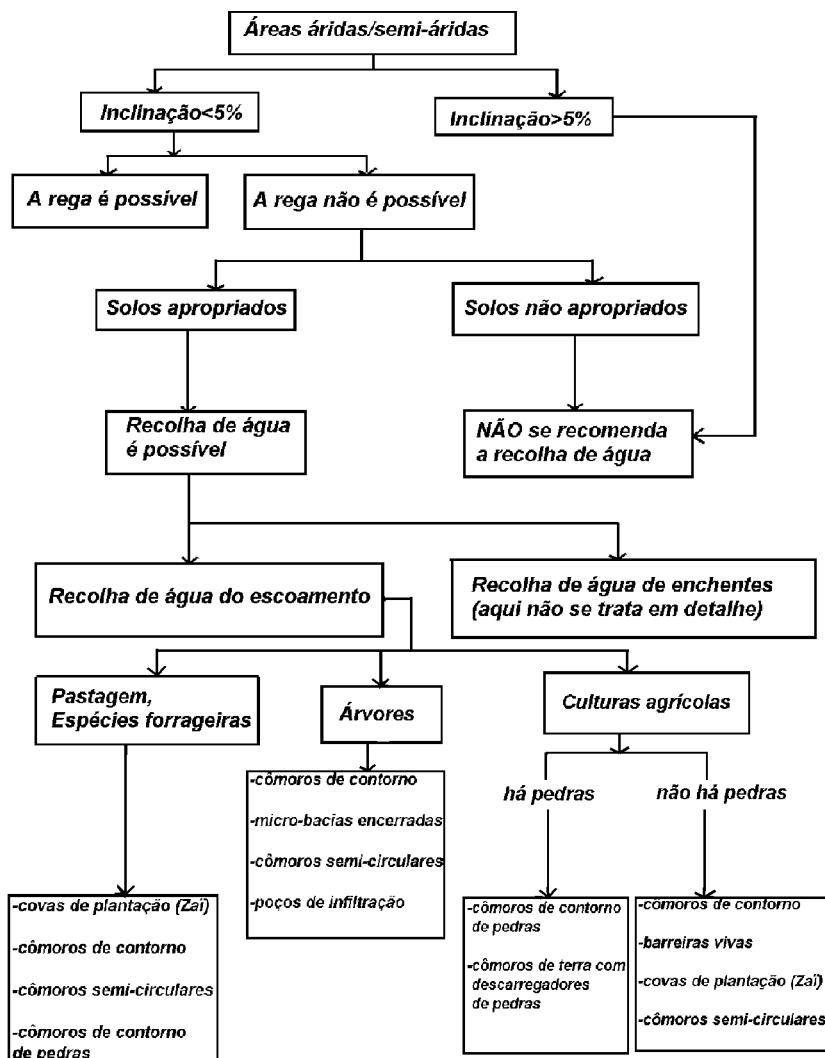


Figura 6: Selecção de um sistema de recolha de água (Critchley, 1991)

Dentro dos sistemas de recolha de água são possíveis quaisquer tipos de variações. Os cômoros podem-se construir utilizando uma ampla diversidade de materiais: terra, pedras e material vegetal vivo e/ou morto (barreiras vivas ou barreiras de restos vegetais). Os cômoros podem ter, ou não, uma provisão para a drenagem da água recolhida em excesso (veja-se a secção seguinte). Para os sistemas livres também são possíveis variações na esquematização dos cômoros. Estes podem ser semicirculares, em forma de V ou rectangulares.

A área do talhão pode ser muito pequena, como é o caso do sistema das covas de plantação ('Zai'), ou bastante grande como pode ser o caso duma área encerrada por cômoros semicirculares (ou trapeziformes). A diversidade de opções possíveis é muito grande, de forma que se pode adaptar os sistemas descritos neste manual às circunstâncias locais. Estes sistemas foram compilados a partir de experiências de profissionais em vários sistemas de recolha de água em outros lugares.

Na secção seguinte, encontrar-se-á uma descrição do processo de drenagem de água em excesso. Nos Capítulos 5 e 6 explicam-se os sistemas mais comuns de recolha de água: os sistemas de contorno e os sistemas livres, respectivamente.

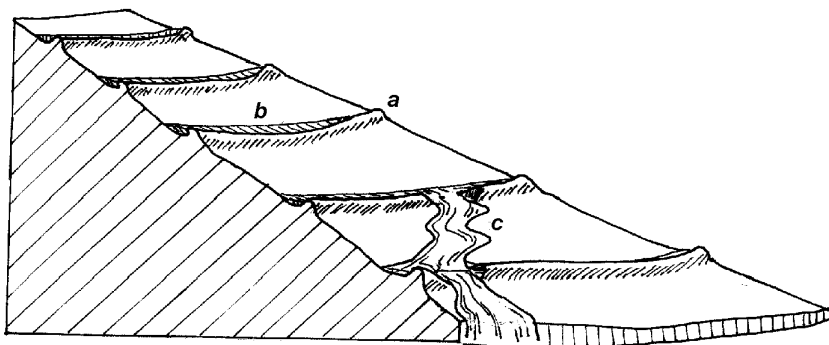
4.2 Drenagem

Embora se recomende que as vertentes utilizadas nos sistemas de recolha de água não tenham uma inclinação superior a 5%, a concentração do escoamento superficial ainda constitui um risco potencial de erosão do solo, particularmente onde as condições incluem uma elevada intensidade da chuva, vertentes compridas e elevados gradientes de inclinação. A maior parte das técnicas de recolha de água descritas neste manual fazem provisões para drenar o escoamento excessivo de forma controlada.

Geralmente, as estruturas de recolha de água são construídas segundo as curvas de nível de uma ladeira (ou seja, segundo *o contorno*). Desta forma, estes sistemas poderão mais provavelmente prevenir a erosão

do solo e fazer com que a água recolhida se distribua equitativamente sobre a área cultivada. No Anexo 2 é dada uma explicação sobre a construção e o uso de um instrumento básico para o levantamento das curvas de nível: o tubo de nivelamento com água. Outras técnicas são explicadas no Agrodok No.6: '**Levantamentos topográficos simples aplicados às áreas rurais**'.

As estruturas de recolha de água são geralmente feitas de terra ou de pedras. A capacidade de processar a água retida difere entre os cômoros de terra e os de pedras. Os cômoros de terra são mais susceptíveis a transbordo, quer dizer, à passagem da água pelo topo do cômoros, e à formação de brechas, do que os cômoros de pedras. Por outro lado, os cômoros de pedras são menos compactos e, portanto, permitem a permeação da água, de modo que o risco de formação de brechas e encharcamento é mais reduzido. A figura 7 mostra o que acontece se uma quantidade demasiada de água se acumular atrás de um cômoros de terra.



- a: cômoros segundo a curva de nível
- b: água recolhida atrás de um cômoros
- c: escoamento superficial que provoca a formação de um barranco, conduzindo a uma ruptura das estruturas do lado de baixo

Figura 7: Ruptura no cômoros de contorno, causada pelo transbordo

Transbordo

Quando um cômodo transbordar, a estrutura de contorno imediatamente abaixo tem de reter mais água. Este processo provocará eventualmente a ruptura de um dos cômodos, fazendo com que a água passe pela fenda aberta, formando um barranco (pequena ravina). O mesmo vai acontecer nos locais onde as estruturas não seguirem exactamente as curvas de nível. Nestes casos, a água vai escorrer para o ponto mais baixo ao longo da estrutura de contorno, enfraquecendo-a e eventualmente provocando uma ruptura.

O risco de transbordo é maior no local onde houver uma elevada variação da queda pluviométrica e da intensidade da chuva, ou onde a vertente for irregular. Nestes casos pode ser preciso construir descarregadores (veja-se o glossário) nos cômodos de contorno de terra, ou desenhar um canal de drenagem. Em solos mais argilosos é preciso ter um bom sistema de drenagem.

Canal de drenagem

A figura 8 mostra um exemplo de um sistema de drenagem para uma estrutura de contorno. As leivas são construídas de forma a conseguir uma inclinação de 0,25% para abaixo em comparação com as curvas de nível. Assim, a água é forçada a escoar para o canal de drenagem (dreno).

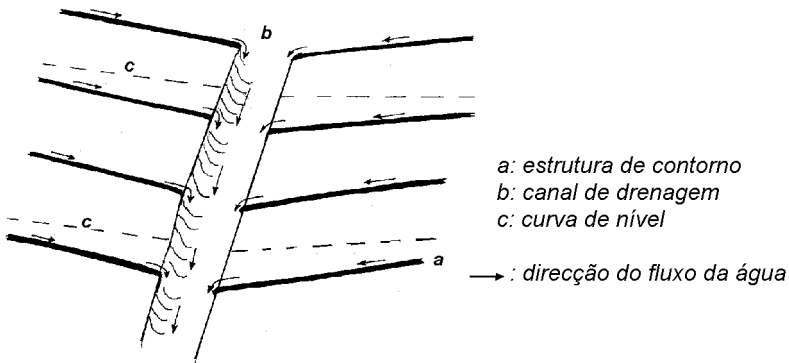


Figura 8: Drenagem de uma estrutura de contorno

Nota: o canal de drenagem não deverá ter mais de 400 m de comprimento, ou a quantidade de água será demasiada e a sua velocidade de escorrência tornar-se-á demasiadamente elevada, aumentando o risco da formação de barrancos (pequenas ravinas). A velocidade de escorrência da água pode ser diminuída plantando gramíneas no canal de drenagem.

Vala de derivação

Além de prover um sistema de drenagem dentro das estruturas individuais de recolha de água, o desenhador tem que prestar atenção à localização do sistema. Um sistema de recolha de água geralmente estará localizado nas partes baixas das colinas, onde se encontram solos mais apropriados, profundos e com uma inclinação moderada. Ter-se-á de prestar atenção ao escoamento superficial proveniente das áreas mais altas das vertentes, que podem entrar no sistema de recolha de água e causar prejuízos consideráveis. Como primeira medida de protecção, pode-se construir uma *vala de derivação* (ou *vala de encosta*) directamente acima do sistema de recolha de água. A vala de derivação desvia o escoamento superficial excessivo para um dreno principal, que pode ser natural ou construído. Nesse caso dever-se-á prestar atenção ao desenho do sistema de drenagem principal. Uma vala de derivação tem 0,50 m de profundidade, entre 1,0 e 1,5 m de largura e tem uma inclinação de 0,25%. O solo retirado por escavação é colocado da parte de baixo da vala de encosta.

Uma solução mais sustentável é a avaliação da possibilidade de reduzir o escoamento superficial proveniente das partes mais altas das vertentes, através de florestação e controle da erosão.

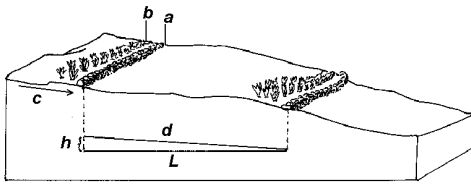
Tanto o desenho de um sistema de drenagem principal como o desenvolvimento de bacias hidrográficas ficam fora do âmbito deste manual, mas é possível obter mais informação acerca destes temas através da Agromisa e no Agrodok No.11 '**Luta anti-erosiva nas regiões tropicais**'.

5 Recolha de água - sistemas de contorno

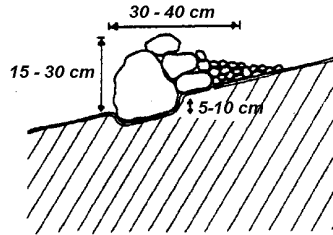
5.1 Cômoros de pedras e barreiras

Informação de fundo

Os cômoros de pedras segundo as curvas de nível (figura 9) constituem a forma mais simples de um sistema de contorno de recolha de água. Como os cômoros são permeáveis, não retêm a água de escoamento, mas reduzem a sua velocidade, filtram e distribuem a água sobre o terreno, aumentando a infiltração de água e reduzindo a erosão do solo. Formam-se terraços naturais no lado superior da barreira onde o lodo é retido (figura 10).



A: Vista superior



B: Corte transversal de um cômoro de pedras

- a: cômoro de pedras
- b: cultura a crescer do lado de cima do cômoro de pedras
- c: direcção do escoamento superficial
- h: diferença de altura entre os cômoros de pedras (em metros)
- d: distância no solo entre dois cômoros (em metros)
- L: distância horizontal entre dois cômoros

Figura 9: Cômoros de pedras

Pode-se fortalecer os cômoros de pedras com terra, tornando-as semi-permeáveis. Onde apenas houver poucas pedras disponíveis, podem-se usar fileiras de pedras para formar o esqueleto do sistema. Plantam-se

gramíneas, ou outro material vegetativo, imediatamente da parte de cima das fileiras de pedras, a fim de se formar uma barreira viva após um intervalo de tempo. Pode-se usar também os resíduos vegetativos de culturas agrícolas: talos de milho miúdo (mexoeira) e de sorgo (mapira), ervas acumuladas ou galhos de árvores, para fortalecer as fileiras de pedras. A este tipo de barreira chama-se 'barreira de restos vegetais'.

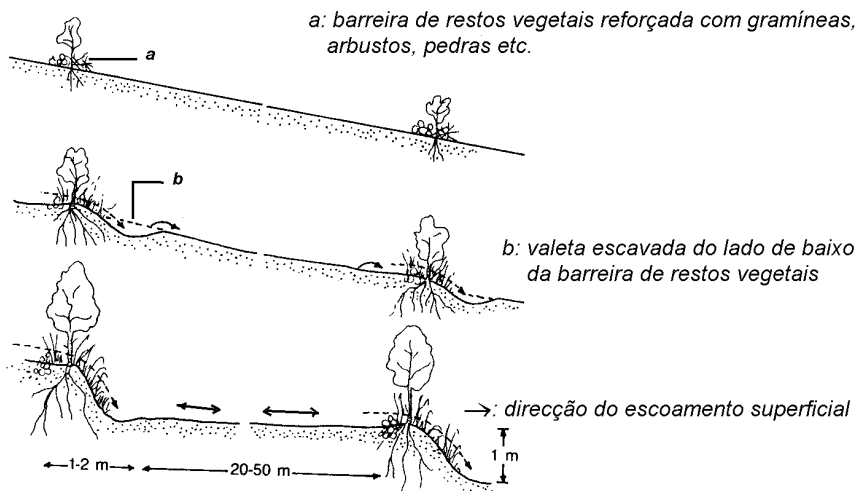


Figura 10: Barreiras de restos vegetais: o terreno entre as barreiras vai-se nivelando lentamente

Estas técnicas aplicam-se nas vertentes de inclinação bastante moderada (0,5% a 3%). Como as estruturas são permeáveis, os pequenos erros na determinação das curvas de nível ('contornos') têm menor consequência do que seria o caso com as estruturas impermeáveis à água. Contudo, o alinhamento correcto segundo as curvas de nível faz que a técnica seja consideravelmente mais eficaz. A vantagem de sistemas com pedras é que não é preciso construir descarregadores ou valas de derivação para drenar a água excessiva do escoamento superficial duma forma controlada. A construção de câmaras ou simples fileiras de pedras é uma prática tradicional em partes do Sahel na

África ocidental. Mostrou ser uma técnica eficaz, popular e facilmente dominada pelos agricultores.

Na figura 10 mostra-se como o solo é arrastado pelo escoamento superficial (e pela lavoura) do lado inferior da barreira superior (figura 10: b) e depositado no lado superior da barreira imediatamente inferior. Assim forma-se gradualmente um terraço horizontal, que reduz o escoamento superficial. No processo da formação do terraço pode-se elevar ligeiramente a fileira inferior para reter tanta água da chuva quanto for possível na faixa cultivada entre as barreiras.

Condições.

Pluviosidade: 200 - 750 mm.

Tipo de solo: Qualquer solo apropriado para a agricultura. Os cômoros de pedras podem-se aplicar nos campos já cultivados, sobretudo nos solos argilosos e em solos que formam fendas ou túneis. Também podem ser aplicadas em combinação com covas de plantação (Zaï) em campos gravemente degradados e encrostados (com uma crosta dura de terra), veja-se: 'Covas de plantação ou Zaï'. As barreiras de restos vegetais aplicam-se normalmente em solos mais arenosos.

Inclinação: 0,5 a 3%, mas de preferência abaixo de 2%.

Topografia: Não é preciso que o terreno seja completamente liso.

Limitações

Tem que haver pedras no próprio local, visto que a recolha e o transporte de pedras leva muito tempo.

Tamanho e esquematização

Os cômoros de pedras seguem em maior ou menor parte as curvas de nível. A distância entre os cômoros é de, normalmente, entre 10 e 30 m, dependendo da vertente e da quantidade de pedras e mão-de-obra disponíveis. Se o objectivo for a formação de terraços naturais no curso dos anos, às vezes os cômoros de pedras têm braços num ângulo inferior a 45° com a curva de nível. Estes braços têm de medir 2 m de

comprimento, no mínimo. A sua função é conduzir o escoamento superficial para a área de recepção e proteger os cômoros contra a formação de fendas devido ao excesso de água.

A diferença de altura entre dois cômoros de pedras é de, normalmente, 25 cm. Com base na inclinação da vertente (s) (figura 9A) e na distância vertical entre dois cômoros (h), pode-se estimar o espaçamento (d) entre os cômoros através da fórmula seguinte:

$$d = (h \times 100)/s$$

d = distância no solo entre dois cômoros (em metros)

h = diferença de altura entre os cômoros de pedras (em metros)

s = inclinação da vertente (%)

De facto, através desta fórmula calcula-se a distância horizontal (L) em vez de d, mas em vertentes de inclinação muito moderadas d é equivalente à L. Veja-se o Anexo 2 para uma definição da inclinação da vertente.

Por exemplo: se a inclinação da vertente (s) for de 2%, a distância no solo (d) entre dois cômoros é de: $(0,25 \times 100)/2 = 12,5$ m. No caso de vertentes com uma inclinação inferior a 1% recomenda-se aplicar um espaçamento com intervalos de 20 m; para vertentes de inclinações entre 1% e 2% recomenda-se um espaçamento de 15 m entre os cômoros.

