

Drenagem Superficial para Diversificação do Uso dos Solos de Várzea do Rio Grande do Sul

Introdução

A exploração agropecuária no ecossistema de várzeas de clima temperado tem como principal componente o binômio arroz irrigado - pecuária de corte extensiva. Para o aumento da rentabilidade do sistema produtivo nestas áreas, tem-se buscado a diversificação do uso das várzeas gaúchas através da rotação de culturas com o arroz irrigado, envolvendo espécies de sequeiro como o milho, o sorgo e a soja. O principal ponto de estrangulamento para o bom desempenho destes cultivos é a deficiente drenagem natural dos solos, ocasionada pela topografia predominantemente plana, aliada às suas características físicas de alto adensamento, alta relação micro/macroporosidade (inadequada relação água/ar para a maioria das espécies de sequeiro) e, principalmente, condutividade hidráulica quase nula no horizonte B.

Devido a estas características, a drenagem subsuperficial do solo pouco pode ser melhorada. No entanto, com o uso de práticas e/ou técnicas agrícolas, que foram estudadas e adaptadas aos solos de várzeas na região sul do Rio Grande do Sul (RS) pela Embrapa Clima Temperado, pode-se tornar a drenagem superficial destes solos eficiente, possibilitando um sistema produtivo diversificado, técnico e economicamente viável, nestas áreas.

É importante levar em consideração a compatibilidade das estruturas de drenagem a serem instaladas com os sistemas de cultivos empregados. O sistema de drenagem superficial deve ser eficiente e ao mesmo tempo não acarretar dificuldades de manejo da área para o arroz, componente principal do sistema de produção, principalmente no que se refere ao preparo de solo após a colheita das culturas de sequeiro. O manejo das diferentes culturas deve apresentar complementariedade para a busca de efetiva rentabilidade do sistema.

Esta publicação tem a finalidade de apresentar, de forma simples, tecnologias de manejo da água, no que se refere à drenagem superficial do solo, de forma que culturas como o milho, a soja e o sorgo, possam expressar todo o seu potencial produtivo em áreas de várzeas, desde que atendidos os demais fatores de produção. Apresenta, ainda, em anexo, um glossário de termos e símbolos utilizados em projetos de drenagem agrícola.

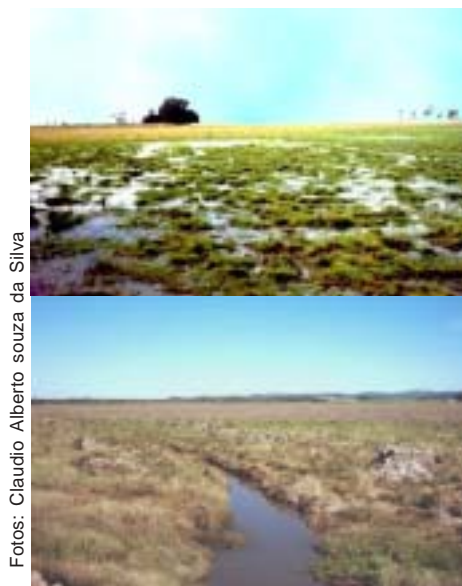
40 Circular Técnica

Pelotas, RS
Novembro, 2004

Autores

Claudio Alberto S. da Silva
Eng. Agrôn. M.Sc.
Pesquisador da
Embrapa Clima Temperado
Cx. Postal 403
96001-970 Pelotas, RS
E-mail:
claudio@cpact.embrapa.br

José Maria Barbat Parfitt
Eng. Agríc. M.Sc.
Pesquisador da
Embrapa Clima Temperado
Cx. Postal 403
96001-970 Pelotas, RS
E-mail:
parfitt@cpact.embrapa.br



Fotos: Claudio Alberto souza da Silva



Fotos: José Maria Barbat Parfitt

Características dos solos de várzeas do Rio Grande do Sul

A característica dominante dos solos de várzeas do RS é a deficiente drenagem natural, devido à topografia predominantemente plana e às suas características físicas. Segundo Pinto et al. (1999), esses solos, na sua maioria, desenvolveram-se a partir de sedimentos fluviolacustres, lagunares e marinhos da Planície Costeira (Litoral e parte da Encosta do Sudeste) e de sedimentos aluvionares oriundos de rochas sedimentares e basálticas de Depressão Periférica e Planalto (parte da Depressão Central e Missões).

Gomes et al. (1992) citam que os principais problemas físicos dos solos de várzea estão relacionados ao dimensionamento de determinados atributos, tais como: alta densidade, baixa porosidade, alta relação micro/macroporosidade (excessiva predominância de microporos em relação aos macroporos e, em consequência, pouco espaço aéreo), baixa capacidade de armazenamento de água, reduzida condutividade hidráulica, baixa velocidade de infiltração e consistência desfavorável.

Na região da Campanha do RS, também são encontrados solos hidromórficos de terras baixas, situados em áreas adjacentes às várzeas, de relevo suave ondulado a plano, e que, eventualmente, são usados com a cultura do arroz irrigado (Pinto et al., 1999).

Sensibilidade das culturas ao excesso hídrico

O excesso de água no solo produz efeitos anatômicos e morfológicos nas plantas. Segundo Krizek (1982), esses efeitos podem incluir a redução da alongação, clorose, senescência, abscisão das folhas mais baixas, murchamento, hipertrofias, formação de raízes adventícias na porção mais baixa do colmo, formação de lenticela e de aerênquima, enrolamento de folhas e declínio da taxa de crescimento relativo.