Razão C:CA

A área cultivada determina-se por tentativas. Nos primeiros anos, uma faixa reduzida cultivar-se-á do lado superior dos cômoros de pedras, e se for possível, estender-se-á para cima nos anos seguintes.

Desenho dos cômoros

Recomenda-se que os cômoros meçam no mínimo 25 cm de altura (figura 9B) e entre 30 e 40 cm de largura à base. Primeiro, colocam-se pedras grandes numa valeta pouco profunda para prevenir o aluimento devido ao escoamento superficial. As pedras têm de ser amontoadas com cuidado, procurando que as pedras grandes se coloquem da parte

inferior e as pedras pequenas do lado superior da vertente. As pedras pequenas do lado superior funcionam como um filtro. Se se usar apenas pedras grandes, a água de escoamento não será detida, mas correrá sem impedimento através do câmoros de pedras.

Construção

- 1 Determina-se a inclinação média da vertente, p.ex. através de um tubo de nivelamento com água (Anexo 2). Com base nessa determinação decide-se sobre o espaçamento dos câmoros. Se a mão-de-obra for um factor limitante, os agricultores poderão começar com um câmoros simples ao fundo dos campos e continuar construindo para cima nos anos seguintes.
- 2 Demarcam-se as curvas de nível em cada local onde for preciso construir um câmoros (usando um tubo de nivelamento com água e sachola ou estacas). Rectificam-se as curvas de nível a fim de formar uma fileira regular.
- 3 Escava-se uma valeta pouco profunda segundo a curva de nível: com 5-10 cm de profundidade e uma largura igual à largura de base do câmoros, quer dizer, 30-40 cm. Coloca-se o solo escavado mais por cima ao longo da vertente.
- 4 Constroem-se os câmoros como foi descrito na secção anterior.

Manutenção

Dever-se-á restituir as pedras deslocadas. Pequenas fendas, onde o escoamento superficial formar pequenos túneis através do câmoros, terão de ser tapadas com pedras pequenas ou cascalho. Às vezes, no decurso de várias estações, as pedras começam a afundar-se no solo, devido à terra entre as pedras ter sido arrastada pelo escoamento, ou os câmoros se obstruírem com lodo, tornando-se impermeáveis. Isto pode-se prevenir através do plantio de faixas com gramíneas da parte de cima dos câmoros de pedras, a fim de as faixas adoptarem gradualmente as funções dos câmoros de pedras (veja-se a Parte II sobre a retenção da humidade do solo). Às vezes, cultivam-se legumes ou árvores ao longo dos câmoros, fortalecendo os câmoros com as suas raízes.

Procedimento de plantio

Os cômoros de pedras são geralmente usadas para a reabilitação de terras inférteis e degradadas. Para atingir este objectivo, os cômoros são combinados geralmente com as covas de plantação ou Zai. A colocação de estrume colocado nas covas melhora o crescimento das plantas, que assim aproveitam melhor a água recolhida. Uma monda regular é essencial para prevenir a água recolhida de ser aproveitada por uma planta não apropriada.

5.2 Valas e cômoros de contorno para culturas agrícolas

Informação de fundo

O sistema de vala e cômoros de contorno é composto de valas em combinação com pequenos diques de terra (cômoros). Da parte de cima de cada cômoros encontra-se uma vala que recolhe o escoamento superficial de uma faixa não cultivada entre os cômoros. Em Israel e na América do Norte este sistema é conhecido como 'faixas desérticas'. Pela sua forma, a humidade do solo aumenta por baixo da vala e do cômoros, na proximidade das raízes das plantas (figura 11). Este sistema tem a vantagem de ter um elevado rendimento de escoamento superficial proveniente de uma área de recepção relativamente curta.

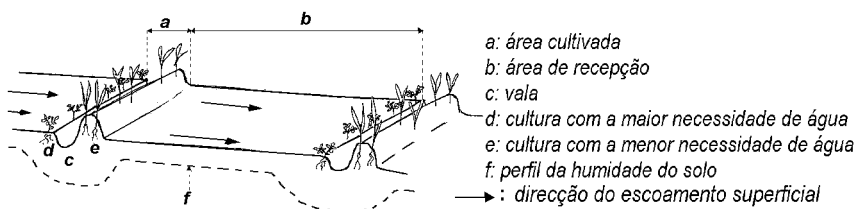


Figura 11: Sistema de vala e cômoros de contorno

As necessidades de mão-de-obra são relativamente baixas e o sistema de vala e cômoros é facilmente construído com ferramentas manuais.

Portanto, o sistema é facilmente manejável para os pequenos agricultores.

Condições

Pluviosidade: 350 - 700 mm

Tipo de solo: Obtêm-se bons resultados em solos franco-siltosos até franco-argilosos. Em solos argilosos mais pesados, o sistema torna-se menos eficaz devido à taxa de infiltração mais baixa. Solos pesados e compactos também podem constituir uma limitação para a construção manual do sistema.

Inclinação: Entre quase 0% e 5%. As vertentes com uma inclinação de 0,5-3% são as mais apropriadas.

Topografia: Deve ser lisa. As áreas com regos naturais ou pequenas depressões são menos apropriadas, devido à distribuição irregular da água.

Limitações

O sistema de vala e câmoros de contorno limita-se às áreas com uma pluviosidade relativamente elevada, dado o reduzido tamanho da área de recepção usada neste sistema.

Tamanho e esquematização

A distância entre os câmoros depende da inclinação da vertente e do tamanho pretendido da área de recepção (Razão C:CA).

A figura 12 mostra um exemplo (com uma inclinação de 0,5%) no qual os câmoros estão espaçados com intervalos de 1,5 m. Nas valas constroem-se pequenos câmoros perpendiculares com intervalos regulares (no exemplo da figura 12: a cada 5 m) e a ângulos rectos com os câmoros de contorno, a fim de prevenir a água de escoamento de fluir pelas valas (provocando erosão) e para garantir um armazenamento do escoamento superficial com distribuição uniforme da água.

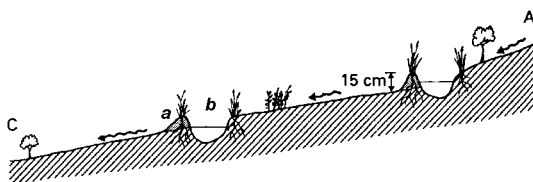
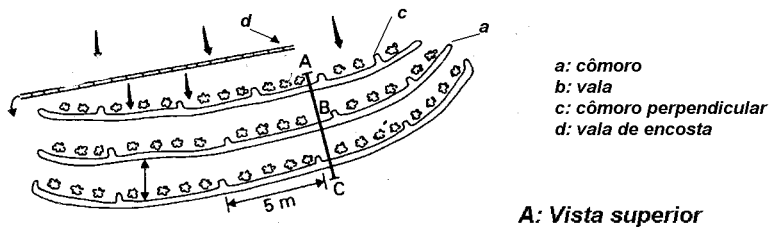


Figura 12: Valas e cômoros de contorno com cômoros perpendiculares

Razão C:CA

Onde se usa o sistema de vala e cômodo, a área cultivada não é fácil de definir. Uma faixa cultivada mede geralmente 0,5 m de largura com um rego situado no centro. Se a distância entre dois cômoros for de 1,5 m, a razão C:CA será 2:1 (uma faixa de recepção com 1 m de largura e uma faixa cultivada com 0,5 m de largura). Uma distância de 2 m entre os cômoros dá a razão C:CA de 3:1.

Para culturas anuais em áreas semi-áridas recomenda-se em geral a aplicação de um espaçamento de 1,5 até 2,0 m (razão C:CA entre 2:1 e 3:1).

Desenho dos cômoros

Os cômoros têm de ser suficientemente altos para prevenir o transbordamento. Se a distância entre os cômoros for menos de 2 m, será suficiente uma altura de 15-20 cm. Se os cômoros estiverem espaçados a mais de 2 m, a sua altura dever-se-á aumentar. Isto também é preciso em vertentes de uma inclinação mais elevada.

Construção

- 1 Demarcam-se as curvas de nível a cada 10 ou 15 m na vertente (Anexo 2). Rectificam-se com cuidado para construir contornos regulares.
- 2 Demarcam-se os cômoros com estacas ou um sacho a intervalos pretendidos. Em vertentes irregulares, os cômoros (de contorno) podem ficar mais próximos uns dos outros, num certo local. Onde os cômoros se aproximarem demasiadamente, dever-se-á interrompê-los, enquanto que onde se afastarem demasiadamente, dever-se-á introduzir novos cômoros no meio dos já existentes.
- 3 Escavam-se as valas e coloca-se a terra da parte de baixo, ao lado da vala, formando assim o cômoros.
- 4 Constroem-se os cômoros perpendiculares por meio da escavação de um rego perpendicular ao rego de contorno, com intervalos de 5 m. Os cômoros perpendiculares também medem 15-20 cm de altura, e 50-75 cm de comprimento.
- 5 Se houver o risco de danos devido ao escoamento superficial proveniente de vertentes da parte de cima do sistema, constrói-se uma vala de derivação (vala de encosta) da parte de cima do sistema de vala e cômoros de contorno (veja-se o Capítulo 4).

Manutenção

Se ocorrer uma ruptura nos cômoros, os mesmos terão de ser reparados imediatamente. Ao final de cada estação é preciso refazer os cômoros à sua altura original. Dependendo da fertilidade do solo na área cultivada, poderá ser preciso remover o sistema alguns metros para baixo após certo número de estações, a fim de aproveitar uma nova faixa de solo fértil para a área cultivada.

Procedimento de plantio

Plantam-se as culturas em ambos os lados do rego. Os cereais (sorgo/mapira, milho miúdo/mexoeira) são geralmente plantados no topo dos cômoros. As leguminosas (feijão-frade/nhamba, feijão tepary) são plantadas geralmente do lado de cima das valas, visto que precisam de

mais água (figura 11: culturas d e e). A área de recepção é deixada sem cultivo nem vegetação para maximizar o escoamento superficial.

Variações

Nas regiões áridas, sobretudo nas áreas onde se verifica um sobrepastoreio, o sistema de vala e câmoros com câmoros perpendiculares é usado para a regeneração das espécies forrageiras, gramíneas e árvores resistentes locais. Num projecto de repovoamento florestal em Baringo, no Quénia, o sistema é usado da forma seguinte. As valas são ampliadas (aproximadamente 80 cm de largura), e as plântulas das árvores são plantadas em covas de plantação dentro das valas, a uma distância de 1-3 m entre si. O espaçamento dos câmoros mede entre 5 e 10 m. Os câmoros perpendiculares são construídos com intervalos de 10 m.

5.3 Câmoros de contorno para árvores

Informação de fundo

O sistema dos câmoros de contorno para árvores assemelha-se muito ao sistema de vala e câmoros de contorno para culturas agrícolas (veja-se a secção anterior).

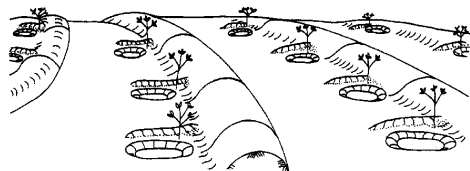


Figura 13: Câmoros de contorno para árvores

A diferença é que no sistema para árvores, a água é recolhida num poço de infiltração, em vez de uma vala, como se mostra na figura 13.

Como no sistema de vala e câmoros de contorno para culturas agrícolas, a eficiência do sistema de câmoros de contorno para árvores é elevada, devido ao comprimento relativamente curto da vertente da área de recepção.

A construção pode ser levada a cabo de forma mecanizada, portanto trata-se de uma técnica apropriada para aplicação numa maior escala.

Condições

Pluviosidade: 200 - 750 mm. O sistema é apropriado para áreas com uma pluviosidade inferior ao que é preciso para o sistema de vala e câmoros de contorno para culturas agrícolas, visto que a água de escoamento se concentra no poço de infiltração.

Tipo de solo: No mínimo 1,5 m de profundidade, de preferência 2 m, para garantir um bom desenvolvimento radicular e uma adequada capacidade de armazenamento de água.

Inclinação: De quase 0% (plano) até 5%.

Topografia: Regular, sem sulcos ou depressões, de forma a não provocar uma distribuição desigual da água de escoamento.

Limitações

Os câmoros de contorno para árvores não são apropriados para terrenos acidentados ou erodidos, pois neste tipo de terrenos a água concentrada nos locais mais baixos terá demasiados efeitos negativos, causando uma eventual ruptura dos câmoros.

Tamanho e esquematização

A esquematização assemelha-se à esquematização do sistema de vala e câmoros de contorno para culturas agrícolas (figura 12 A). Constroem-se câmoros de contorno, e também câmoros perpendiculares para dividir as faixas em micro-bacias. Em vez de valas, escavam-se poços de infiltração na junção entre o câmoros perpendicular e o câmoros de contorno. O tamanho do poço é geralmente 80 cm × 80 cm, e 40 cm de profundidade.

O espaçamento entre os câmoros é geralmente maior do que no sistema para culturas agrícolas: entre 5 e 10 m. Devido a este espaçamento mais amplo, também é preciso fazer mais altos os câmoros: 20-40 cm. Recomenda-se um espaçamento de 10 m para vertentes de uma incli-

nação inferior a 0,5%, e de 5 m para vertentes de uma inclinação mais elevada (até 5%). Os cômoros perpendiculares deverão medir no mínimo 2 m de comprimento e espaçar-se com intervalos de 2 m até 10 m. A altura dos cômoros perpendiculares é igual à altura dos cômoros de contorno: 20-40 cm. Se se escolher uma micro-bacia de 25 m², poder-se-á espaçar os cômoros de contorno com intervalos de 10 m, com cômoros perpendiculares a cada 2,5 m. Alternativamente, os cômoros podem estar espaçados com intervalos de 5 m, e os cômoros perpendiculares com intervalos também de 5 m.

Razão C:CA

Uma micro-bacia mede geralmente entre 10m² e 50 m² para cada árvore. A vantagem do sistema de contorno para árvores, em comparação com os sistemas livres, é que se pode modificar facilmente o tamanho da área de recepção acrescentando ou tirando cômoros perpendiculares dentro do espaçamento fixo dos cômoros. Trata-se de um sistema muito flexível.

Desenho dos cômoros

Veja-se a secção anterior, sobre *Tamanho e esquematização*.

Construção

- 1 Demarcam-se as curvas de nível cada 40 a 50 m na vertente (Anexo 2). Rectificam-se as curvas de nível até se tornarem uma curva regular.
- 2 Demarcam-se os cômoros de contorno, ao intervalo escolhido, com estacas ou um sacho.
- 3 Constroem-se os cômoros de contorno escavando o solo em ambos os lados dos cômoros, mas com ênfase na parte de cima. Recomenda-se a compactação dos cômoros, usando os pés ou com um barril cheio de areia.
- 4 Escava-se um poço de infiltração na vala da parte de cima do cômoros.

5 Constroem-se os cômoros perpendiculares a um ângulo recto com os cômoros de contorno, usando o material proveniente da cova de plantação. Compactam-se também os cômoros perpendiculares, de igual forma como os cômoros de contorno. A distância entre um cômodo perpendicular e uma cova de plantação tem que medir 30 cm no mínimo. Coloca-se a plântula neste espaço (figura 14).

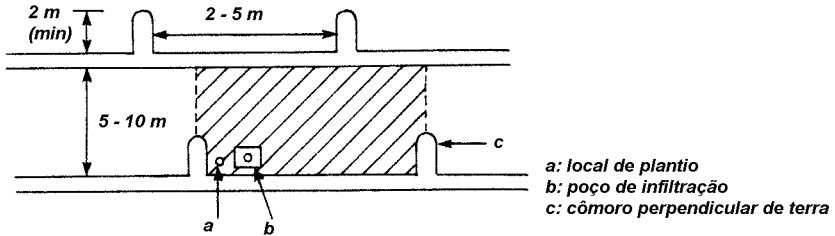


Figura 14: A localização da árvore

6 Se houver risco de que o escoamento superficial procedente de fora do sistema provoque danos dentro do mesmo, constrói-se uma vala de drenagem (vala de encosta) da parte de cima do sistema de cômoros de contorno. Veja-se o Capítulo 4 sobre a Drenagem.

Manutenção

Se houver brechas nos cômoros, estes deverão ser reparados imediatamente. A área de recepção tem de ser mantida livre de vegetação para maximizar o escoamento superficial. Ao final de cada estação é preciso reconstruir os cômoros à sua altura original. Pode-se deixar crescer gramíneas nos cômoros de contorno, visto que o raizame contribuirá à consolidação dos mesmos.

Procedimento de plantio

Faz-se o plantio das plântulas de árvores (de uma altura de 30 cm no mínimo) imediatamente após se ter recolhido o primeiro escoamento superficial. Colocam-se as plântulas no espaço entre os cômoros per-

pendiculares e o poço de infiltração. Se houver carência de chuva, coloca-se uma segunda plântula no poço de infiltração.

Onde o sistema de contorno for usado em áreas com elevada pluviosidade, será possível usar o espaço entre os cômoros para a produção vegetal antes de as árvores se tornarem produtivas. Certamente, isso vai reduzir o volume do escoamento superficial.

5.4 Cômoros de terra com descarregadores de pedras

Informação de fundo

O sistema descrito nesta secção é composto de vários cômoros de terra com descarregadores de pedras. Trata-se de uma modificação de um sistema tradicional de recolha de água conhecido na Tunísia como 'meskat' (figura 15).

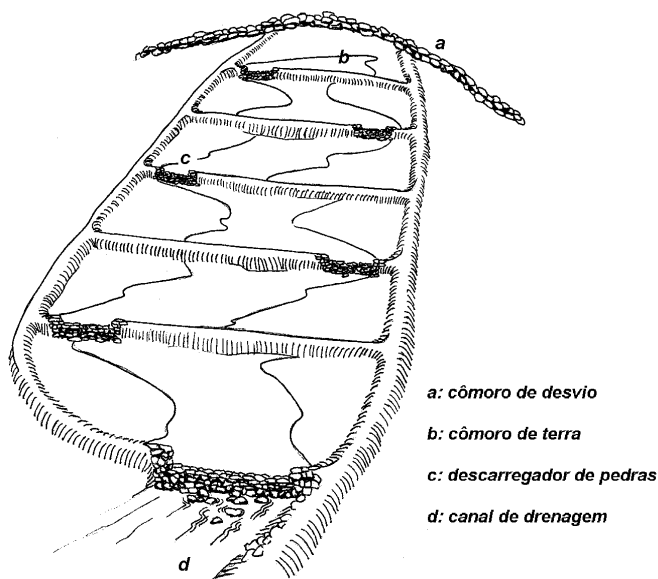


Figura 15: Cômoros de terra com descarregadores de pedras

O sistema é uma combinação do sistema de vala e câmoros de contorno para culturas agrícolas e o sistema de câmoros de pedras de contorno. Os câmoros de terra retêm a água de escoamento, enquanto que os descarregadores de pedras previnem que a água de escoamento em excesso transborde os câmoros de terra prejudicando os mesmos.

Segundo a esquematização, os câmoros são postos exactamente perpendiculares à vertente de maior inclinação, e paralelos uns aos outros. Nestes câmoros de terra constroem-se descarregadores de pedras, alternadamente à esquerda e à direita. A escorrência lateral previne-se com outros câmoros de terra, que rodeiam os campos cultivados. Portanto, a água de escoamento das colinas do lado de cima é forçada a escorrer ao longo dos câmoros até atingir um descarregador. Assim, a água segue uma rota em ziguezague para o ponto mais baixo do campo cultivado.

Condições

O sistema Meskat é usado na Tunísia para a cultura de oliveiras, sob as seguintes condições:

Pluviosidade: 200-400 mm. Devido aos descarregadores de pedras, este sistema é apropriado para áreas com chuvadas imprevisíveis e de alta intensidade.

Tipo de solo: Solos francos profundos.

Inclinação: 6% no máximo.

Topografia: Regular: sem sulcos ou depressões na área de recepção.

Limitações

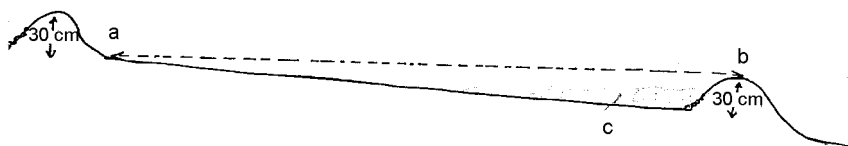
Em áreas de pluviosidade elevada, será mais seguro construir um câmoros de derivação (figura 15: *a*) ou uma vala de encosta na parte mais alta do terreno. Isto vai prevenir grandes volumes de água escorrerem do alto da vertente para o campo, o que poderia provocar danos consideráveis. Veja-se também o Capítulo 4 sobre 'Drenagem'. Em áreas de pluviosidade baixa, não são necessárias semelhantes medidas de precaução.

Tamanho e esquematização

A distância entre os cômoros depende da inclinação da vertente. O topo de um cômodo deve estar à mesma altura que a base do cômodo da parte de cima (figura 16). Quanto mais íngreme a vertente, mais juntos deverão estar os cômoros uns dos outros. Cada cômodo tem um ou mais descarregadores, com intervalos de 20 m, ao longo do comprimento do cômodo.

Razão C:CA

A distância entre os cômoros geralmente calcula-se com base na inclinação da vertente, como foi descrito para os cômoros de pedras. Tal como para os cômoros de pedras, a área a ser cultivada é determinada de uma forma experimental.



A distância entre os cômoros deve ser tal que o topo de um cômodo (b) esteja à mesma altura que a base (a) do cômodo da parte de cima. Terra e limo são depositados na parte de cima de cada cômodo (c).

Figura 16: Determinação da distância entre dois cômoros

Desenho dos cômoros

Os cômoros têm de largura o dobro da altura. No exemplo da figura 17 trata-se de um cômodo de 30 cm de altura e 60 cm de largura de base. Para uma parcela de 0,1 ha numa vertente de 1%, os cômoros têm 40 cm de altura e 0,5 m até 1 m de largura de base. O cômodo de derivação é um tanto maior do que os outros cômoros, é construído de terra, e coberto com uma camada de pedras.

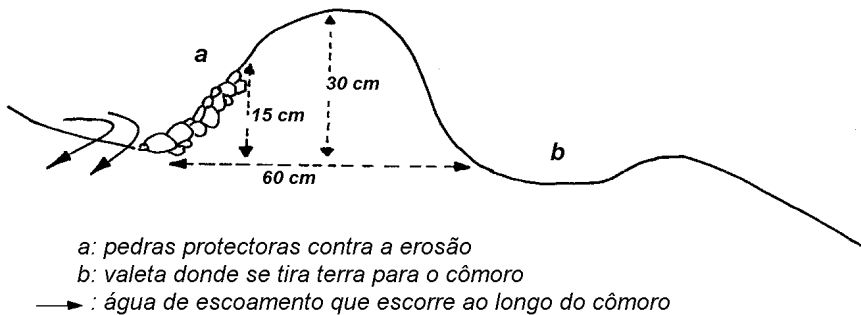


Figura 17: Corte transversal de um cômoro de terra

O descarregador é feito de pedras e geralmente tem 80 cm de largura na base e 10-15 cm de altura (veja-se a figura 18). O comprimento do descarregador varia entre 1 e 2,5 m. Uma regra prática geral é que o comprimento total em metros de todos os descarregadores num cômoro de terra tem que equivaler à metade da superfície (em hectares) da área de recepção situada da parte de cima. Portanto, um cômoro com uma área de recepção de 8 ha requer um descarregador de 4 m. Se esse cômoro medir 50 m de comprimento, poder-se-á construir dois descarregadores de 2 m ou três de 1,35 m de comprimento. Portanto, quanto mais para baixo no campo, tanto maiores deverão ser os descarregadores. É muito importante que se coloque uma camada de pedras ou cascalho do lado de jusante de cada descarregador para prevenir o aluimento dos mesmos.

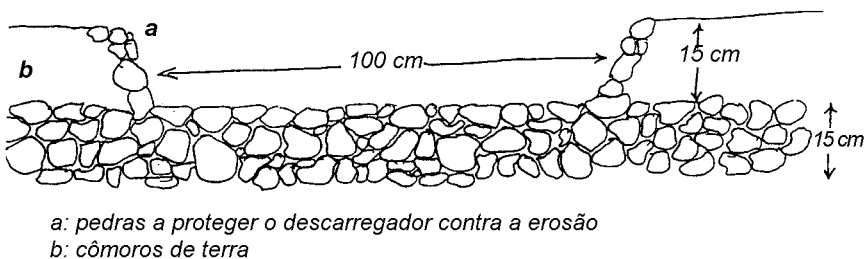


Figura 18: Fachada de um descarregador de pedras

Construção

- 1 Determina-se a inclinação média da vertente, usando p.ex. um tubo de nivelamento com água (Anexo 2), e calcula-se o espaçamento dos cômoros.
- 2 Demarcam-se as curvas de nível em cada local onde se dever construir um cômodo. Rectificam-se as curvas de nível a fim de formar uma linha regular.
- 3 Calculam-se e demarcam-se a largura e o local de cada descarregador.
- 4 Constroem-se os cômoros de terra com solo retirado da parte de baixo, e cobrem-se com uma camada de pedras da parte de montante para prevenir a erosão. Pode-se aumentar o control da erosão plantando gramíneas, culturas perenes ou arbustos no topo ou mesmo diante dos cômoros.
- 5 Constroem-se os descarregadores de pedras da mesma maneira que os cômoros de pedras de contorno.

Manutenção

A manutenção deste sistema é igual à do sistema de vala e cômodo de contorno para culturas agrícolas e à do sistema de cômoros de pedras, veja-se as secções correspondentes.

6 Recolha de água - sistemas livres

6.1 Covas de plantação ou `Zai`

Informação de fundo

As covas de plantação (ou Zai) constituem o sistema mais simples da recolha de água. Em Burkina Faso e no Mali, usa-se tradicionalmente as covas de plantação para reabilitar os solos degradados. A técnica das covas de plantação baseia-se na abertura de pequenas cavidades de aproximadamente 10 até 15 cm de profundidade, nas quais se coloca uma pequena quantidade de estrume e algumas sementes (figura 19).

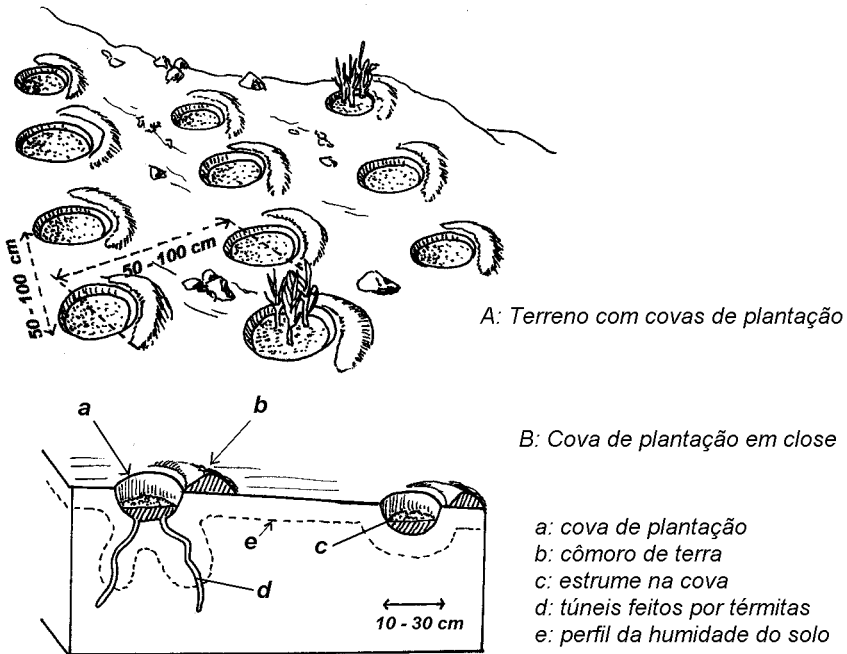


Figura 19: Pormenores de covas de plantação ou Zai

Durante as chuvadas as covas de plantação interceptam a água de escoamento e concentram-na à volta das plantas em desenvolvimento. Na primeira estação, logo as terras terem sido tratadas, os rendimentos aumentam. Estas técnicas garantem alguma produção mesmo durante anos muito secos.

Condições

Pluviosidade: 200 - 750 mm.

Tipo de solo: As covas de plantação são particularmente idóneas para a reabilitação de solos inférteis e encrostados, e de vertentes argilosas, onde a capacidade de infiltração é limitada e a lavoura é difícil. Estes solos são extremamente duros (como rocha) e geralmente provocam grandes volumes de água de escoamento superficial. Não é preciso que o solo seja profundo.

Inclinação: inferior a 2%.

Topografia: Não é preciso que seja lisa. Trata-se de uma técnica apropriada para reabilitar terras quebradas e acidentadas.

Limitações

A abertura das covas de plantação é bastante exigente em mão-de-obra. Não será possível mecanizar a escavação ou usar uma charrua em terras onde se abrirem covas de plantação (Zai). Onde os solos já estiverem pouco profundos, tornar-se-ão ainda menos profundos ao se abrirem as covas de plantação. Caso assim seja, os agricultores não deverão plantar na cova, mas no topo do cômodo do solo escavado, para maximizar a profundidade do raizame.

Tamanho e esquematização

O tamanho das covas de plantação varia de acordo com o tipo de solo em que forem escavadas. Geralmente, medem entre 5 e 15 cm de profundidade, e têm entre 10 e 30 cm de diâmetro (figura 19B). A distância entre duas covas varia entre 0,5 e 1 m. O número de Zai por ha é geralmente entre 10.000 e 25.000. Pode-se escavar as covas de planta-

ção em fileiras ou, mais correntemente, aos ziguezagues, ao longo das curvas de nível (figura 19A).

Razão C:CA

A razão C:CA é geralmente determinada por estimativa. Varia geralmente entre 1:1 e 1:3. Quanto maiores forem as covas de plantação e quanto mais amplo o seu espaçamento, tanto mais água se pode recolher da área não cultivada entre as covas.

Desenho dos cômoros

O desenho do cômodo de uma cova de plantação é muito simples. Forma-se o cômodo colocando a terra escavada da cova de plantação imediatamente do lado de baixo da cova.

Construção

- 1 Não é preciso seguir as curvas de nível. Demarca-se a posição das covas com um cordel que tenha um comprimento igual à distância pretendida entre as covas + $\frac{1}{2}$ do diâmetro da cova. Por exemplo, se a cova tiver um diâmetro de 30 cm e a distância pretendida entre as covas for 50 cm, o cordel deverá ter um comprimento de 65 cm. Ata-se uma estaca a ambos os cabos da corda, fazendo com que a distância entre as estacas siga sendo o comprimento pretendido da corda, 65 cm no exemplo. Coloca-se uma estaca no solo ao ponto da primeira cova de plantação, e traça-se um círculo à volta com a outra estaca. Coloca-se a primeira estaca no círculo (= na posição da segunda cova de plantação) e traça-se o segundo círculo. Onde os dois círculos se cruzarem, dever-se-ão abrir as covas de plantação número três e quatro. Demarcam-se, desta forma, todas as covas de plantação.
- 2 O passo seguinte é a escavação das covas. Corte-se um pau de comprimento igual ao diâmetro da cova de plantação, e outro pau de comprimento igual à profundidade pretendida. Os escavadores utilizarão estes paus como referência para escavarem covas uniformes. A terra escavada é colocada imediatamente do lado de baixo da cova para construir um pequeno cômodo.

Manutenção

No segundo ano, os agricultores poderão semear nas covas existentes ou se o espaçamento das *Zai* for amplo, poderão escavar novas covas entre as já existentes. Se o objectivo for restabelecer a fertilidade do campo na sua totalidade, é recomendável abrir covas novas.

Procedimento de plantio

Abrem-se as covas de plantação na estação seca. Durante esta estação as covas interceptam a folhada e a areia fina depositadas pelo vento. Muitas vezes, as covas enchem-se com uma mistura de estrume (p.ex. composto, esterco) e terra. Isto atrai térmitas, que escavam túneis no solo, transportando nutrientes de camadas mais profundas para a superfície e melhorando a capacidade de infiltração do solo. Depois das primeiras chuvas, semeiam-se cereais (p.ex. sorgo/mapira, milho miúdo/mexoeira) nas covas. Às vezes, leva-se a cabo uma sementeira seca (Capítulo 9). Não é preciso mondar entre as covas, visto que nestes solos degradados não é provável que a vegetação natural cresça de novo.

Variações

Muitas vezes, a técnica *Zai* (as covas de plantação) combina-se com câmoros de pedras de contorno. Devido às pedras, a água de escoamento diminuirá a sua velocidade de escorrência, distribuir-se-á mais equitativamente sobre a superfície do solo e depois escorrerá para as covas de plantação. Às vezes, usam-se câmoros de terra ou faixas de gramíneas em combinação com *Zai* para atingir o mesmo objectivo.

6.2 Micro-bacias encerradas

Informação de fundo

As micro-bacias encerradas são bacias de forma quadrada ou com forma de diamante rodeadas por baixos câmoros de terra por todos os lados. Os câmoros retêm a água da chuva e do escoamento superficial na mini-bacia. A água de escoamento é canalizada para o local mais baixo e é armazenada num poço de infiltração. As estruturas constroem-se facilmente à mão.

As figuras 20 e 21 mostram exemplos de micro-bacias encerradas, respectivamente numa vertente e num terreno plano.

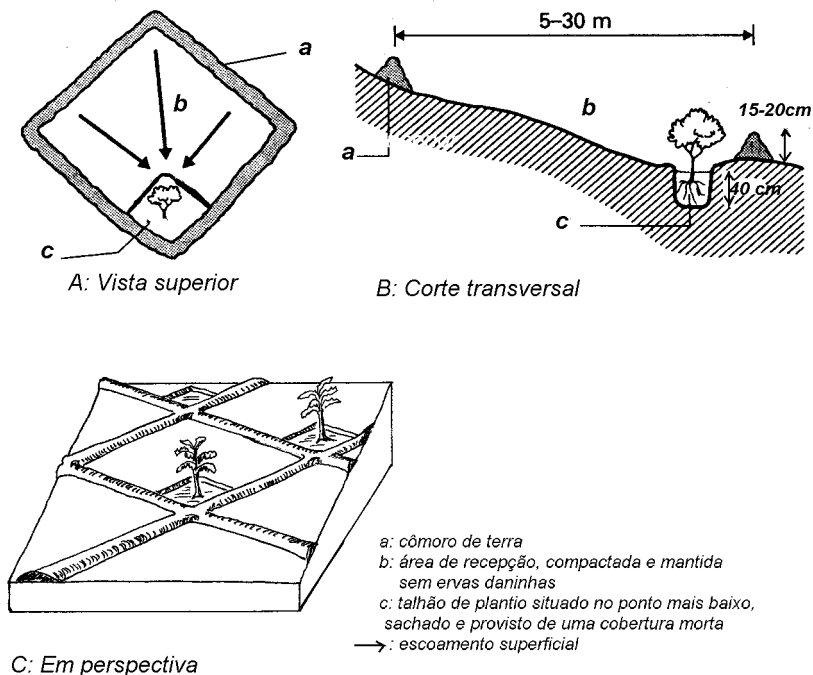
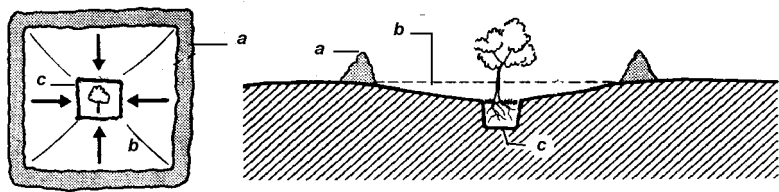


Figura 20: Micro-bacia encerrada numa vertente

As micro-bacias usam-se principalmente para a cultura de árvores ou arbustos. Esta técnica é apropriada para o plantio de árvores em pequena escala em qualquer área com um défice de humidade, e também serve para a conservação do solo. Em Israel, as micro-bacias são populares na cultura de árvores fruteiras: o nome local é '*negarim*'. Como esta técnica mostrou ser bem-sucedida e é fácil de realizar, é aconselhável experimentar com ela antes de começar com outras técnicas mais difíceis.