O crescimento de raízes também é afetado pelo encharcamento do solo, a alongação é retardada, a formação de raízes secundárias é inibida e, sob inundações prolongadas, as raízes enegrecem, podendo morrer. Sob condições de alagamento, as plantas podem formar espaços aéreos (aerênquima) no córtex das raízes.

O comportamento das plantas com relação ao nível de oxigênio no solo é variável. Em geral, o nível crítico de O_2 varia de 5 a 10% em volume. O crescimento de raízes, na maioria das plantas, é limitado quando o espaço poroso do solo com ar é menor que 10% e a taxa de difusão de oxigênio (TDO) é menor que $0,2 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ (Krizek, 1982).

A extensão de danos do encharcamento do solo depende de vários fatores, incluindo a duração do período de inundações, o estágio de desenvolvimento da planta, a espécie e/ou cultivar e as condições ambientais, como temperatura e conteúdo de dióxido de carbono, entre outras. Entre as espécies produtoras de

grãos, o milho, o sorgo e a soja são as principais opções para a diversificação do sistema de produção das várzeas, em rotação com o arroz irrigado.

O milho é suscetível ao encharcamento do solo nas fases iniciais de desenvolvimento e, um pouco menos, na floração, não sendo afetado no estágio de enchimento de grãos (Schild, 1995). A fase mais crítica desta cultura está compreendida entre a germinação e o estágio de três folhas (R3), quando o ponto de crescimento da planta encontra-se logo abaixo da superfície do solo. A inundações, nesta fase, por períodos superiores a 24 horas causam prejuízos irreversíveis para as plantas. A Figura 1 mostra uma lavoura de milho com dano severo, causado por encharcamento do solo.

O sorgo é mais tolerante às condições de alta umidade, quando comparado a outras espécies. A planta de sorgo possui características de resistência ao excesso de água no solo a partir de aproximadamente 20 dias após a emergência (20 a 30 cm de estatura), tolerando baixas tensões de O_2 . No entanto, na fase inicial de desenvolvimento, esta cultura é bastante sensível ao encharcamento.

Para a soja, os subperíodos de desenvolvimento das plantas mais sensíveis ao excesso hídrico, em ordem decrescente, são: da germinação à emergência de plântulas; floração; da emergência ao início da floração; e, enchimento de grãos (Barni & Costa, 1975).



Foto: José M. B. Parfitt

Fig. 1. Dano provocado pelo encharcamento prolongado do solo em cultivo de milho. Pelotas, RS, 2004.

Drenagem dos solos de várzeas

As áreas de várzeas normalmente já possuem infraestrutura para o arroz irrigado (drenos, canais de irrigação etc.). Entretanto, tendo em vista a maior exigência em drenagem para as culturas de sequeiro, essa estrutura deve ser melhorada. A drenagem - processo de remoção do excesso de água da superfície do solo e/ou do subsolo - possui duas formas básicas: drenagem superficial, que é a remoção do excesso de água da superfície do solo, para torná-lo adequado ao aproveitamento agrícola, e drenagem subsuperficial ou subterrânea, que remove o excesso de água do perfil do solo, com a finalidade de propiciar condições favoráveis de umidade, aeração e manejo agrícola. Esta última é ineficiente na maioria dos solos de várzeas do Rio Grande do Sul, devido à sua baixa condutividade hidráulica. É através da melhoria da drenagem superficial que se pode dar melhores condições aos cultivos agrícolas neste ecossistema.

A macro drenagem, composta de sistema de drenos escavados para coletar os excedentes de águas de chuvas, de irrigação e de fluxos subterrâneos, deve ser adequadamente dimensionada de modo a atender a demanda da microbacia na qual as lavouras estão implantadas. Os drenos coletores principais (Figura 2), destinados a receber as águas de outros drenos e conduzi-las ao ponto de descarga da microbacia, além de bem dimensionados, devem sofrer periodicamente processos de limpeza, reformas e/ou desobstrução, para que sejam eficientes e cumpram sua função.

A micro drenagem, também chamada de drenagem interna da lavoura ou drenagem local, é composta de drenos secundários ou de parcelas e de diferentes conformações da superfície do solo. Sua implantação e dimensionamento são condicionados a vários fatores, entre eles as condições topográficas da lavoura, as características físicas do solo, as espécies cultivadas e aos sistemas de cultivo e de produção empregados.



Fig. 2. Dreno coletor-principal componente da macro drenagem em área de várzea.

Sistemas de drenagem superficial local

Os sistemas de drenagem superficial, independentemente das práticas agrícolas e de engenharia empregadas, têm como base a drenagem natural do solo, ou seja, o encaminhamento ou escoamento natural das águas, ditado pelas condições topográficas do terreno. A drenagem superficial local pode ser classificada em sistema natural, sistema com alteração na conformação da superfície do terreno, ou, ainda, a combinação destes. Em ambos os casos, a prática básica utilizada é a abertura de drenos rasos, comumente chamada de valetamento da lavoura. A Figura 3 mostra o valetamento da lavoura, com drenos equidistantes, com espaçamento entre si pré-fixados, e o efeito do dreno sobre a umidade superficial do solo.



Fig. 3. Valetamento da lavoura e efeito do dreno sobre a umidade superficial do solo. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2002.

Sistema de drenagem superficial natural

Todo o terreno, mesmo os de topografia extremamente plana, possui o seu sistema natural de drenagem superficial, ou seja, o encaminhamento natural das águas. No entanto, na maioria dos solos de várzea, esta drenagem é deficiente, havendo a necessidade de uma melhoria do sistema. Nas áreas com declives mais acentuados, também chamadas de áreas de várzeas dobradas, com depressões profundas e/ou largas ou em grande quantidade, o que as tornam difíceis de serem aterradas através do aplainamento, o sistema natural deve ser melhorado ligando-se as depressões por meio de drenos de parcela (valetamento), que conduzam as águas até os drenos coletores. Dependendo do número de depressões (áreas problema) e da diferença de cotas destas em relação às áreas circundantes, o sistema poderá exigir um número maior ou menor de drenos, bem como ter sua profundidade efetiva variável. A Figura 4 mostra um esquema de sistema natural de drenagem.

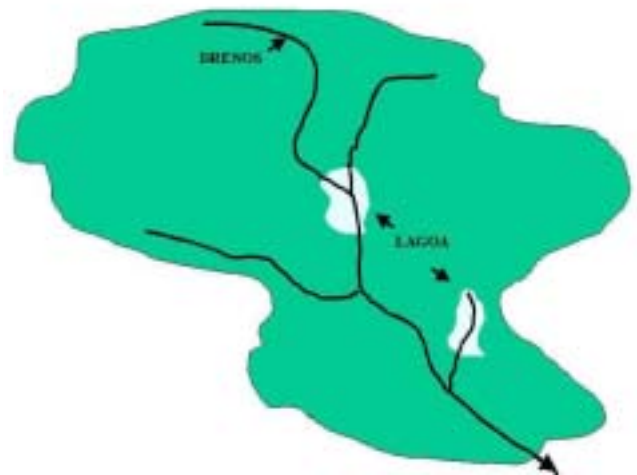


Fig. 4. Esquema de sistema de drenagem natural.

Localção e construção de drenos (valetamento)

A localção dos drenos deve ser feita com base em um estudo prévio das condições topográficas do terreno (estudo visual). Uma maneira prática de se realizar este estudo é observar, no campo, a disposição das taipas utilizadas para a irrigação do arroz, que nada mais são do que as curvas de nível da área. Conhecendo-se a localização das depressões e as declividades, ou seja, o encaminhamento natural das águas, os drenos são locados de modo a proporcionar maior eficiência da drenagem. Em áreas muito planas, de difícil visualização de seu relevo, ou em áreas sistematizadas sem declive, recomenda-se a abertura de drenos equidistantes, espaçados de 20 a 40 m entre si, de acordo com a maior ou menor dificuldade de drenagem do solo.

A construção destes drenos é feita entre as operações de semeadura das culturas de sequeiro e a aplicação de herbicidas, quando o sistema envolve o preparo do solo (convencional). No caso do plantio direto os drenos devem ser abertos por ocasião da semeadura da cultura de inverno, que objetiva a cobertura do solo. Para o chamado cultivo mínimo a implantação é realizada junto com o preparo antecipado do solo (verão/outono).

Nestes dois últimos casos, o sistema de drenagem pode ser corrigido e/ou melhorado antes da implantação da lavoura da cultura de sequeiro.

Para cultivos anuais (soja, milho, sorgo etc.), o tipo de dreno e de valetadeiras utilizadas diferem com o sistema de cultivo, com ou sem preparo do solo. No sistema convencional, devido à instabilidade do solo e ao risco de obstrução dos drenos, estes devem ser construídos com maior largura utilizando-se valetadeira rotativa horizontal

ou lateral (Figura 5). No sistema plantio direto ou cultivo mínimo, utiliza-se valetadeira rotativa vertical (Figura 6) que proporciona menor largura de drenos, possibilitando a passagem de máquinas sem transtornos. No caso de pastagens cultivadas, os drenos podem ser feitos com maior largura, com a utilização de plainas. Deste modo, os mesmos têm maior durabilidade, tendo em vista o pisoteio dos animais, sem no entanto dificultar a semeadura direta de culturas em sucessão.



Foto: Boelter Agro-Indústria



Foto: José Maria B. Parfitt

Fig. 5. Valetadeira rotativa horizontal ou lateral (a) e abertura de drenos em cultivo convencional (b). São Gabriel, RS, 1999.