A: Vista superior

B: Corte transversal

- a: câmara de terra
 b: área de recepção, compactada e mantida sem ervas daninhas
 c: talhão de plantio situado no ponto mais baixo, sachado e provido de uma cobertura morta
 →: escoamento superficial

Figura 21: Micro-bacia encerrada num terreno plano

Condições

Pluviosidade: 150 mm por ano no mínimo.

Tipo de solo: No mínimo 1,5 m de profundidade, de preferência 2 m para garantir um desenvolvimento do raizame e uma capacidade de armazenamento de água adequados.

Inclinação: De zero (plano) até 5%, mas micro-bacias mais pequenas podem construir-se em vertentes de inclinação mais elevada.

Topografia: Não é preciso que seja regular. As micro-bacias dividem uma vertente irregular em pequenos talhões regulares.

Limitações

Embora as micro-bacias se construam facilmente à mão, a construção mecanizada é difícil.

Tamanho e esquematização

O tamanho de uma micro-bacia geralmente varia entre 10 m² e 100 m². É possível aplicar maiores tamanhos, particularmente onde se cultivarem mais de uma árvore numa só micro-bacia.

Nos terrenos planos, as micro-bacias são maiores, geralmente medem 250 m² e a parcela de plantio dentro da área de recepção mede 3,5 m × 3,5 m. Os cômoros têm uma altura de 15 até 20 cm. A parcela de plantio geralmente mede entre 40 cm e 1,5 m de profundidade, dependendo da profundidade do solo.

Se houver algum risco de prejuízos provocados pela água de escoamento proveniente da parte de cima do sistema de micro-bacias, dever-se-á construir uma vala de derivação (vala de encosta).

Razão C:CA

A razão C:CA para este sistema geralmente não é determinada através de cálculos exactos. Os tamanhos médios apresentam-se acima. Para resolver o tamanho das micro-bacias, tenha-se em conta a pluviosidade média e as necessidades de água estimadas para as árvores.

Desenho dos cômoros

A altura dos cômoros de terra depende da inclinação da vertente e do tamanho da micro-bacia.

Quadro 8: Altura de cômoros (em cm) para micro-bacias.

Tamanho da bacia (m)	Inclinação da vertente			
	2 %	3 %	4 %	5 %
3 × 3	25	25	25	25
4 × 4	25	25	25	30
5 × 5	25	25	30	35
6 × 6	25	25	35	45
8 × 8	25	35	45	55
10 × 10	30	45	55	n.r.
12 × 12	35	50	n.r.	n.r.
15 × 15	45	n.r.	n.r.	n.r.

n.r. = não recomendável

O Quadro 8 apresenta as alturas recomendadas. O cômodo mede no mínimo 25 cm de largura ao cimo, com gradientes laterais de 1:1 no mínimo, o que faz com que os cômoros de 25 cm de altura tenham uma largura de base de 75 cm no mínimo. Sempre que seja possível,

plantam-se gramíneas nos cômoros, visto que assim se fornece uma boa protecção contra a erosão.

O poço de infiltração mede 40 cm de profundidade. A terra escavada é usada para construir os dois cômoros da parte de baixo (os dois cômoros da parte de cima são feitos com a terra escavada do poço de infiltração adjacente da parte de cima). O poço de infiltração tem uma forma quadrada e o seu tamanho depende da quantidade de terra requerida para construir os dois cômoros da parte de baixo. Por exemplo, caso se trate de uma micro-bacia de 3×3 m, requer-se um poço de $1,4 \times 1,4$ m (40 cm de profundidade); para uma micro-bacia de 10×10 m precisa-se de um poço de $2,5 \times 2,5$ m (40 cm de profundidade). No canto da parte de baixo no poço de infiltração, constrói-se um degrau de plantio (figura 22), onde se colocará a plântula.

Construção

1 Para construir um sistema de micro-bacias, primeiro determina-se a localização da curva de nível superior, usando um tubo de nivelamento com água. Rectifica-se a curva de nível para formar uma linha regular e mais ou menos recta.

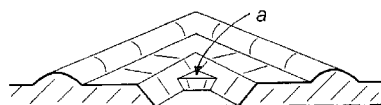
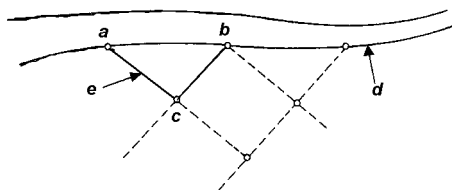


Figura 22: Micro-bacias encerradas: ponto do degrau de plantio (a) (Critchley, 1991)

2 Mede-se a diagonal numa micro-bacia usando uma fita (figura 23: a e b) e demarca-se esta ao longo da curva de nível (contorno).



a-b: diagonal da bacia quadrada
c: canto de fundo da bacia
d: curva de nível
e: tamanho lateral

Figura 23: Configuração das micro-bacias (Critchley, 1991)

- 3 Determina-se o ponto [c] usando duas cordas. Cada uma deverá ter um comprimento que seja igual ao tamanho lateral da micro-bacia. Prende-se uma corda no ponto [a], e outra no ponto [b]. Onde as duas cordas se encontrarem, demarca-se o ponto [c] com uma estaca. Pois, demarcam-se os lados da micro-bacia com uma sachola. Repete-se este procedimento até todas as micro-bacias estarem demarcadas ao longo do contorno.
- 4 Demarca-se a segunda fileira de micro-bacias através do mesmo procedimento, mas usando o ponto [c] da primeira linha de micro-bacias. Depois, demarca-se a terceira linha, e assim por diante.
- 5 Demarca-se e escava-se o poço de infiltração em cada micro-bacia. Para mais informação, veja-se a secção sobre o 'desenho dos cômoros'.
- 6 Limpa-se a micro-bacia retirando toda a vegetação antes de se construir os cômoros. Constroem-se os cômoros em duas camadas: a primeira camada construir-se-á até atingir a metade da altura do cômodo, que depois se pode compactar, construindo-se a seguir a segunda metade, que também será compactada. Obtém-se uma altura de cômodo uniforme fixando uma corda entre duas estacas às pontas do cômodo e acima do solo à altura do cômodo pretendida.

Manutenção

A manutenção é a mesma para qualquer cômodo de terra. Dever-se-á reparar imediatamente qualquer dano e manter a micro-bacia limpa de vegetação. O plantio de gramíneas nos cômoros é um bom método para reforçar os mesmos.

Procedimento de plantio

Coloca-se uma plântula de árvore com uma altura mínima de 30 cm no degrau de plantio, imediatamente depois da água de escoamento ter sido recolhida no poço de infiltração. Caso se trate de um ano muito seco, recomenda-se colocar a segunda plântula no fundo do poço de infiltração. Pode-se deitar estrume ou composto no poço de infiltração para aumentar a fertilidade e a capacidade de retenção de água.

Variações

Uma variação comum é a construção das micro-bacias como estruturas livres com extremidades abertas numa forma de 'V', ou semicirculares (veja-se a secção seguinte). A vantagem de um câmoros de extremidades abertas é que a água em excesso pode escorrer além das pontas dos câmoros. Contudo, a capacidade de armazenamento deste tipo de câmoros é inferior àquela de um sistema encerrado. As estruturas livres de extremidades abertas são particularmente apropriadas para terrenos acidentados e para pequenas quantidades de árvores à volta de quintas.

6.3 Câmoros semi-circulares

Informação de fundo

Os câmoros semicirculares são câmoros de terra que formam um meio círculo com as pontas dos câmoros situadas na curva de nível. O tamanho varia, desde pequenas estruturas com um raio de 2 m a estruturas muito grandes com um raio de 30 m. Os grandes câmoros semicirculares são usadas para a reabilitação de campos de pastagem e a produção de forragem; os pequenos câmoros semicirculares aplicam-se para o cultivo de árvores, arbustos e culturas agrícolas (figura 24).

As vantagens destas estruturas são (i) a facilidade de construção, (ii) a eficiência no que diz respeito à mão-de-obra requerida, visto que (graças à forma semicircular) se obtém uma máxima área encerrada com um mínimo volume de câmoros, e (iii) o carácter idóneo para terrenos acidentados, visto tratar-se de estruturas livres.

Caso o sistema seja aproveitado para a cultura de árvores, a água de escoamento recolher-se-á num poço de infiltração.

Condições

Pluviosidade: 200 - 750 mm.

Tipo de solo: Qualquer solo apropriado para a exploração agrícola.
Para a cultura de árvores requerer-se-ão solos profun-

dos (1,5 m de profundidade no mínimo) de forma a ter um enraizamento adequado.

Inclinação: De preferência inferior a 2%, mas aumentando a altura dos cômoros pode-se aplicar este sistema em vertentes de uma inclinação até 5%.

Topografia: Para uma esquematização em ziguezague dos cômoros semicirculares precisa-se de um terreno regular (figura 24), mas as estruturas individuais podem-se encontrar em terrenos mais irregulares.

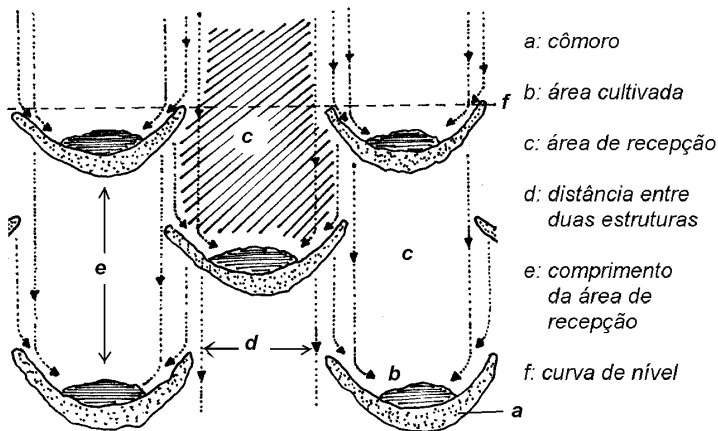


Figura 24: Esquematização de pequenos cômoros semicirculares

Limitações

Devido à forma semicircular, a sua construção não é fácil de mecanizar.

Tamanho e esquematização

Os cômoros são dispostas em fileiras aos ziguezagues, com as pontas localizadas na curva de nível. Deixa-se uma abertura entre duas estruturas adjacentes a forma que a água de escoamento possa escorrer para a seguinte estrutura em baixo (figura 24).

Em estruturas maiores, podem-se construir descarregadores de pedras nos cômoros para manejar a água de escoamento em excesso proveniente das vertentes da parte de cima (figura 26). Contudo, caso se tenha a expectativa de uma frequente escorrência de grandes volumes de água de escoamento, dever-se-ão proteger as estruturas com uma vala de encosta (veja-se o Capítulo 4).

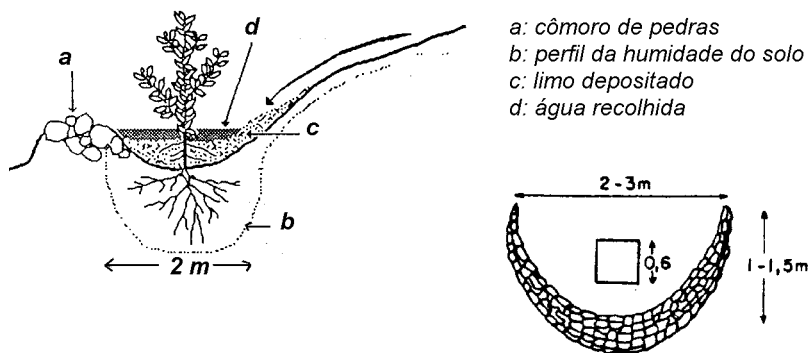


Figura 25: Pequeno cômodo semicircular em corte transversal e vista de cima

Razão C:CA

Para as culturas arvenses pode-se calcular a razão C:CA usando a fórmula apresentada no Capítulo 3. O tamanho da área cultivada é a área encerrada pelo cômodo semi-circular, e a sua superfície é igual a: $0,5 \times \pi \times \text{raio}^2$ ($\pi=3,14$).

O tamanho da área de recepção é a distância [e] na figura 24 multiplicada pela distância entre as pontas do cômodo.

Para as culturas arbóreas recolhe-se a água de escoamento num poço de infiltração. O tamanho total da micro-bacia é estimado com base nas necessidades de água das árvores.

Para os campos de pastagem e espécies forrageiras, geralmente é suficiente aplicar uma razão C:CA de 3:1.

O desenho de um sistema inclui os passos seguintes:

- 1 Calcula-se ou estima-se a razão C:CA, p.ex. 3:1.
- 2 Escolhe-se o tamanho da área cultivada, p.ex. 10 m². A área de recepção deverá medir 30 m² para atingir uma razão C:CA de 3:1.

Em Ourihamiza, no Níger, são usados os seguintes tamanhos nos cômoros semicirculares para culturas agrícolas: medem 2 m de largura e estão esquematizados a intervalos de 4 m. As fileiras estão espaçadas de 4 m, levando a uma densidade de 313 estruturas semicirculares por ha e a uma razão C:CA de 4:1.

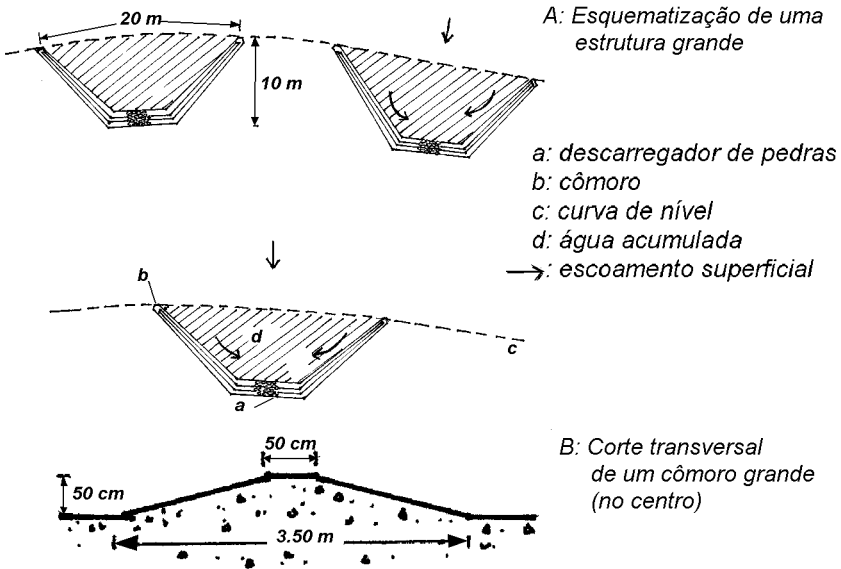


Figura 26: Esquematização de uma grande estrutura semicircular e corte transversal de um cômodo: a forma trapeziforme é uma variação da forma semicircular

Desenho dos cômoros

Os pequenos cômoros semicirculares (que medem um raio de aproximadamente 6 m no máximo) têm uma altura mínima de 25 cm e declives laterais de 1:1, levando a uma largura de base de 75 cm. Nas estruturas com um raio maior de 6 m, as pontas do cômodo começam com uma altura moderada, aumentando gradualmente a altura para o 'fundo' da estrutura. Por exemplo, um cômodo semicircular com um raio de 20 m terá pontas de apenas 10 cm de altura, aumentando gradualmente a altura até atingir 50 cm ao 'fundo' do cômodo. Recomenda-se, no caso de estes cômoros grandes, aplicar uma vertente lateral de inclinação mais moderada, por exemplo, de 3:1. Assim prover-se-á um cômodo de 10 cm de altura com uma largura de base de 70 cm; e um cômodo de 50 cm de altura com uma largura de base de 3,50 m. Veja-se a figura 26B.

Construção

- 1 Começa-se com a demarcação das curvas de nível (os contornos) onde se localizarão as pontas dos cômoros. A distância entre as curvas de nível demarcadas depende do tamanho das estruturas por construir. Como as estruturas são livres, não será preciso rectificar as curvas de nível para torná-las mais regulares.
- 2 Mede-se a distância entre as pontas de uma estrutura no contorno mais alto. Mede-se e demarca-se a distância de uma ponta para a estrutura seguinte (no mesmo contorno), e outra vez a distância entre as pontas de uma estrutura. Demarcam-se assim as pontas de todas as estruturas no primeiro contorno. As pontas no segundo contorno são demarcadas através do mesmo procedimento, mas de forma a localizar o ponto central da estrutura entre as pontas de duas estruturas adjacentes situadas no primeiro contorno. Desta forma obter-se-á uma configuração ziguezagueante.
- 3 Demarca-se a posição do cômodo de cada estrutura através de uma corda. A corda tem um comprimento igual ao raio da estrutura. Demarca-se o ponto central (o ponto no meio das pontas de uma estrutura, no contorno). Depois, mantendo um cabo da corda neste pon-

to, demarca-se um meio círculo de uma ponta do cômodo para a outra, usando o outro cabo da corda.

- 4 Escava-se terra para construir o cômodo desde o interior da área encerrada. Começa-se com uma pequena valeta, seguido por uma escavação de toda a área encerrada a fim de atingir uma distribuição equitativa da água de escoamento recolhida. É importante que os cômodos sejam construídos em camadas de 10-15 cm, compactando cada uma antes de colocar a camada seguinte no topo.
- 5 Nas grandes estruturas (com um raio maior de 6 m), as pontas dos cômodos são construídas com pedras para protegê-los contra a erosão. O plantio de gramíneas nos cômodos aumenta a sua estabilidade.

Manutenção

O período crítico é durante as primeiras chuvadas depois de se terminar a construção. Qualquer dano ou ruptura dever-se-á reparar imediatamente. Se o dano for comum e se ainda não houver uma vala de encosta da parte de cima do sistema, dever-se-á escavar uma. Se houver erosão nas pontas dos cômodos, poder-se-á protegê-las com pedras. As estruturas dever-se-ão escavar de novo depois de cinco anos. Os sedimentos de lodo e terra deverão ser retirados regularmente à volta das árvores. A área de recepção dever-se-á manter limpa de vegetação.

Procedimento de plantio

O plantio será efectuado na área encerrada inteira. Se for usada para a reabilitação de campos de pastagem ou a produção de forrageiras, poder-se-ão plantar as árvores ou arbustos no ponto mais baixo da área cultivada. Obter-se-ão os melhores conhecimentos acerca do tema através da experimentação.

Variações

Poder-se-á implementar variações, não somente variando o tamanho da área cultivada (o raio do cômodo) e a localização das estruturas individuais, mas também variando a forma do cômodo. Mencionaram-se

já os cômoros com forma de 'V' na secção anterior sobre as micro-bacias encerradas.

Parte II: Retenção da humidade do solo

Nesta segunda parte descrevem-se técnicas de retenção da humidade do solo a serem aplicadas nas áreas cultivadas. Também se faz uma distinção entre sistemas que seguem as curvas de nível (os contornos) de uma vertente e os que são independentes destas. O Capítulo 7 trata de sistemas de contorno para melhorar a infiltração de água no solo. Os Capítulos 8 e 9 descrevem medidas de conservação de água, que não são necessariamente dependentes das curvas de nível.

7 Sistemas de contorno para melhorar a infiltração

A cultura de contorno é um termo usado para reunir três aspectos deste cultivo: a lavoura, a abertura de regos e o plantio ao longo das curvas de nível de uma encosta. O objectivo das culturas de contorno é aumentar a infiltração de água no solo ao longo das curvas de nível (contornos) do terreno e aí conservar a humidade. Uma cultura de contorno pode reduzir até 50% o escoamento superficial e a erosão do solo.

A primeira medida de uma cultura de contorno é determinar o traçado de uma linha guia (linha de referência) de contorno. No Anexo 2 descreve-se um método para demarcar as curvas de nível, através do tubo indicador de nível com água. Algumas outras técnicas são descritas no Agrodok No.6 'Levantamentos topográficos simples aplicados às áreas rurais'.

Todas as medidas de conservação de água subsequentes destes sistemas estão relacionadas com estas linhas guias de contorno. Pode-se usar sebes, arbustos ou pedras para demarcar as ditas linhas. Em pequenos campos ou em vertentes regulares uma só linha guia pode ser suficiente. Esta linha de referência deverá situar-se mais ou menos a

meio da vertente. Em vertentes irregulares, ou em grandes campos, é necessário usar mais linhas guias. Neste caso, as várias curvas de nível deverão estar uniformemente distribuídas sobre a vertente.

7.1 Lavoura de contorno

Através da abertura de sulcos paralelos às curvas de nível, a lavoura de contorno faz com que a água da chuva e do escoamento superficial sejam distribuídas equitativamente sobre o terreno.

Condições

Uma lavoura de contorno pode ser feita em vertentes de inclinação inferior a 10%. Em vertentes mais acentuadas é melhor combinar a lavoura de contorno com outras medidas como a construção de terraços ou o cultivo em faixas.

A lavoura de contorno é prática apenas em campos com vertentes regulares, pois se se lavrasse vertentes muito irregulares, duraria demasiado tempo seguir as curvas de nível. Neste último caso, o cultivo em faixas (veja-se a próxima secção) é normalmente mais eficaz.

Se o solo apenas absorver a água lentamente (p.ex. solos com um grande teor em argila, com camadas impermeáveis, ou solos pouco profundos), a lavoura de contorno pode ser arriscada. Os sulcos não devem ter um comprimento superior a 100 m e, se forem inclinados, a inclinação deve ser menor a 1%.

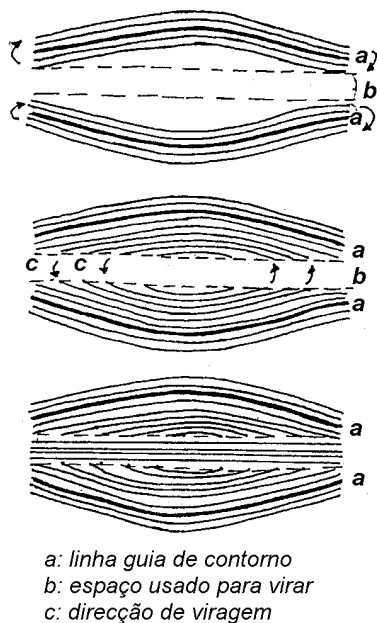


Figura 27: Como lavar num campo com várias linhas guias de contorno

Procedimento

Depois de demarcar uma linha guia de contorno, lavra-se o primeiro sulco ao longo desta linha. Numa vertente irregular e outras encostas onde se demarcarem várias linhas guias, a lavoura segue a configuração da figura 27.

- Lavra-se paralelamente a cada linha guia de contorno, usando sempre a guia mais perto como ponto de referência.
- Lavram-se sulcos cada vez mais curtos, deixando uma faixa rectangular no meio para virar para trás. O número mais apropriado de sulcos longos é de 4 a 6 em terreno muito inclinado, 7 a 10 em vertentes moderadas.
- Finalmente, lavra-se em linhas rectas o espaço usado para virar.

É melhor não lavar os regos naturais existentes nas vertentes, pois isso poderia provocar a erosão do solo. Para permitir à água em excesso de escoar sem riscos de erosão, é normalmente necessário construir um descarregador.

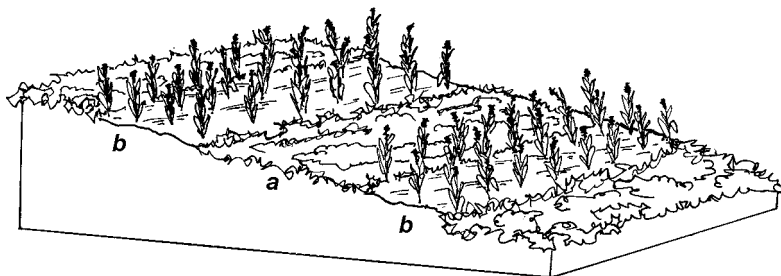
Os sulcos podem ser dispostos com um ligeiro ângulo, p.ex. a uma inclinação de 1%, de forma a que a água de escoamento superficial possa ser recolhida num dreno de descarga. Se as vertentes tiverem uma inclinação inferior a 15%, será suficiente fazer canais simples com revestimento de gramíneas, mas em declives mais pronunciados requerer-se-ão estruturas mais sofisticadas, p.ex. um canal de descarga com pequenas barreiras (estruturas de queda) e descarregadores (veja-se o glossário: *dreno de retenção e descarga*).

7.2 Culturas em faixas

Cultivar em faixas significa que se colocam diferentes tipos de culturas em faixas segundo as curvas de nível (figura 28).

Geralmente alterna-se uma boa cultura de cobertura com uma cultura que oferece pouca cobertura para o solo. A faixa da cultura de cobertura abranda o fluxo de água da chuva que escorre pela vertente, prevenindo assim o arrasto do valioso solo superficial. A água pode então

ser usada pelas culturas (expostas) na próxima faixa. O agricultor poupa trabalho lavrando apenas as faixas que se destinam a ser plantadas. No método das *culturas em faixas* as culturas são geralmente alternadas (rotação de culturas), enquanto que na chamada *vegetação em faixas* estas têm menor largura e um carácter permanente.



a: faixa de "amortecimento" com uma cultura que fornece uma boa cobertura do solo
b: faixa com uma cultura arvense que fornece uma escassa cobertura do solo e/ou com diferentes necessidades de nutrientes

Figura 28: Culturas em faixas

Condições

No geral, o cultivo em faixas aplica-se em vertentes que não são suficientemente íngremes para justificar a construção de terraços. Por si só este método pode ser levado a cabo em declives com gradientes até 5%. Se a inclinação da vertente for mais acentuada, dever-se-á combinar o cultivo em faixas com outras medidas como a construção de leivas de contorno (e cômoros perpendiculares) e a aplicação de uma cobertura morta.

Em solos onde a infiltração for difícil (solos argilosos e solos encrostados), será melhor combinar o cultivo em faixas com o sistema de leivas de contorno.

Seleção de culturas

O sucesso do cultivo em faixas depende da escolha criteriosa de culturas. Tanto quanto possível, estas não devem competir entre si por água

e nutrientes. É útil combinar culturas que diferem na sua forma de cobertura do solo, e que têm diferentes ciclos de crescimento. Desta forma, os seus pontos culminantes de necessidade de água e os períodos de colheita sucederão em épocas diferentes. As combinações de gramíneas e leguminosas são comuns, e também as de cereais e leguminosas rastejantes, como p.ex. milho miúdo (mexoeira) e amendoim (figura 28). Uma vantagem de muitas leguminosas é que estas fixam o azoto (nitrogénio), melhorando potencialmente a fertilidade geral do solo.

Esquematisação

A largura das faixas depende do gradiente de inclinação e da capacidade de infiltração do solo. O quadro 9 contém directrizes para a largura de faixas em solos razoavelmente permeáveis (quer dizer solos não argilosos).

Quadro 9: Cultivo em faixas: relação entre largura e inclinação.

Gradiente de inclinação	Largura da faixa
0-2%	40-50 m
2-4%	30-40 m
> 4%	15-30 m
em climas muito húmidos	10-30 m

Se se usarem máquinas agrícolas, a largura das faixas estará relacionada com o tamanho das ditas máquinas: a largura de uma faixa será então uma multiplicação exacta da largura das máquinas. Se as vertentes forem irregulares, as faixas com culturas arvenses serão mantidas com larguras iguais, enquanto que as irregularidades serão corrigidas nas faixas de “amortecimento” (as faixas com gramíneas, culturas de cobertura, etc.).

Manutenção

As faixas de gramíneas têm que ser cortadas periodicamente. As faixas com culturas arvenses e as com gramíneas ou culturas de cobertura podem ser mantidas em sistema de rotação para manter a fertilidade do solo e combater pragas e ervas daninhas.

7.3 Leivas de contorno e câmoros perpendiculares

O sistema de leivas de contorno é feito através da construção de leivas ou câmoros paralelos às curvas de nível de uma vertente. A água acumula-se do lado de cima das leivas, possibilitando uma melhor infiltração no solo. Uma alternativa às leivas é a construção de pequenos montículos de terra.

Condições

Este método de conservação da humidade do solo é usado em vertentes com gradientes até 7%. Estes solos devem ter uma estrutura relativamente estável, senão as leivas serão minadas pelo escoamento superficial e serão destruídas. A construção de leivas requer mais trabalho e investimento de capital do que o cultivo em faixas.

Tamanho e forma

A altura das leivas é normalmente de 20-30 cm. As leivas têm uma largura igual à largura dos regos. A distância entre as leivas varia de 1,5 a 10 m, e depende da cultura, do grau de inclinação da vertente e do clima. Se as leivas forem combinadas com o cultivo em faixas, a distância entre as leivas poderá ser maior.

Em áreas com elevada queda pluviométrica, há o risco das culturas ficarem encharcadas ou as leivas serem arrastadas. Isto pode ser prevenido, construindo as leivas um pouco inclinadas, fazendo um ligeiro ângulo com a curva de nível (o contorno). Desta forma a água pode ser desviada para um canal de drenagem.

Sistema de câmoros perpendiculares

Uma variante da construção de leivas é a técnica dos regos particionados: leivas de contorno com câmoros perpendiculares. Neste sistema constroem-se câmoros (ou camalhões) mais baixos, os câmoros perpendiculares (15-20 cm de altura), de poucos em poucos metros de um lado ao outro dos regos de contorno, formando mini-bacias (figura 29).

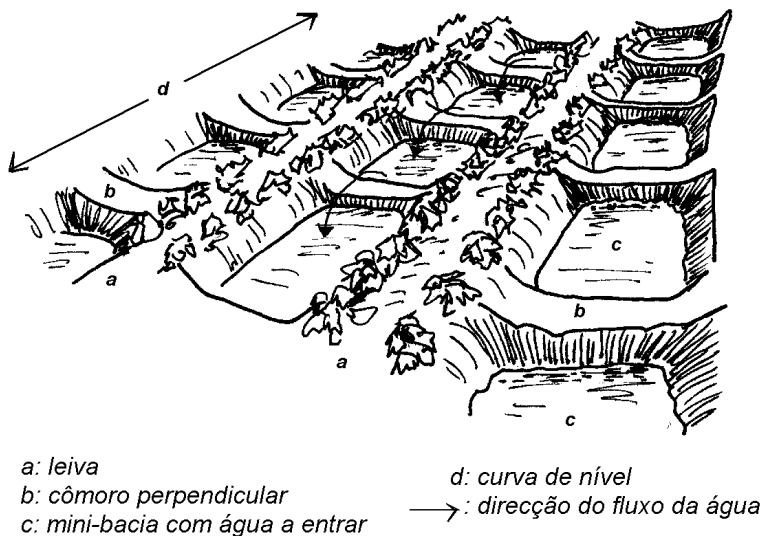


Figura 29: Sistema de câmaras perpendiculares com leivas de contorno construídas a um ligeiro ângulo da curva de nível

No caso de chuva ligeira, a água permanece nestas mini-bacias. Quando a chuva for forte, a água transbordará os câmaras perpendiculares, seguindo o contorno, visto que estes são mais baixos que as leivas ‘de contorno’ e os regos foram construídos a um ligeiro ângulo com as curvas de nível. Assim pode-se prevenir o transbordo, quer dizer o fluxo da água em excesso sobre as leivas ‘de contorno’. Além disso, os câmaras perpendiculares reduzem a velocidade de escorrência da água.

Condições

Os câmaras perpendiculares só podem ser usados nos locais onde a queda pluviométrica não exceder a capacidade de armazenamento de água dos regos; no caso contrário poderá resultar em severa erosão. Esta técnica tem maior êxito nos solos mais grosseiros (mais arenosos), que estão menos sujeitos ao encharcamento, por exemplo, em alfissolos tropicais situados no Sudão/Sahel. Os vertissolos, quer dizer, os solos pretos com elevado teor de argila, dão rendimentos glo-

bais geralmente melhores onde forem usadas técnicas de canteiros largos e regos (veja-se a próxima secção).

Configuração do plantio

As sementes ou os tubérculos são colocados perto do topo da leiva (para evitar alagamentos) ou, caso a água da chuva e/ou a humidade do solo sejam limitadas, perto do fundo da bacia. O local de plantio mais apropriado também depende das necessidades de água da cultura.

Manutenção

A construção e a manutenção de leivas é trabalho árduo, especialmente em solos pesados (argilosos). Para distribuir o trabalho, no primeiro ano pode-se lavar as leivas de contorno com uma alfaia de aiveca reversível puxada a bois ou arrastada por tractor, e pode-se fazer à mão os cômoros perpendiculares. A lavoura e a construção de leivas de contorno só têm de ser repetidas uma vez em quatro ou cinco anos. Por isto, a mão de obra total torna-se suficientemente baixa.

7.4 Canteiros largos com regos

O objectivo de um sistema de canteiros largos com regos é aumentar a quantidade de água que se infiltra no solo e que é armazenada tanto nos canteiros como nos regos. Esta técnica também torna os solos pesados mais fáceis de lavar, melhorando a drenagem e prolongando o tempo de infiltração. Como os regos (revestidos de gramíneas) estão ligeiramente inclinados, farão com que a água de escoamento escorra bem, mesmo se a pluviosidade for muito abundante. Outra vantagem de um sistema de canteiros largos com regos é que torna possível a cultura mista ou intercalar.

Condições

Este sistema é usado principalmente em áreas com elevada pluviosidade (uma média anual de 750 mm no mínimo) e em solos argilosos pretos (vertissolos), onde a infiltração é muito baixa. Estes solos são profundos e têm uma alta capacidade de armazenamento de água. São mais apropriados os terrenos ligeiramente inclinados (0,5-3%). Este

sistema não é apropriado para se aplicar em solos vermelhos (alfissolos) ou solos pouco profundos.

Tamanho e forma

O sistema de canteiros largos com regos é composto de canteiros de aproximadamente 100 cm de largura, separados por regos de mais ou menos 50 cm de largura (figura 30). A largura dos canteiros e a configuração do plantio variam de acordo com o equipamento de cultivo e plantio disponível. No geral, plantam-se entre duas a quatro linhas de cultura num canteiro. O equipamento de tracção animal (um moldador puxado por um boi) pode ser usado para fazer os canteiros.

A figura 30 mostra um sistema de canteiros estreitos com regos, e duas variações de um sistema de canteiros largos com regos. Está claro que o sistema de canteiros largos com regos torna possível combinar diferentes culturas e densidades de plantio. O plantio é feito em 2, 3 ou 4 fileiras com 75 cm, 45 cm ou 30 cm de espaçamento entre elas, respectivamente.