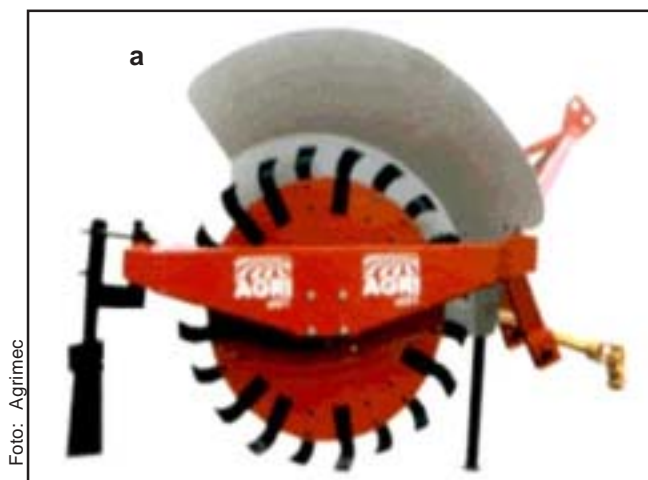


Foto: Agrimec

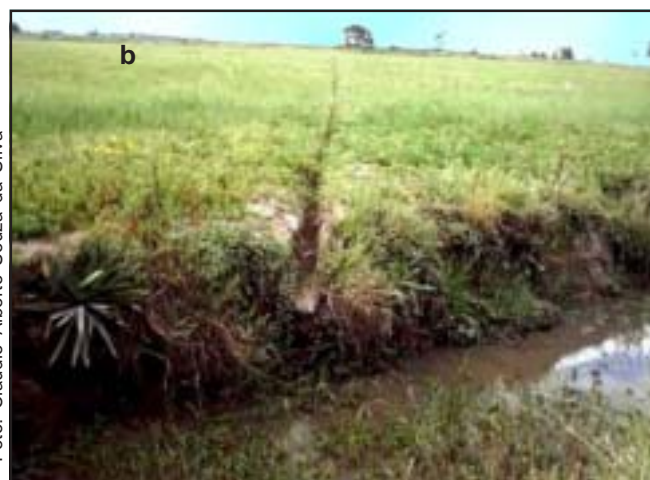


Foto: Claudio Alberto Souza da Silva

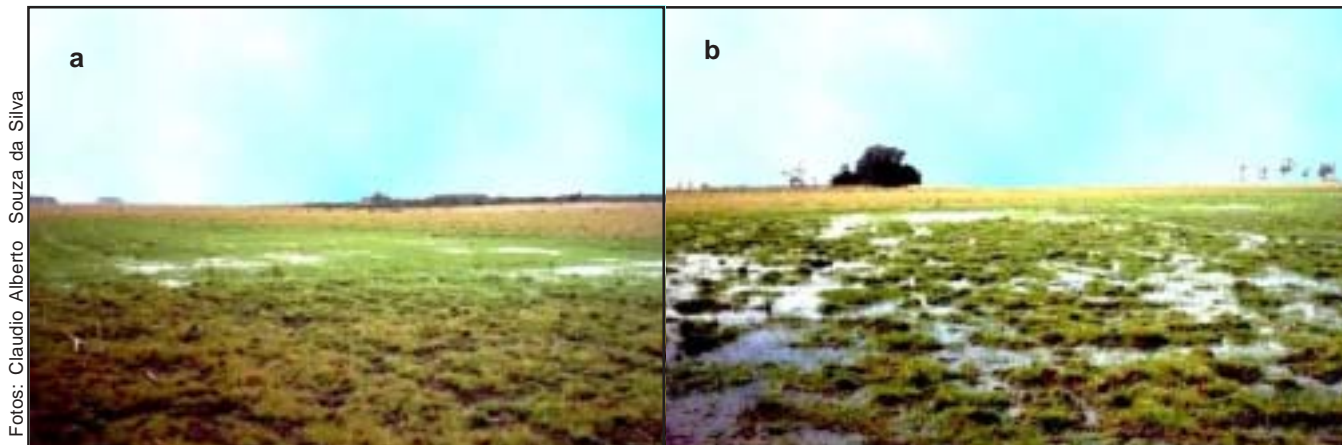
Fig. 6. Valetadeira rotativa vertical (a) e abertura de dreno em lavoura para semeadura direta. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2002.

Sistema de drenagem superficial com alteração na conformação da superfície do terreno

Consiste no uso de práticas ou técnicas que se aplicam para alterar a conformação do terreno visando a melhoria da drenagem superficial natural do solo. Entre estas práticas, estão o aplainamento e a sistematização do terreno, a confecção de camalhões largos e a confecção de sulcos/camalhões.

Aplainamento do solo

O aplainamento do solo é realizado em áreas planas, com pequenas depressões, corrigindo-se o micro relevo, sem alterar a topografia geral do terreno. Os problemas de drenagem localizados (pontos de alagamento, Figura 7) devem ser progressivamente minimizados através do uso de plainas, chamadas de niveladoras do solo (Figura 8), para o posterior valetamento da área. No caso de adoção do sistema de plantio direto, o aplainamento do solo reveste-se de maior importância, uma vez que o terreno não voltará a ser preparado por vários anos.



Fotos: Claudio Alberto Souza da Silva

Fig. 7. Problemas localizados de drenagem em áreas de várzea. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2003.

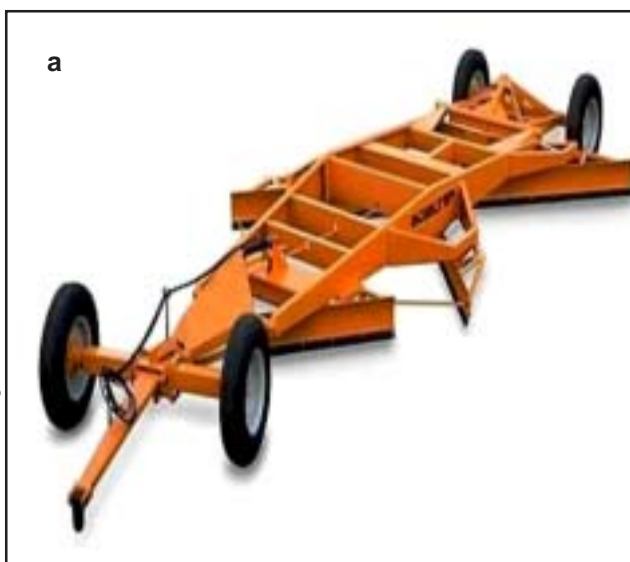


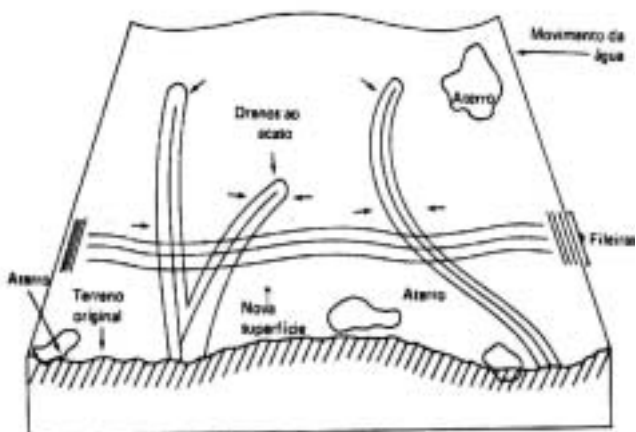
Foto: Boelter Agro-Indústria



Foto: José Maria Barbat Parfitt

Fig. 8. Niveladora de solo (a) e operação de aplainamento (b). Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2001.

O aplainamento do solo, combinado com o valetamento (abertura de drenos), são as práticas de drenagem superficial da lavoura mais utilizadas nas áreas de várzeas (Figura 9).



Sistematização do terreno

A sistematização adapta-se a áreas planas (até 0,5%) e com muitos problemas localizados de drenagem. Consiste na uniformização da superfície do terreno, ou seja, aterro das depressões e corte das elevações. É uma prática de conformação da superfície do solo que corrige o relevo atendendo a um objetivo previamente definido (Parfitt et al., 2004). Um projeto de sistematização é feito a partir do levantamento topográfico do terreno e para a sua execução existem diversos métodos, porém, sem dúvida, o mais prático e preciso é o que utiliza o sistema a laser (Figura 10). Tendo em vista a pouca profundidade efetiva do solo agrícola das várzeas, não são recomendadas profundidades de cortes superiores a 10 cm. No RS, as áreas são normalmente sistematizadas sem declive (cota zero) visando o cultivo do arroz pré-germinado. No entanto, a sistematização com declive oferece melhores condições de drenagem superficial para as culturas alternativas ao arroz irrigado. A declividade resultante do projeto está em função da declividade original do terreno. Em ambos os casos deve ser realizado o valetamento da lavoura, podendo também ser utilizada a técnica de sulco/camalhão.

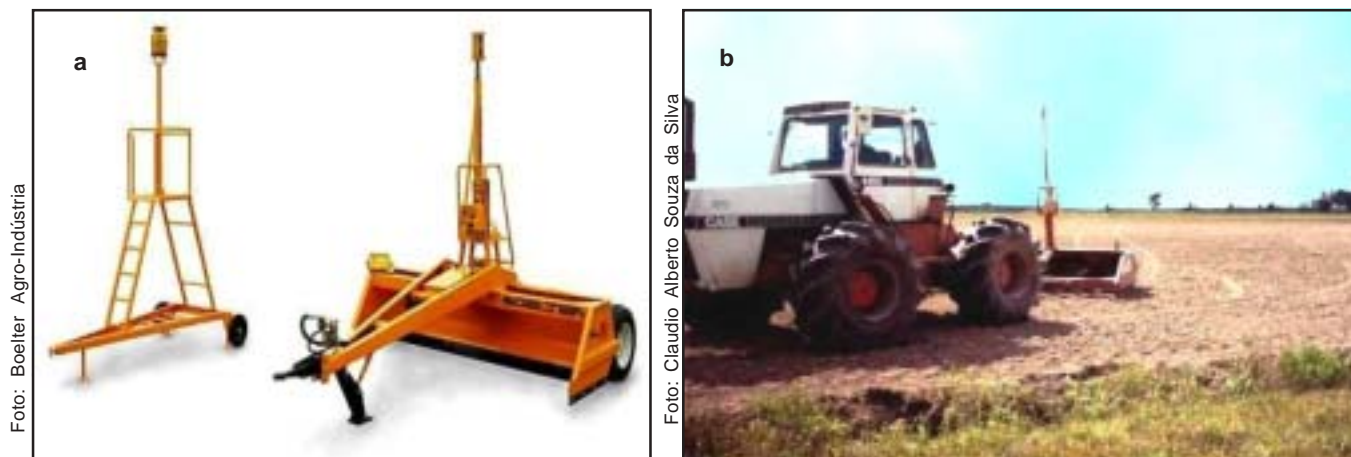


Fig. 10. Aparelho emissor de raios laser e plaina com mastro receptor (a) e execução da sistematização (b). Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2003.

Camalhões largos

Este sistema adapta-se a áreas muito planas e com declividades uniformes. Consiste na construção de camalhões largos e em seqüência, de modo que na junção dos camalhões exista uma depressão, a qual funciona como dreno de parcela (Figura 11). Os camalhões podem ser construídos com o uso de arados de aiveca, arados de discos ou plainas. O sentido de construção dos camalhões é dado pela declividade predominante do terreno. A altura no centro dos

camalhões varia de acordo com o objetivo de uso. Esta deve propiciar boa drenagem para as culturas de sequeiro e, ao mesmo tempo, não dificultar as práticas agrícolas mecanizadas e nem acarretar preparo de solo demasiadamente pesado para o cultivo do arroz, no sistema de rotação. O comprimento pode atingir 200 m e a largura varia com o tipo de solo (solos com drenagem muito lenta, de 6 a 12 m e com drenagem lenta, de 10 a 20 m). Dependendo do microrelevo, os camalhões deverão ser cortados transversalmente com drenos, para esgotar possíveis pontos de alagamento.