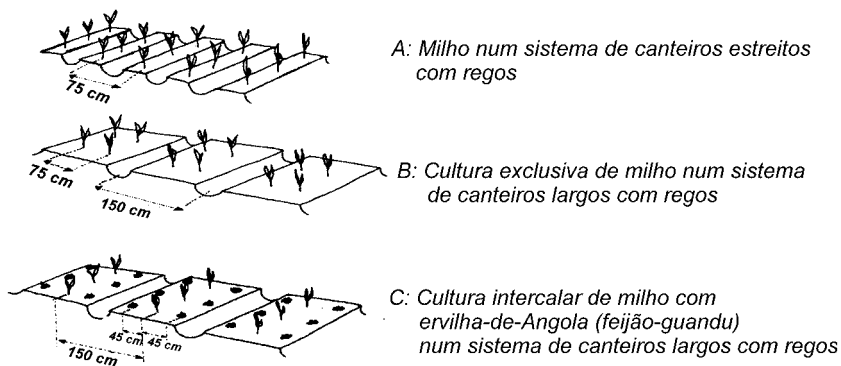


Figura 30: Sistema de canteiros largos com regos, com diferentes combinações de culturas e densidades de plantio

A figura 30A mostra uma cultura de milho num sistema de canteiros estreitos com regos (distância de plantio 75 cm). A figura 30B dá um exemplo de um sistema de canteiros largos com regos usando a mes-

ma cultura e igual distância de plantio. A figura 30C mostra uma combinação de milho e ervilha de Angola (feijão-guandu), com uma distância de plantio de 45 cm.

Para evitar a erosão do solo, os regos são geralmente revestidos com gramíneas; os regos têm uma inclinação de entre 0,4% e 0,8% ao longo do seu comprimento, dependendo da inclinação da vertente.

8 Melhoria de infiltração e armazenamento

A infiltração de água num solo pode ser melhorada através de uma estrutura do solo mais solta e uma camada superficial mais grosseira. Isto pode ser conseguido através do uso de culturas de cobertura, uma cobertura morta (*mulch*) e com a lavoura. Estas três medidas descrevem-se neste capítulo.

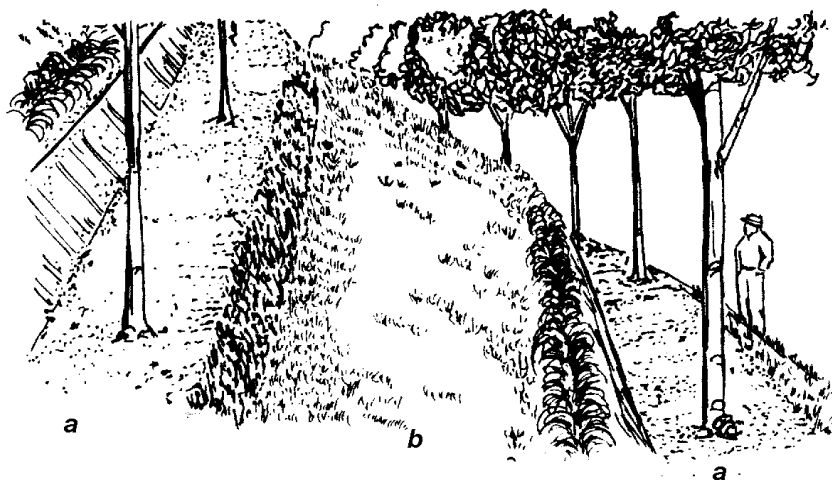
8.1 Culturas de cobertura

As culturas de cobertura são geralmente leguminosas rasteiras que cobrem a superfície do terreno entre uma cultura perene espaçada, como p.ex. árvores fruteiras jovens, café, cacau e palmeiras-de-azeite. As culturas de cobertura são muitas vezes combinadas com cobertura morta (*mulch*). Usam-se também gramíneas para a cobertura do solo entre terraços de pomares, quer dizer, socalcos estreitos para árvores fruteiras, com faixas não cultivadas alternadas (figura 31).

As culturas de cobertura protegem o solo dos salpicos das gotas de chuva e de demasiado calor do sol. Além disso, provocam a acumulação de matéria orgânica no solo, melhoram a estrutura do solo e podem aumentar a fertilidade do solo através da fixação de azoto (nitrogénio). As culturas de cobertura também suprimem o crescimento de ervas daninhas.

Condições

As culturas de cobertura não são muito apropriadas para áreas onde a precipitação média anual for inferior a 500 mm, visto que nesse caso pode ocorrer competição pela água com a cultura principal. Nestas áreas pode ser preferível deixar ficar as ervas daninhas, contanto que estas não invadam a cultura principal. As leguminosas são bastante susceptíveis às doenças e geralmente precisam de ser fertilizadas com fósforo.



a: socalcos plantados com árvores fruteiras
 b: terraços não contínuos cobertos com gramíneas

Figura 31: O uso de culturas de cobertura em socalcos

Esquematisação

As culturas de cobertura podem cobrir toda a área entre as árvores fruteiras (cobertura total), ou podem ser cultivadas em faixas (cobertura em faixas) entre as linhas das árvores. A cobertura em faixas é melhor para as árvores jovens. A figura 32 mostra exemplos de ambos os sistemas: a cobertura total e a cobertura em faixas, com culturas de cobertura combinadas com uma cobertura morta (*mulch*).

Critérios para seleccionar uma cultura de cobertura:

- 1 Propagação fácil por sementes.
- 2 Crescimento rápido sem competir com a cultura principal.
- 3 Tolerar alguma sombra e limpeza à volta das culturas.
- 4 Não ser uma hospedeira para pragas e doenças que ataquem a cultura principal. Pode-se limitar este risco escolhendo culturas de famílias diferentes.
- 5 Suprimir o crescimento de ervas daninhas.

6 Ter funções produtivas adicionais como alimento (p.ex: amendoim, feijões), rações animais, cobertura morta (*mulch*), etc.

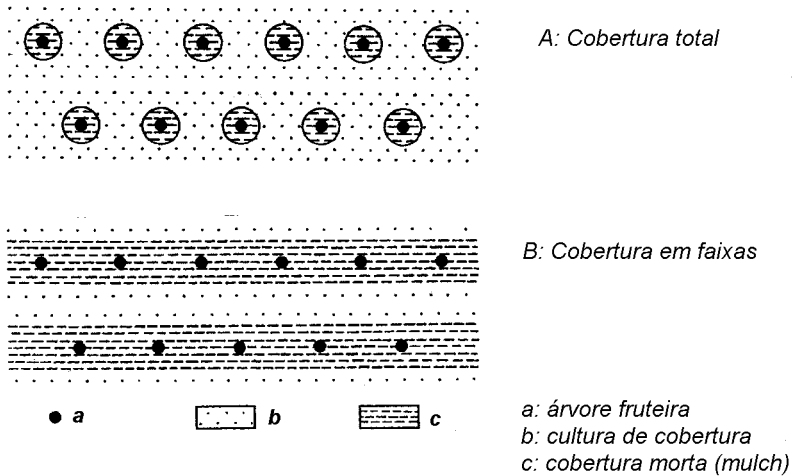


Figura 32: Combinação de culturas de cobertura e mulch

Algumas culturas são resistentes à seca, por exemplo: *Centrosoma pubescens*, *Pueraria phaseoloides*, *Stylosanthes gracilis*. Algumas leguminosas também são pesticidas eficazes (p.ex.: *Tephrosia candida*).

8.2 Coberturas mortas (*mulch*)

A cobertura morta faz-se cobrindo o solo entre linhas cultivadas ou à volta das árvores com erva, palha, restos vegetais de culturas ou outros materiais vegetais. Se se deixar os restos vegetais de culturas no solo depois das colheitas, a isto chama-se cobertura morta de restolhos.

A camada de cobertura morta (*mulch*) é mais rugosa que a superfície do solo e consequentemente inibe o escoamento superficial. A camada de material vegetal protege o solo da erosão por salpicos e previne a formação de crostas. Onde o solo estiver coberto por uma camada de *mulch*, a evaporação será reduzida, porque o movimento ascendente da humidade do solo será dificultado. Outro efeito dum camada de

mulch é que a temperatura do solo se mantém constante, o que significa que mais micro-organismos sobrevivem no período seco. Finalmente, a cobertura morta também suprime o crescimento de ervas daninhas. As culturas com raízes à superfície beneficiam particularmente da cobertura morta, pois as suas raízes encontram-se na camada parcialmente decomposta entre o solo e o *mulch*.

Condições

Os solos devem ter uma boa drenagem. As áreas com uma pluviosidade marginal normalmente respondem melhor à camada de *mulch* com matéria orgânica morta do que às culturas de cobertura, visto que o *mulch* não compete por água e nutrientes.

Esquematização

O *mulch* pode ser espalhado na cama de sementeira ou à volta das covas de plantação. É uma boa prática para árvores e culturas que requerem rega. No Senegal o uso da cobertura morta para as covas de plantação reduziu a necessidade de rega de tomates de uma vez por dia para uma vez cada três dias.

A cobertura morta (*mulch*) também pode ser aplicada em faixas (figura 32). A cobertura morta em linhas alternadas é por vezes preferida como alternativa ao uso de *mulch* em cobertura total, porque assim se reduz o risco de incêndio. A camada não deve ser muito espessa, senão haverá o risco de o solo situado por baixo aquecer em demasia.

Aplique-se uma mistura de materiais de decomposição rápida e lenta. Parta-se ou corte-se grandes partes de restos vegetais de culturas antes de aplicar. As culturas de cobertura ou as gramíneas em pomares são uma fonte de material para *mulch* de fácil obtenção. A erva que se pretende usar como cobertura morta deverá ser deixada a secar antes de aplicar, visto isto reduzir não somente o peso a ser transportado, mas também a possibilidade de enraizamento da erva. O *mulch* pode ser coberto com uma camada de solo para o proteger contra o vento. Durante a sementeira ou o plantio, o *mulch* é levantado para um dos lados, e a cova de plantação é coberta de novo depois de se terminar.

Uma variante desta técnica, usada em combinação com micro-bacias ou leivas de contorno com cômodos perpendiculares, é o *mulch vertical*. A palha ou os restolhos são enterrados numa valeta estreita no solo superficial, no local onde a água se concentrar, mantendo-se em contacto com o ar (figura 33). Isto possibilita que a água seja rapidamente canalizada para o interior do solo, através de aberturas directas ao ar. Dever-se-á evitar a lavoura.

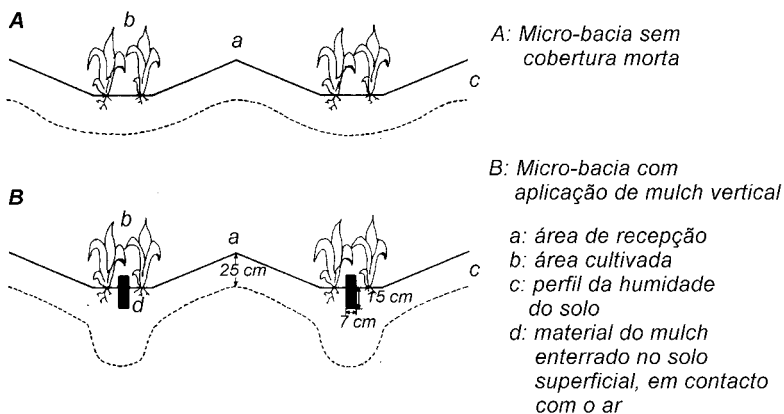


Figura 33: Mulch vertical

Limitações

- A aplicação de cobertura morta requer uma grande quantidade de restos vegetais, nem sempre disponíveis para os agricultores de pequena escala nas áreas áridas. A cobertura morta será mais eficaz se for aplicada no começo das chuvas, pois irá interceptar a água aumentando a sua absorção, mas será frequentemente mais prático aplicar o *mulch* mais para o final da estação de chuvas, quando se poder dispor de ervas. Além disso, o *mulch* orgânico decompõe-se rapidamente em climas com altas temperaturas.
- A temperatura e a humidade constantes do solo podem permitir a sobrevivência de doenças e pragas de uma estação das chuvas a outra.

- A aplicação de uma cobertura morta de ervas secas pode aumentar o risco de incêndio. Pode-se reduzir este risco incorporando o *mulch* no solo, usando a cobertura morta em linhas alternadas ou fazendo aceiros à volta do campo.
- Em alguns países é costume queimar os restos vegetais das culturas mesmo antes de começar a estação das chuvas. Assim soltam-se grandes quantidades de nutrientes que se tornam imediatamente disponíveis para a cultura seguinte. Se se usar estes restos vegetais para produzir coberturas mortas, os nutrientes soltar-se-ão mais lentamente e, por conseguinte, dever-se-á aplicar mais adubo ou fertilizante.

8.3 Lavoura

Há muita discussão sobre o efeito da lavoura na conservação da humidade do solo. A lavoura tem um efeito positivo na infiltração da água e na penetração das raízes, visto que o solo é lavrado em torrões. No entanto, isto só é verdade para solos estáveis. Se o solo estiver menos estável, os torrões desaparecerão rapidamente quando chover. A lavoura é necessária em solos muito degradados ou que se tornam muito duros durante a estação seca. A lavoura profunda (com perturbação do solo a mais de 10 cm de profundidade) provou ser benéfica em solos arenosos compactos no Botsuana.

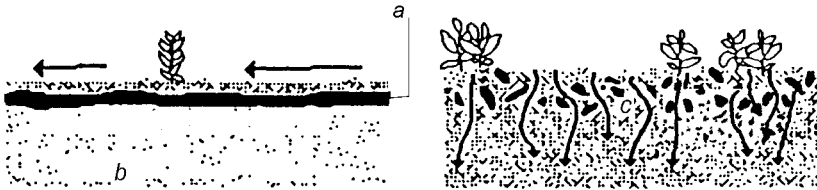
Contudo, o cultivo repetido à mesma profundidade pode provocar a formação de uma camada de solo compactada no fundo da camada lavrada (conhecida como 'calo de lavoura', ou 'fundo do rego'). As raízes das plantas não podem penetrar nesta camada, de modo que se reduz a capacidade de armazenamento de água do solo.

Caso a camada obstruída se encontre a algumas dezenas de centímetros abaixo da superfície, será necessário revolver o subsolo para aumentar a infiltração (figura 34B).

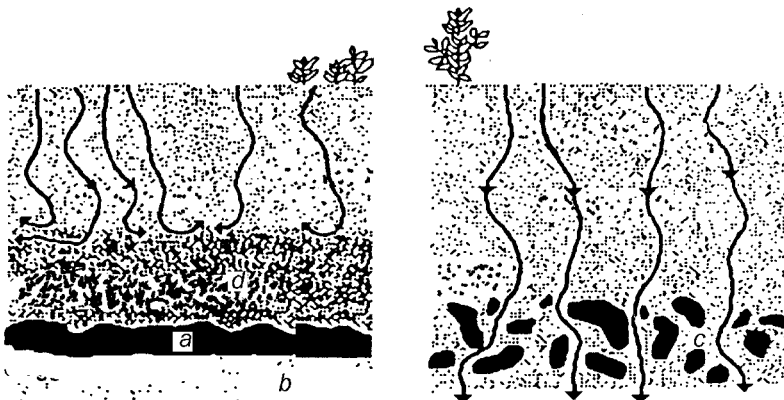
Alguns solos formam crostas de superfície durante as chuvadas, especialmente os solos que contêm um alto teor de argila e limo. Este fe-

nómeno provoca uma baixa taxa de infiltração e uma elevada taxa de escoamento superficial.

Caso os solos estejam encrostados, com os poros do solo obstruídos nos primeiros poucos milímetros ou centímetros, uma lavoura superficial (com o sacho ou com um arado) será suficiente para despedaçar a crosta e permitir à água de se infiltrar (figura 34A).



A: Crosta superficial do solo, é quebrada pela lavoura com sacho



B: Camada compacta profunda, é quebrada ao se revolver o subsolo

- a: camada obstruída
- c: quebra da crosta endurecida ou camada obstruída
- b: solo seco
- d: a água acumula-se aqui

Figura 34: Quebra das camadas compactadas de um solo

Limitações da lavoura:

- Pode provocar a erosão do solo e a decomposição mais rápida da matéria orgânica do solo.
- Pode provocar uma maior perda de humidade através da evaporação.

8.4 Lavoura-mínima e lavoura-zero

Em algumas situações pode ser melhor reduzir ao mínimo a lavoura do solo (lavoura-mínima) deixando os restos no terreno depois da colheita e lavrando apenas quando a próxima cultura está para ser plantada ou semeada. Também é possível não lavar, mas apenas abrir covas de plantação para a cultura seguinte (lavoura-zero).

Ambos os sistemas limitam o escoamento superficial e previnem a formação de crostas com o material solto do solo. Além disso, poupam mão-de-obra, aumentam o teor de matéria orgânica do solo e previnem a erosão.

Condições

Os solos não deverão ser susceptíveis à compactação ou ao encrostamento. Devem ter uma boa drenagem (quer dizer, não ser demasiado argilosos), uma elevada actividade biológica, uma consistência quebradiça e uma superfície rugosa.

Limitações

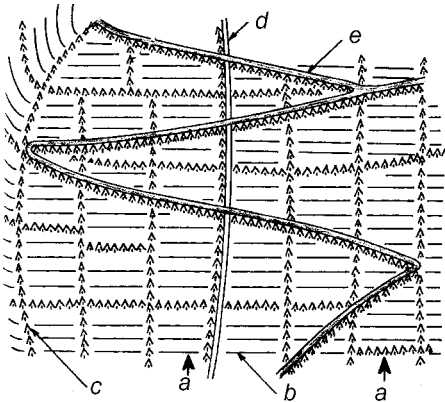
- A vegetação existente pode competir com as culturas agrícolas por água e nutrientes.
- Estes sistemas frequentemente provocam problemas de crescimento de ervas daninhas.
- Podem-se desenvolver insectos nos restos vegetais.

9 Redução da evaporação e melhor uso da humidade

9.1 Quebra-ventos

Os quebra-ventos podem ser estruturas não vivas como p.ex. sebes de lenha e fronde entrelaçada de palmeira, ou sebes vivas como p.ex. fileiras de arbustos, árvores ou gramíneas altas. Em áreas propensas ao vento, fornecem protecção às culturas e *reduzem a evaporação* da humidade do solo, visto que se previne o vento atingir ao nível do chão. Em vertentes ou campos que forem afectados por ventos fortes, a aplicação de sebes vivas ou quebra-ventos será eficaz.