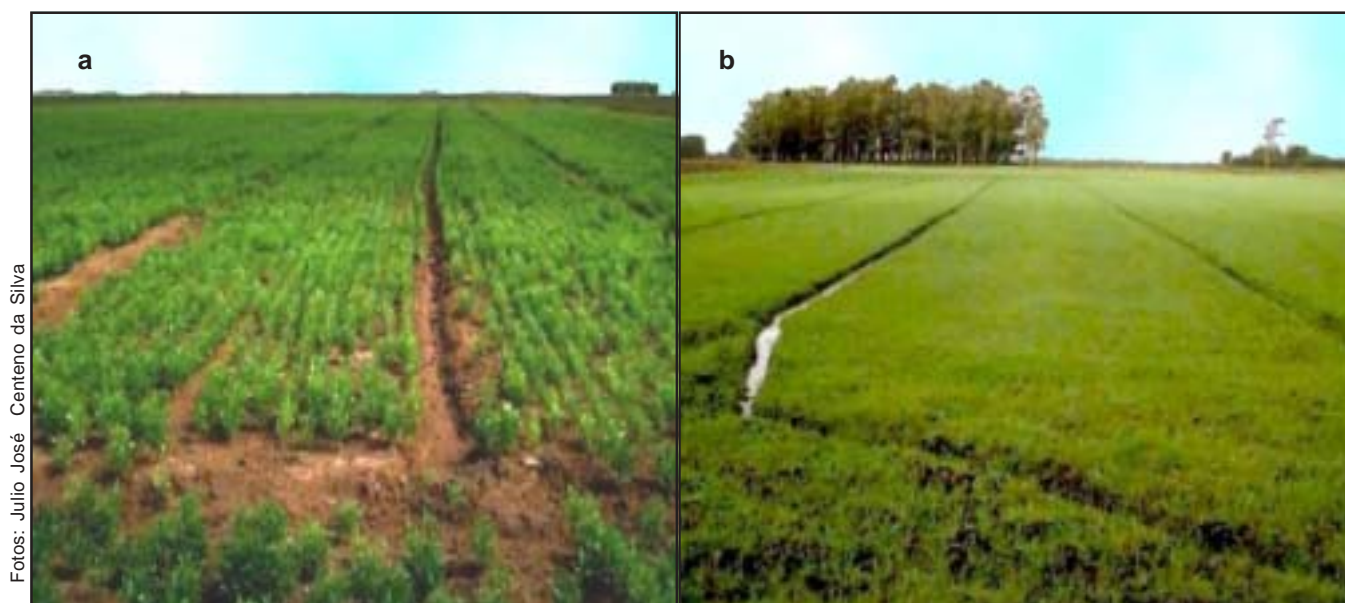


Fig. 11. Camalhões largos cultivado com soja (a) e com pastagem (b), em áreas de várzeas. Respectivamente Santa Vitória do Palmar e Osório, RS, 2003.

Sulco/camalhão

Este sistema adapta-se a áreas sistematizadas com ou sem declive, proporcionando garantia de boa drenagem para cultivos de sequeiro. Para a sua confecção podem ser utilizados sulcadores tipo "pé-de-pato" ou

camalhoiras de disco para camalhões estreitos (até 1,00 m de largura) e encanteiradoras equipadas com enxada rotativa ou com discos e formatador de canteiros, para camalhões até 1,80 m de largura (Figura 12).

Fotos: Claudio Alberto Souza da Silva

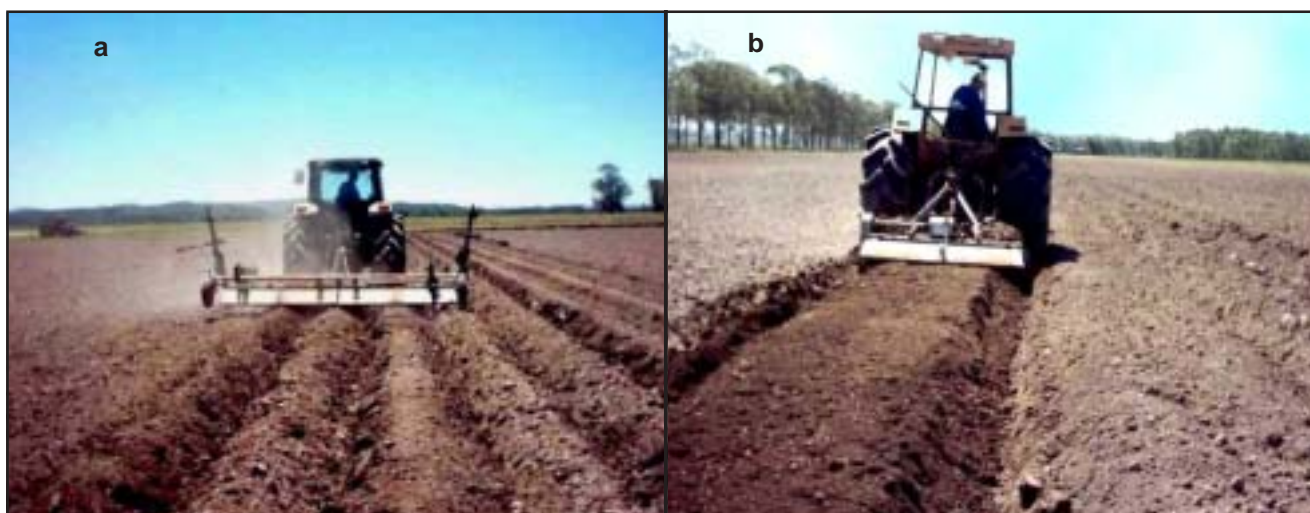


Fig. 12. Confeção de camalhões com camalhoeira de discos (a) e com encanteiradora (b). Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2003.

A largura dos camalhões está em função do espaçamento utilizado para as culturas, aliado à distribuição espacial de plantas que proporcione o melhor desempenho produtivo, e das operações mecanizadas

realizadas na lavoura. Esta técnica, além de favorecer a drenagem, facilita a irrigação por superfície. As Figuras 13 e 14 mostram o cultivo de soja e a Figura 15 o cultivo de milho, no sistema sulco/camalhões.

Foto: José Maria Barbat Parfitt



Fig. 13. Soja cultivada em camalhões de 0,90 m de largura, com duas linhas, irrigada por inundação, em área sistematizada sem declive. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2004.

Fotos: José Maria Barbat Parfitt



Fig. 14. Soja cultivada em camalhões de 1,80 m, com quatro linhas, estágio vegetativo (a) e reprodutivo (b). Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2004.



Fotos: José Maria Barbat Parfitt

Fig. 15. Milho cultivado em camalhões de 0,90 m de largura (a) e em camalhões de 1,80 m (b). Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2004.

Vistoria da drenagem da lavoura

Depois de implantada a lavoura, e após a primeira chuva intensa ou irrigação, um operário, munido de pá ou enxada, deve percorrer a área e encaminhar as águas acumuladas em depressões, que por ventura persistirem, para os drenos mais próximos e, também, verificar se estes estão sendo eficientes, observando se a água escorre com facilidade para os drenos coletores.

Referências Bibliográficas

- ABNT. NBR 14145, Drenagem agrícola - terminologia e simbologia. Rio de Janeiro, 1998. 6 p.
- BARNI, N.A.; COSTA, J.A. Efeito do período de inundação sobre o rendimento de grãos da soja - *Glycine max* (L) Merrill. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 207-222, 1975.
- GOMES, A. da S.; CUNHA, N.G. da; PAULETTO, E.A.; SILVEIRA, R.J. da C.; TURATTI, A. Solos de várzea: uso e manejo. In: **SOLOS e irrigação**. Porto Alegre: UFRGS; FEDERACITE, 1992. p. 64-69.
- KRIZEK, D.T. Plant response to atmospheric stress caused by waterlogging. In: CHRISTIANSEN, M.N.; LEWWIS, C. F. **Breeding plants for less favorable environments**. Beltsville: J. Wiley, 1982. p. 293-334.
- MILLAR, A.A. **Drenagem de terras agrícolas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1978. 276 p.
- PARFITT, J.M.B.; SILVA, C.A.S. da.; PETRINI, J.A. Estruturação e sistematização da lavoura de arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES Jr., A.M. de. **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 237-257.
- PINTO, L. F. S.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. da S.; SOUZA, R. O. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A. da S.; PAULETTO, E.A. **Manejo do solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 11-36.
- SCHILD, L.N. **Comportamento do milho (*Zea mays*, L) em planossolo sob condições de excesso hídrico**. 1995. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1995.

ANEXO

Terminologia e simbologia em drenagem agrícola

Neste capítulo são apresentadas as definições e os símbolos mais comumente utilizadas em drenagem agrícola (ABNT, 1998), o que contribui tanto para o melhor entendimento do assunto tratado nesta publicação, quanto para a uniformização da linguagem entre os técnicos da área.

Terminologia - definições

Área de influência do dreno: Área efetiva da qual a água em excesso é captada e removida pelo dreno.

Base de drenagem: Cota mínima ou cota de chegada de um sistema de drenagem. Indica se a área será drenada por gravidade ou bombeamento.

Caixa de inspeção: Estrutura intercalada na linha de dreno subterrâneo entubado para facilitar a inspeção e a manutenção do sistema.

Camada impermeável ou barreira: Camada de solo cuja condutividade hidráulica vertical saturada é igual ou inferior a 1/10 da média ponderada da condutividade hidráulica saturada das camadas superiores.

Carga hidráulica: Potencial de pressão expresso em altura equivalente a uma coluna de água em relação a um plano de referência (mca)

Coefficiente de drenagem subterrânea ou recarga: Taxa de remoção do excesso de água do solo, expressa em altura de lâmina de água por dia (m/dia).

Coletor: Condutor aberto ou subterrâneo destinado a receber as águas de outros drenos e conduzi-las ao ponto de descarga.

Condutividade hidráulica saturada (k): Propriedade hidráulica de um meio poroso saturado que determina o fluxo em função do gradiente hidráulico (m/dia).

Dique: Obra hidráulica, de terra ou concreto, de proteção contra inundações.

Drenagem: Processo de remoção do excesso de água da superfície do solo e/ou subsolo.

Drenagem agrícola: Processo de remoção do excesso de água da superfície do solo e/ou subsolo visando o aproveitamento agrícola.

Drenagem natural do solo: Escoamento natural do excesso de água do solo e/ou subsolo.

Drenagem superficial: Processo de remoção do excesso de água da superfície do solo para torná-lo adequado ao aproveitamento agrícola.

Drenagem subterrânea: Processo de remoção do excesso de água do solo, com a finalidade de propiciar condições favoráveis de umidade, aeração e manejo agrícola, prevenir a salinização ou remover excesso de sais.

Dreno: Condutor aberto ou subterrâneo, tubular ou de material poroso, destinado a remover o excesso da água proveniente de sua área de influência.

Dreno interceptor: Dreno que tem por finalidade interceptar fluxo superficial e/ou subterrâneo de áreas adjacentes situadas a montante.

Dreno de encosta: Dreno interceptor situado em pé-de-morro ou encosta.

Dreno subterrâneo: Conduto subterrâneo utilizado para coletar e conduzir, por gravidade, a água proveniente do lençol freático de sua área de influência.

Dreno vertical: Condutor vertical através de camada impermeável, pelo qual a água de drenagem da superfície ou subsuperfície é escoada.