Além disso, reduzem a velocidade do escoamento superficial e as cercas vivas fornecem material orgânico ao solo através das suas folhas. As raízes penetram no solo, abrindo poros e melhorando a infiltração.



- a: direcção do vento mais prejudicial
- b: campo de cultivo
- c: quebra-ventos
- d: canal de drenagem
- e: caminho de uso agrícola

Figura 35: Localização dos quebra-ventos

Localização

Os quebra-ventos e as sebes vivas dever-se-ão localizar em ângulos apropriados com os ventos mais prejudiciais (figura 35). Se os quebra-

ventos se plantarem numa vertente, dever-se-ão seguir as curvas de nível (os contornos).

Procedimento de plantio

Apresentam-se dois exemplos: *Acacia spp.* e *erva elefante*.

➤ *Acacia spp.* podem-se estabelecer através de sementes ou plântulas. As sementes são semeadas em faixas ou montículos, espaçados a uma distância de 0,5 até 1 m dentro de uma linha, com uma distância entre as linhas de 1 m.

➤ *Erva elefante* é plantada através de estacas, em montículos espaçados a uma distância de 20-30 cm. As linhas são espaçadas a uma distância de 30-50 cm.

Se se quiser estabelecer um quebra-vento com árvores, poder-se-á plantar faixas de gramíneas a barlavento das árvores, a fim de proteger as plântulas das árvores contra o vento. Quando as árvores estiverem completamente desenvolvidas, poder-se-á manter as gramíneas como cobertura do solo. Num quebra-vento com pouco sub-bosque podem-se fortalecer as árvores com galhos soltos perto do nível do chão. Os quebra-ventos não deverão ser completamente impermeáveis ao vento, para evitar a ocorrência de turbilhões a sotavento dos mesmos.

Espécies apropriadas para quebra-ventos

As espécies de enraizamento profundo são apropriadas para os quebra-ventos, visto que não competem com as culturas adjacentes pela humidade. Deve-se evitar a aplicação de árvores com elevada evapotranspiração (como o eucalipto). Os diferentes tipos de *Acacia* e *Prosopis* fornecerão um bom quebra-vento depois de quatro ou cinco anos. A erva elefante é uma gramínea que se utiliza correntemente como quebra-vento.

Manutenção

As sebes vivas deverão ser podadas frequentemente para fazer com que atinjam uma maior densidade à sua base. Os galhos podem-se usar como cobertura morta (mulch) ou como rações para o gado. As raízes de arbustos e árvores também podem ser forçadas para crescer mais

profundamente através de um corte frequente. Pode-se reduzir a competição na zona radicular entre uma sebe e uma cultura, escavando um rego no meio para fazer com que o arbusto cresça mais profundamente (figura 36).

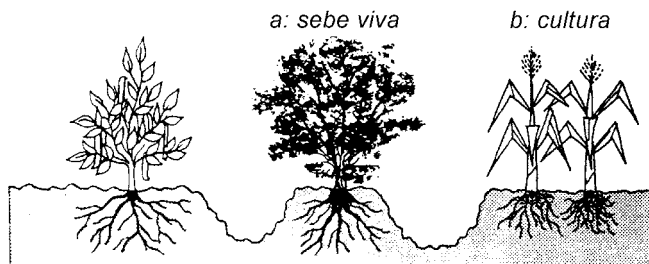


Figura 36: Um rego entre uma sebe e uma cultura a fim de evitar a interferência dos raizames

Limitações

- Os quebra-ventos vivos deverão ser protegidos durante aproximadamente três anos contra animais e seres humanos.
- Algumas espécies (p.ex. *Euphorbia balsimifera*) podem fornecer protecção contra roedores e serpentes.
- Existe o risco de que doenças e pragas dos vegetais sobrevivem nas plantas do quebra-vento fora do período de cultura.

9.2 Sementeira seca e rala

A sementeira seca, quer dizer, a sementeira antes de chegarem as chuvas sazonais e pouco confiáveis, é uma maneira comum de aproveitar na melhor maneira a humidade disponível. Poder-se-á ser mesmo necessário em solos que se tornam difíceis de lavrar quando estão molhados. Contudo, existe o risco de germinação prematura antes de se cair chuva suficiente.

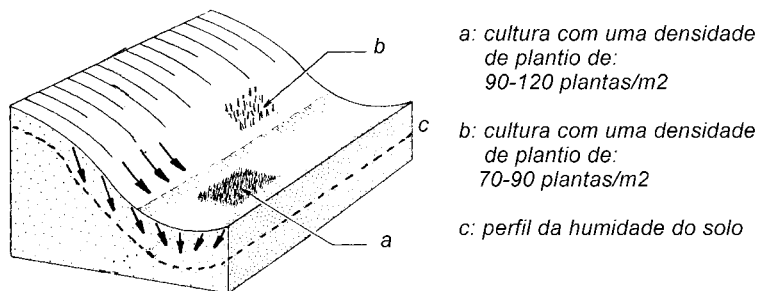


Figura 37: Densidade de povoamento da cultura conforme a disponibilidade de umidade

A sementeira rala refere-se ao plantio ou à sementeira com uma densidade de acordo com a disponibilidade de água em certo local. Otimiza o aproveitamento da umidade do solo fornecendo a cada planta o espaço necessário para estender o raizame e recolher umidade. Em Marrocos, os agricultores utilizam tradicionalmente este princípio durante o plantio. Na figura 37, a cultura situada na vala ou na depressão é plantada com maior densidade do que a cultura plantada no cômodo ou no terraço.

9.3 Pousio

O pousio significa que se deixa o campo sem cultivar durante uma estação ou por um ou vários anos. Removem-se as ervas daninhas. Um período de pousio pode levar à recuperação tanto da disponibilidade de água na zona radicular como da fertilidade solo. A camada superficial torna-se seca, mas a umidade do subsolo fica conservada, de maneira que haverá mais água disponível para a seguinte cultura que se pretende cultivar nesse solo.

Condições

O pousio é uma prática apropriada para algumas áreas semi-áridas, mas não para todas. É particularmente útil em solos argilosos propensos a formar fendas. Em áreas onde a queda pluviométrica é superior a

500 mm, a utilidade do pousio está sujeita a debate, visto os solos não poderem reter semelhante quantidade de água na zona radicular.

Procedimento

Geralmente, o pousio forma parte do planeamento da rotação. O melhor será incorporá-lo num sistema de sequências de culturas com ciclos de cultivo curtos e compridos, e períodos de pousio. Às vezes, usam-se espécies leguminosas fixadoras de azoto, tanto arbustos (p.ex. *Stylosanthes*) como árvores, p.ex. *Acacia senegal* (árvore produtora de goma arábica) para melhorar o alqueive, alternando-as com culturas periódicas de milho miúdo (mexoeira), sorgo (mapira) ou leguminosas.

Limitações

O risco de erosão do solo é mais elevado em terreno de pousio, especialmente em vertentes e terrenos com uma pluviosidade elevada. Portanto, é aconselhável aplicar uma cobertura morta (mulch) em campos de pousio.

9.4 Cultura de revezamento e cultura

A cultura de revezamento refere-se a uma nova cultura a ser plantada ou semeada antes de a anterior se ceifar. Isto pode ser vantajoso para ambas as culturas, visto que uma delas pode fornecer azoto, sombra, suporte ou desincentivar pragas. Dever-se-á ter prudência na escolha de espécies para fazer com que se seleccionem as combinações apropriadas. Por exemplo, algumas culturas são susceptíveis a sombreados durante as primeiras fases de crescimento.

Cultura mista

A cultura intercalar ou cultura mista refere-se ao cultivo simultâneo de uma mistura de duas ou várias culturas ou de variedades de uma só cultura. Estas culturas ou variedades dispõem de características diferentes, pelo qual se torna atractivo o seu cultivo conjunto. Por exemplo, uma cultura é conhecida pela sua capacidade de dar elevados rendimentos, enquanto as outras dão rendimentos mais baixos, mas tendo

uma maior resistência à seca (ou a certas doenças e pragas). Estas podem fornecer algum rendimento se a queda de chuva estiver baixa, enquanto a primeira maximiza os rendimentos se houver boa queda de chuvas.

Pode-se aplicar o plantio intercalar de culturas arvenses também com espécies perenes como árvores, arbustos e gramíneas. Informação acerca deste tema pode-se encontrar no Agrodok No.16 ‘Agrossilvicultura’.

A cultura intercalar tem várias vantagens, especialmente para pequenos agricultores, sendo que:

- Permite modificar os planos na metade da estação dependendo da queda pluviométrica na primeira parte da estação.
- A combinação de leguminosas e cereais pode aumentar o teor de azoto do solo.
- As plantas com diferentes modos de enraizamento (vertical e horizontal) não precisam competir por água e nutrientes, visto que podem absorvê-los de diferentes camadas do solo. As espécies com um enraizamento mais profundo podem bombear nutrientes e torná-los disponíveis às espécies de enraizamento menos profundo, através da perda de folhas ou se se usar os galhos para uma cobertura morta (mulch).
- Espaça as necessidades de mão-de-obra para plantio e ceifa.
- Também se obtêm maiores rendimentos por unidade de área como consequência de maiores taxas de crescimento, menos perdas por doenças, insectos, e ervas daninhas, e do aproveitamento mais eficiente de água, luz e nutrientes.
- Reduz os riscos de exploração. A perda de uma cultura pode ser compensada por outras culturas.
- O solo será menos susceptível à erosão, visto que está coberto quase continuamente, especialmente quando se utilizam espécies perenes.

Limitações

- Nas áreas semi-áridas, a fixação de azoto por leguminosas (árvores e arbustos) parece ser baixa; e onde apenas uma camada superficial

se humedecer pela chuva, os raizames desenvolver-se-ão horizontalmente em vez de verticalmente.

- A pulverização de uma só cultura é difícil.
- A ceifa mecanizada é impossível.
- A lavoura é difícil. Este problema pode-se resolver através do plantio intercalar em linhas.

9.5 Sistema integrado de exploração de contorno: SALT

Nas Filipinas, no Centro Baptista da Vida Rural em Mindanao, desenvolveu-se um sistema de exploração de contorno, chamado Tecnologia de Terreno Agrícola Inclinado (Siglas em inglês: SALT). É uma forma de tornar uma parcela de uma vertente erodida numa exploração produtiva de altitude. Na SALT combinam-se as diferentes medidas e técnicas de retenção da humidade do solo, que foram descritas nas secções anteriores. Tem o potencial de aumentar a receita anual de um agricultor até atingir quase o triplo depois de somente cinco anos. Trata-se de um sistema feito sob medida para pequenas quintas familiares que cultivam tanto culturas alimentares anuais como culturas perenes.

A sua implementação inclui os oito passos seguintes, mostrados na figura 38:

- 1 Localizam-se as curvas de nível (contornos), a uma distância de 4-6 m em vertentes de inclinação elevada, e a uma distância de 7-10 m em vertentes mais moderadas, e lava-se o terreno ao longo dos contornos.
- 2 Plantam-se arbustos fixadores de azoto e árvores forrageiras de forma a compor sebes duplas em dois regos a uma distância de 50 cm ao longo de cada contorno.
- 3 Lavram-se faixas alternadas entre as sebes antes de estas estarem completamente desenvolvidas (quando estiverem, cultivar-se-á cada faixa).
- 4 Lavram-se e plantam-se culturas perenes (p.ex. café, cacau, citrinos) em cada terceira ou quarta faixa.

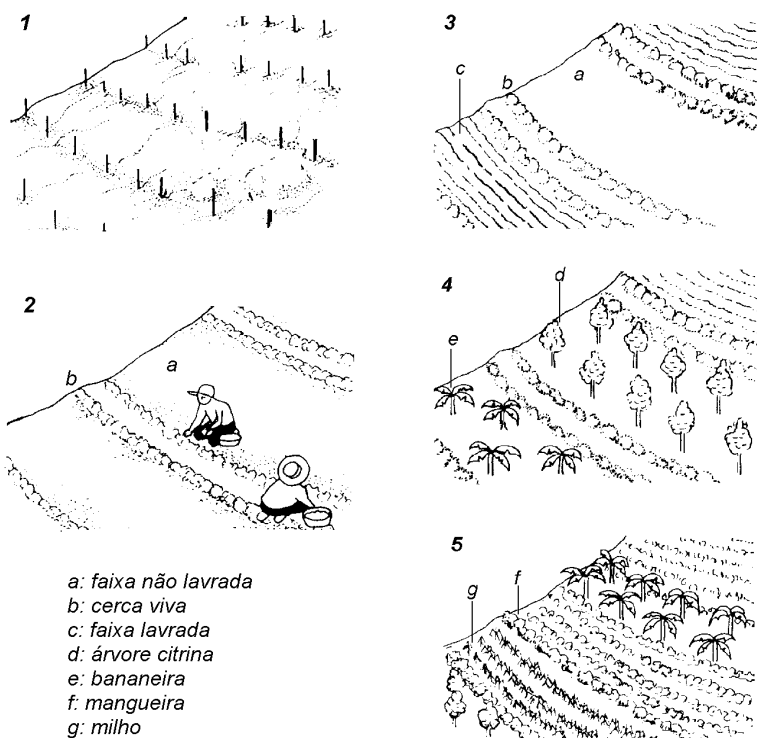


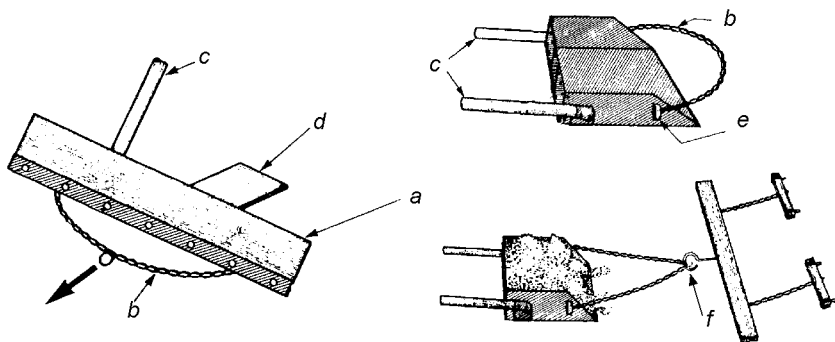
Figura 38: Exploração de contorno conforme a Tecnologia de Terreno Agrícola Inclinado (SALT)

- 5 Plantam-se culturas de curto e meio prazo (p.ex. milho, mungo, sorgo (mapira), arroz de altitude, ananás, batata doce) entre faixas de culturas perenes de forma a fornecer fontes de alimentos e receita regular.
- 6 Podam-se as sebes até as mesmas terem uma altura de 1 m acima do solo e utilizam-se os galhos como adubo orgânico.
- 7 Alternam-se as culturas anuais para manter produtividade, fertilidade e uma formação do solo adequada.
- 8 Constroem-se terraços verdes através do empilhamento de talos, folhas e pedras à base das sebes para captar e enriquecer o solo.

Anexo 1: Equipamento de tracção animal

Uma sulcadora de aiveca é um tipo de charrua, que revolve o solo, enterrando ervas daninhas superficiais e lixo. O tipo básico é desenhado para revolver o sulco para a direita. Em pequenas áreas ou onde for importante obter uma superfície lisa, será mais conveniente uma charrua reversível, com uma aiveca à direita e à esquerda ou uma aiveca reversível.

Onde se requerer uma só leiva, pode-se usar uma formadora de cômoros, que desloca o solo para o centro formando a leiva ou cômoros. Em Turkana, no Quênia, usam-se tábuas de arrasto puxadas por tracção animal, para o nivelamento, e pás de tracção animal para a construção de cômoros (figura 39). A tracção animal faz com que os cômoros sejam bem compactados.



A: Tábua de arrasto

a: tábua com uma tira metálica fixa com cavilhas
b: cadeia para atar a alfaia aos animais
c: cabo

B: Pá simples para deslocar terra

d: placa
e: pá feita de um barril de petróleo já não usado, com paus fixos para manter a cadeia e o fio cortante para a frente
f: balancim de engate

Figura 39: Equipamento para nivelamento e construção de cômoros

Anexo 2: Alturas e curvas de nível

Existem vários métodos de levantamento de curvas de níveis (contornos) e de medição de diferenças de altura. Estes são descritos em detalhe no Agrodok No.6: **Levantamentos topográficos simples aplicados às áreas rurais**. O nivelamento de linha é correntemente usado na África oriental e o princípio do tubo de nivelamento com água é geralmente usado em sistemas de recolha de água na África ocidental. Descreve-se aqui o uso do tubo de nivelamento com água, porque é um instrumento barato e fácil de usar.

Para se beneficiar mais do tubo de nivelamento com água, observa-se as seguintes regras:

- 1 O trabalho deve ser feito quando o tempo está fresco, visto que o calor causa o esticamento dos tubos.
- 2 Reencher o tubo com água quando verter ou quando a evaporação for elevada, senão o instrumento tornar-se-á menos exacto.
- 3 Certificar-se de que os postes estejam colocados verticalmente.
- 4 Não colocar os postes em cavidades ou montículos do terreno.

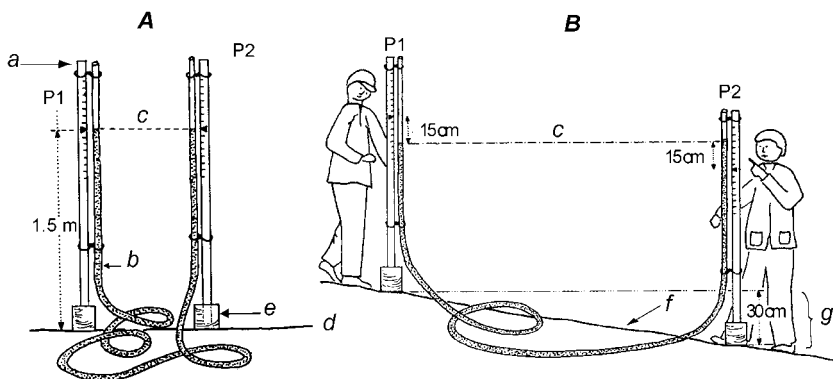
Medição de diferenças de altura

Na figura 40A, mostra-se um tubo de nivelamento com água, que é composto por:

- 20 m, no mínimo, de tubo de plástico transparente, com um diâmetro interior de 6-10 mm. Quanto mais comprido for o tubo, menos medições se precisarão fazer.
- Dois postes de 1,5 a 2,0 m de comprimento. Cada poste tem uma escala demarcada em centímetros. É feita uma demarcação de referência (guia) em cada poste a uma altura de 1,5 m.
- Quatro tiras de borracha, arame ou fio para prender o tubo aos postes.
- Duas latas cheias de cimento ou madeira talhada para serem usadas como base para os postes.
- Dois litros, no mínimo, de água.

Prende-se o tubo de plástico aos dois postes, que são inseridos nas latas. Enche-se o tubo de água exercendo sucção numa ponta do tubo estando a outra ponta emergida em água, até o nível da água atingir a marca guia no poste a 1,5 m.

O nível de água nas duas pontas do tubo permanece a mesma, enquanto estas estejam em posição vertical em dois pontos ao mesmo nível. Contudo, quando o Poste 2 for colocado mais abaixo numa vertente, a água no tubo do Poste 1 irá baixar de nível, e a água no tubo do Poste 2 irá subir (figura 40B). A diferença em altura entre os dois pontos no terreno é igual à soma da baixa do nível da água no Poste 1 e da elevação de nível da água no Poste 2. No exemplo dado na figura 40B, esta é $15 + 15 = 30$ cm.



a: poste com escala demarcada em centímetros

b: tubo de plástico cheio de água

c: nível de água

d: terreno plano

e: lata

f: vertente

g: diferença de altura

Figura 40: A: Preparação do tubo de nivelamento com água num terreno plano – B: Medição de diferenças de altura

N.B. Se o tubo de nivelamento com água for bem gerido, será suficiente anotar apenas a diferença entre o nível da água e a marca guia num dos postes e multiplicar o resultado por dois.

Normalmente uma vertente é longa demais para medir a diferença de altura com um tubo de nivelamento com água num só passo. Caso assim seja, dever-se-á tomar os passos seguintes. Começa-se como no exemplo acima referido. Depois de calcular a diferença de altura entre os dois primeiros pontos, move-se o Poste 2 para abaixo da vertente para uma posição inferior à do Poste 1. Dever-se-á medir e anotar a diferença de altura entre os Postes 1 e 2. Repetem-se estas fases tantas vezes quanto for necessário para cobrir toda a vertente. A diferença total de altura é igual à soma de todas as diferenças de altura individuais medidas.

Demarcação de uma curva de nível (contorno)

As curvas de nível podem ser demarcadas com facilidade através de um tubo de nivelamento com água. Começa-se na parte de cima de um campo e trabalha-se para baixo. Dois operadores seguram os postes, enquanto um terceiro pode traçar a curva de nível com uma enxada no chão e/ou demarcá-la com *piquetas* (pequenas estacas ou paus).

Primeiro mede-se a diferença total de altura na vertente inteira, como foi descrito anteriormente (a linha a-a na figura 41). Demarcam-se estes pontos a espaços regulares cada poucos metros com uma pequena estaca ou piqueta. Estas piquetas são usadas como pontos iniciais para demarcar as curvas de nível. O Poste 1 do sistema do tubo de nivelamento é colocado num destes pontos iniciais, junto de uma piqueta.

O Poste 2 é deslocado através da vertente tão longe quanto for possível para uma posição onde o nível da água seja 1,5 m na escala de ambos os postes. Isto significa que o Poste 2 está à mesma altura que o Poste 1. Depois de demarcar a posição do Poste 2 com uma piqueta, o Poste 1 pode ser movido, e assim por diante,

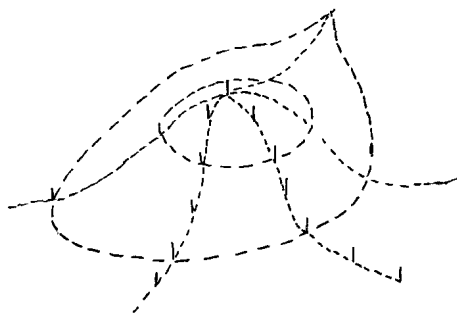


Figura 41: Curvas de nível

até que a curva de nível esteja traçada em toda a vertente. Logo pode-se demarcar uma nova curva de nível, mais para baixo na vertente (figura 41).

Definição da inclinação de uma vertente

A inclinação de uma vertente pode ser expressa em graus (sendo 180° uma linha horizontal), mas é mais comum defini-la como uma percentagem. Esta percentagem (**s**) pode-se calcular dividindo a diferença de altura entre dois pontos, quer dizer, a distância vertical (**h**), pela distância horizontal (**L**) entre estes mesmos pontos, e multiplicando por 100% (figura 9, Capítulo 5).

No seguinte exemplo, a diferença de altura é 5 m sobre uma distância horizontal de 125 m.

Portanto, a inclinação da vertente é igual a:

$$s = \frac{h}{L} \times 100\% = \frac{5}{125} \times 100\% = 4\%$$

É possível determinar a inclinação de uma encosta usando um tubo de nivelamento com água. Primeiro, dever-se-á medir a distância vertical (quer dizer, a diferença de altura entre dois pontos dados), e depois mede-se a distância entre estes dois pontos no solo, usando uma fita métrica ou uma cadeia de agrimensor. Então, o gradiente de inclinação pode ser calculado de acordo com a fórmula que se apresentou acima.

Leitura recomendada

Ahenkora, Y., Owusu-Bennoah, E., ea. **Sustaining soil productivity in intensive african agriculture.** 1993, 124 pp., CTA. ISBN: 92-9081-138-2.

Biswas, Ak., Jellali M., Stout, G., **Water for sustainable development in the 21th century.** 1993, 273 pp., Oxford University Press, UK (Reino Unido). ISBN: 01195633024.

Critchley W.R.S. & Turner, C.D., **Soil and water conservation in sub-saharan Africa.** 1992, 110 pp., IFAD, Amsterdam, Países Baixos.

Dubriez, H. & De Leener, P. **Ways of water, Run-off, Irrigation and drainage.** 1992, 371 pp., Macmillan Press Ltd. ISBN: 0-333-57078-2.

FAO. **A manual for the Design and Construction of Water harvesting Schemes for Plant Production.** 1991, FAO, Roma, Itália.

FAO. **Land-Water linkages in rural watersheds.** Proceedings of the electronic workshop organized by FAO Land and water Development Division. 18 Setembro-27 Outubro 2000. 2000, FAO, Roma, Itália. ISBN: 92-5-104765-0.

Foreseca C. & Eveline, B., **How to support Community management of water supplies.** Guideliness for managers: Technical paper series 37. 2002, 144 pp., IRC International Water and Sanitation center, Delft, Países Baixos. ISBN: 90-6687-032-X.

Gomes, F. & Jolamo, C., **Conservação de água no solo: Efeito da cobertura do solo no rendimento do amendoim no Sul de Moçambique.** 1997, III Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, Maputo, Moçambique.

Gould, J. & Nissen, P.E., **Rainwater catchment systems for domestic supply: Design construction, and implementation.** 1999, 335 pp., ITP Biddles Ltd., UK (Reino Unido). ISBN: 1853394564.

Hartung, H., **The rain water harvesting**. 2000 CTA, FAKT, NEDA. ISBN: 3-8236-1384-7. Remark: Document in CD-ROM.

Hassane, A., Martin, P., Reij, C.H.R., **Water-harvesting, land rehabilitation and house hold food**. 2000, IFAD, Roma, Itália.

Lee, M.D. & Visscher, J.T., **A colheita de Água em Cinco Países Africanos**, tradução 2000, Série de Documentos Opcionais n° 14. xiii, Código do pedido: OP 14-P, IRC Centro Internacional de Água e Saneamento, Delft, Países Baixos.

Mafalacusser, J., Ussivane, A., Langa, A. **Estudo sobre o aproveitamento hidro-agrícola do Vale de Manguenhane-Mandlakaze, Gaza**. 1997, Série Terra e Água (do INIA): Comunicação n° 87, Moçambique.

Palmer J. & Wood, G.D., **The water sellers. A cooperative venture by the rural poor**. 1994, 282 pp., IT Publishers London, UK (Reino Unido). ISBN: 1-85339-084-4.

Thierry, F., **Managing water equitably, efficiently and sustainably for agricultural and rural development in sub-saharan Africa and the Caribbean**. 2001, 34 pp., CTA, Wageningen, Países Baixos. ISBN: 9290812524.

Tique, C., **Erosão hídrica e formas locais de conservação: O caso de Namialo, Norte de Moçambique**. 1997, III Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, Maputo.

Winpenny, J., **Managing water as an economic resource**. Series: Development Policy studies. 1994, 133 pp., Routledge, London, UK (Reino Unido). ISBN: 0-41510378-9.

Endereços úteis

INIA: Instituto Nacional de Investigação Agronómica

Av. das FPLM, 2698; (CP 3658), Mavalane, Maputo, Moçambique
Tel.: (258.1) 46 00 97/99 - Telefax: (258 .1) 46 00 74.

Sítio da Web: www.inia.gov.mz;

E-mail: iniadirector@teledata.co.mz

O **INIA** é uma instituição nacional de investigação agronómica que tem como missão: contribuir para o aumento da produção, produtividade e diversificação agrárias mediante a gestão sustentável da base dos recursos naturais. São funções específicas do INIA: a realização de estudos agronómicos relativos à inventariação e avaliação dos recursos naturais, manejo e conservação de solos e água, culturas e mecanização agrícola, melhoramento e protecção de plantas e tecnologias de produtos agrícolas. Para o cumprimento da sua missão, o INIA compreende órgãos e serviços centrais e locais, dos quais é de destacar a rede experimental que constitui local privilegiado de contacto biunívoco entre os serviços de investigação e a realidade agrária das regiões agro-ecológicas e dos produtores agrícolas.

IRC Centro Internacional de Água e Saneamento

P.O. Box 2869, 2601 CW Delft, Países Baixos

E-mail: general@irc.nl, Sítio da Web: www.pt.irc.nl

O **IRC** é uma organização independente sem fins lucrativos que recebe apoio e mantém vínculos com o governo da Holanda, PNUD, UNICEF, OMS, Banco Mundial e o Conselho de Colaboração de Abastecimento de Água e Saneamento. A missão do IRC é ajudar os governos, profissionais e organizações do sector a partilhar, promover e usar conhecimentos para que possam apoiar homens, mulheres e crianças dos países em desenvolvimento a ter acesso aos serviços de água e saneamento de maneira sustentável. O intercâmbio das informações e a investigação aplicada que reflectem os mais avançados desenvolvimentos do sector no mundo ocupam um lugar especial no IRC.

Assoc. Internacional de Recursos Hídricos (AIREH/IWRA)
4535 Faner Hall, Southern Illinois University; Carbondale, USA
Fax: 618.453.6465,

Sítio da Web: www.iwra.siu.edu; e-mail: iwra@siu.edu

A **IWRA** tem-se empenhado para melhorar o manejo de água a nível mundial através de diálogo, extensão e pesquisa durante mais de 25 anos. Desde a sua fundação oficial em 1972, esta organização tem promovido activamente o manejo sustentável dos recursos hídricos no mundo inteiro. A **IWRA** procura melhorar os resultados do uso dos recursos hídricos aperfeiçoando o nosso entendimento colectivo sobre os aspectos físicos, biológicos, químicos, institucionais, e sócio-económicos da água.

WCA infoNET

Um sistema de Divulgação de Conhecimento e Informação sobre Conservação e Uso de Água na Agricultura. Fax: +39 06 570 56275;

E-mail: wca-infonet@fao.org, Sítio da Web: www.wca-infonet.org/

O sistema de informação **WCA infoNET** é uma plataforma integrada de informação baseada na internet que combina recursos de informação de alta qualidade e especialização, permitindo o acesso directo a publicações, documentos, dados, programas de computador e grupos de discussão que providenciam uma base de conhecimento, apoio e uma plataforma global necessária para tomar decisões de conservação e uso de água na agricultura.

International Soil Reference and Information Centre (ISRIC)

PO..Box 353, 6700 AJ Wageningen, Países Baixos

Tel.: +31 317 471711 Fax: +31 317 471700

E-mail: solo.isric@wur.nl, Sítio da Web: www.ISRIC.org

O **ISRIC** é uma Fundação para Documentação, Formação e Pesquisa no que diz respeito aos Solos no Mundo, é o Centro Mundial de Dados sobre Solos do Conselho Internacional de Ciências. O **ISRIC** está envolvido na Iniciativa de Água Verde, para tornar acessível, de uma forma simples e favorável ao utente, informação sobre tecnologias de Solos, Clima, Água e Conservação, àqueles que estão em contacto directo com agricultores na África Sub Sahara.

Glossário

- Agrossilvicultura:** Uso de espécies lenhosas perenes (árvores, arbustos, etc.) no mesmo terreno que culturas arvenses, pastos e/ou animais, quer num sistema misto no mesmo local ao mesmo tempo, quer alternadas numa rotação.
- Alfissolos:** Solos cinzentos, castanhos ou vermelhos dos climas húmidos e sub-húmidos, com uma camada de argila branca, razoavelmente produtivos para fins agrícolas.
- Árido:** Clima muito seco com menos de 300 mm de pluviosidade média anual, onde o cultivo é possível somente com o apoio da recolha de água ou irrigação.
- Armazenamento em depressões:** Retenção temporária da água da chuva em cavidades e depressões superficiais.
- Capacidade de armazenamento de água:** Capacidade máxima do solo de conter água contra a acção da gravidade, também conhecida como capacidade de campo.
- Capacidade de infiltração:** Taxa limitante à que a água da chuva pode ser absorvida pelo solo durante o processo de infiltração.
- Corrente de base:** Porção do caudal de uma corrente contribuída pela filtração da água subterrânea e pelo *interfluxo* (veja-se adiante).
- Corrente:** Curso de água num leito, p.ex. um rio.
- Cultura Perene:** Uma planta que vive três ou mais anos e que normalmente floresce e produz frutos a partir do seu segundo ano.

Curso de água efémero: Corrente que ocorre por curtos períodos, geralmente em torrentes, num leito normalmente seco.

Curva de nível: Linha imaginária, também conhecida como contorno, que liga todos os pontos da mesma altura numa superfície de terreno, veja-se também o Anexo 2.

Descarregador: Abertura que permite a descarga do escoamento em excesso.

Distância vertical: Espaço entre duas estruturas determinado com base numa diferença fixa na elevação do terreno, também conhecido como intervalo vertical.

Dreno de retenção e descarga: Canal de descarga com pequenas barreiras perpendiculares para reduzir a velocidade da corrente de água.

Erosão por salpicos: Erosão do solo causada pelo impacto directo das gotas da chuva num solo molhado.

Escoamento superficial: Fenómeno que ocorre quando a intensidade da chuva é superior à capacidade de infiltração do solo. A água não infiltrada escorre sobre a superfície de uma vertente até atingir uma linha de água

Estolonífera: Espécie de planta estolhosa, quer dizer, que se reproduz por estolhos, p.ex. as gramíneas.

Evaporação: Processo no qual a água passa do estado líquido ao estado de vapor.

Fixação de azoto (nitrogénio): Capacidade de certos pequenos organismos (bactérias, algas) de converter o azoto atmosférico (um nutriente vegetal) numa forma que pode ser utilizada pelas plantas. Estes organismos vivem junto das raízes das leguminosas.

Humidade do solo: Água retida no solo e disponível para as plantas através do seu sistema radicular, também conhecida como água do solo.

Inclinação da vertente: O ângulo de inclinação de uma vertente, que pode ser expresso em graus ou como percentagem (veja-se o Anexo 2).

Incrustação: Fenómeno no qual o solo forma uma espécie de cimento argiloso depois de uma chuvada, visto as partículas mais finas do solo irem obstruindo os poros do solo. Também é conhecida como compactação da superfície devida à chuva.

Infiltração: Absorção e movimento descendente da água da chuva no solo.

Intercepção: Recolha e retenção da água da chuva acima do nível do solo pelas folhas e caules das plantas.

Interfluxo: Movimento da água do solo através de uma camada permeável numa direcção a jusante, paralela à superfície do solo.

Intervalo horizontal: Distância horizontal entre duas estruturas.

Lençol freático: Limite superior da água subterrânea

Percolação profunda: Movimento descendente da água abaixo da zona radicular, sob a força da gravidade, que eventualmente chega até ao lençol freático.

Perfil da humidade do solo: A profundidade até à qual a água se infiltra no solo, também conhecida como limite de infiltração.

Recolha de enchente: Um sistema de recolha de água que usa um curso de água como origem de escoamento. As proporções C:CA são extremamente grandes.

- Semi-árido:** Clima bastante seco com uma pluviosidade média anual de 300-700 mm, e uma grande variabilidade em pluviosidade.
- Sub-húmido:** Um clima húmido com uma pluviosidade média anual de 700-1000 mm.
- Transbordo:** Água que transborda sobre o topo de um cômodo ou uma leiva, provocando erosão.
- Transpiração:** Perda de humidade para o ar que se verifica através das pequenas aberturas nas folhas das plantas
- Vala de encosta:** Um rego feito para proteger as terras cultivadas contra o escoamento superficial externo, que normalmente tem uma inclinação de 0,25-0,5%; também é conhecida como vala de derivação.
- Vertissolos:** Solos pretos (sub)tropicais com um alto teor de argila, que desenvolvem fendas profundas e largas quando estão secos e são difíceis de lavrar quando molhados.