Duração de chuvas:

Tempo utilizado para a determinação da chuva de projeto em bacias que possuam áreas de acumulação de água. Pode ser igual ao tempo de concentração ou ao tempo de drenagem.

Envoltório: Material mineral, sintético ou vegetal, colocado ao redor do tubo de drenagem com a finalidade de facilitar o fluxo da água para o seu interior e minimizar a desagregação e o carreamento de partículas do solo.

Escoamento superficial: Fração da água de precipitação ou irrigação que alcança os cursos d'água através do fluxo de superfície.

Fluxo: Volume de água que atravessa uma dada seção transversal de solo por unidade de tempo.

Franja capilar: Faixa do solo acima do nível freático onde o valor da tensão da água é inferior a 6 Kpa.

Gradiente hidráulico: Expressão numérica da variação da carga hidráulica por unidade de distância (adimensional).

Infiltração: Movimento vertical descendente da água no solo (cm/h).

Infiltração básica: Lâmina de água que flui através de um solo, por unidade de tempo, após a estabilização do fluxo (cm/h).

Isóbata: Iso profundidade do lençol freático.

Isoípsa: Curva de nível do lençol freático.

Linhas de isoprofundidade (isóbatas): Linhas que unem pontos de mesma profundidade do lençol freático.

Linha piezométrica: Linha que representa a distribuição da pressão ao longo de condutos ou meios porosos.

Macro drenagem: Sistema de drenos escavados para

coletar os excedentes de águas de chuvas e subterrâneas de sua área de influência.

Nível freático: Medida da profundidade da superfície freática num determinado ponto do perfil do solo.

Permeabilidade: Propriedade do solo de conduzir água.

Piezômetros: Tubo de medição pontual da pressão piezométrica (hidrostática) de aquífero subterrâneo. Indica a direção do movimento vertical da água no solo.

Poço de observação do lençol freático: Furo de trado no solo, revestido ou não por tubo perfurado, com a finalidade de medir o nível freático.

Ponto de descarga: Ponto final de um sistema de drenagem, onde ocorre o deságüe por gravidade.

Porosidade drenável: Volume de poros de um volume de solo, saturado, que fica livre de água quando submetido a uma tensão de 6 KPa.

Porosidade total: Relação entre o volume de poros e o volume total de solo, expressa em porcentagem.

Pressão artesianas: Pressão hidráulica existente em um aquífero subterrâneo confinado, como consequência da situação do nível freático do aquífero em ponto mais elevado.

Queda: Estrutura que visa a dissipação de energia da água em ponto localizado.

Rede de fluxo: Representação gráfica das linhas de fluxo e das linhas equipotenciais.

Sistema de drenagem: Conjunto de drenos, estruturas e equipamentos interligados visando o escoamento do excesso de água de sua área de influência.

Sistema de drenagem subterrânea: Conjunto de drenos subterrâneos, coletores, estruturas e equipamentos, que tem por finalidade controlar o nível de ascensão do lençol freático de sua área de influência.

Sistema de drenagem superficial: Conjunto de drenos, estruturas e equipamentos interligados, visando o escoamento do excesso de água superficial de sua área de influência.

Superfície freática: Superfície da água livre no solo ou na sua superfície, submetida à pressão atmosférica.

Talude: Inclinação das paredes de dreno.

Tempo de concentração: Tempo que a água de escoamento superficial leva para se deslocar do ponto mais distante da bacia de captação até ao ponto de descarga.

Tempo de drenagem: Tempo de escoamento de toda a água acumulada em uma área.

Tempo de recorrência ou período de retorno: Período, em anos, que uma chuva de intensidade igual ou superior, apresenta a probabilidade de ocorrer pelo menos uma vez.

Vazão: Volume de um fluido que atravessa uma seção transversal por unidade de tempo (m³/s).

Velocidade de escoamento superficial: Velocidade com que a água escoar sobre uma dada superfície do terreno.

Simbologia - representação

Talvegue ou dreno natural **Dreno ou coletor superficial aberto**



Dreno subterrâneo entubado

Caixa de inspeção



Caixa de inspeção - junção de dreno subterrâneo e coletor entubado.



Caminho de serviço-estrada



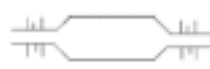
Bueiro



Ponte



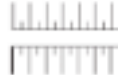
Passagem molhada



2.10. Açude



Dique de proteção



Estação de Bobeamento



Canal de irrigação



Regadeira



Adutora



Tubulação de pressão

Curvas de nível



Isóbata

Isoípsa



Cores propostas para planta de isopropundidade de lençol freático (isóbata) ou representações gráficas:

- 0-50 cm - Vermelho
- 50-100 cm - Azul
- 100-150 cm - Laranja
- 150-200 cm - Verde
- 200 - + cm - Sem cor

Observação: as dimensões dos símbolos podem variar em função da escala adotada em cada projeto.

Circular Técnica, 40

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na: **Embrapa Clima Temperado**

Endereço: BR 392, Km 78, Caixa Postal 403 Pelotas, RS - CEP 96001-970

Fone: (0xx53)275-8100

Fax: (0xx53) 275-8221

E-mail: www.cpact.embrapa.br sac@cpact.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2004): 100

Comitê de publicações

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro

Secretário-Executivo: Joseane Mary Lopes Garcia

Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Vernetti Azambuja, Cláudio José da Silva Freire, Luís Antônio Suiça de Castro, Sadi Macedo Sapper, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Expediente

Supervisor editorial: Sadi Macedo Sapper

Revisão de texto: Sadi Macedo Sapper

Editoração eletrônica: Sérgio Ilmar V. dos Santos