

Validação hidrológica do “Camalhão Alto de Base Larga” como tecnologia conservacionista aplicada à cultura do tabaco



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Trigo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

DOCUMENTOS 187

Validação hidrológica do “Camalhão Alto de Base Larga” como tecnologia conservacionista aplicada à cultura do tabaco

*José Eloir Denardin
Gracioso Pignatel Marcon
Antonio Faganello
Jorge Lemainski
Álvaro José Back
Barbara Rodrigues Junqueira
Vando Braz de Oliveira*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Trigo
Rodovia BR 285, Km 294
Caixa Postal 3081
Telefone: (54) 3316-5800
Fax: (54) 3316-5802
99050-970 Passo Fundo, RS
<https://www.embrapa.br/fale-conosco>

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Trigo

Presidente
Gilberto Rocca da Cunha

Vice-Presidente
Luiz Eichelberger

Secretária
Gessi Rosset

Membros
Alberto Luiz Marsaro Júnior, Alfredo do Nascimento Junior, Ana Lídia Variani Bonato, Elene Yamazaki Lau, Fabiano Daniel De Bona, Gisele Abigail Montan Torres, Maria Imaculada Pontes Moreira Lima

Normalização bibliográfica
Rochelle Martins Alvorcem (CRB 10/1810)

Tratamento das ilustrações e editoração eletrônica
Márcia Barrocas Moreira Pimentel

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Capa
Márcia Barrocas Moreira Pimentel

Fotos da capa
Gracioso Pignatel Marcon

1ª edição
1ª impressão (2020): 3500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Nome da unidade catalogadora

Validação hidrológica do "Camalhão Alto de Base Larga" como tecnologia conservacionista aplicada à cultura do tabaco. / por José Eloir Denardin... [et al.]. – Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2020.

26 p. : il. color. - (Embrapa Trigo. Documentos, 187).

ISSN 1516-5582

1. Solo. 2. Manejo. 3. Camalhão. 4. Sistema de plantio direto. 5. Tabaco. I. Denardin, José Eloir. II. Embrapa Trigo. III. Série.

CDD 633.5

Rochelle Martins Alvorcem (CRB 10/1810)

©Embrapa 2020

Autores

José Eloir Denardin

Engenheiro-agrônomo, Dr. em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Gracioso Pignatel Marcon

Técnico Agropecuário, Especialista em Manejo de Solo, pesquisador aposentado da Souza Cruz, Rua Argentina, 38, Vila Moema, 88705-340 Tubarão, SC.

Antonio Faganello

Engenheiro mecânico, M.Sc. em Engenharia Agrícola, pesquisador aposentado da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Jorge Lemainski

Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Ciências Agrárias/Gestão de Solo e Água, analista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Álvaro José Back

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Engenharia, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri, Rua Presidente Vargas, 116, 88840-000 Urussanga, SC.

Barbara Rodrigues Junqueira

Engenheira Agrônoma, M.Sc. em Agronomia/Entomologia Agrícola, pesquisadora científica da Souza Cruz, Rodovia BR 471, km 132,4, Distrito Industrial, 96835-642 Santa Cruz do Sul, RS.

Vando Braz de Oliveira

Técnico Agrícola, Bacharel em Administração, Especialista em Manejo de Solo e Nutrição de Plantas, Gerente Global de Melhoramento e Agronomia na Souza Cruz, Avenida General Plínio Tourinho, 3200, Bairro Bom Jesus, 83880-000 Rio Negro, PR.

Agradecimentos

A todos os envolvidos direta e indiretamente durante a execução do trabalho, àqueles que auxiliaram no preparo e na seleção das áreas e que acompanharam alguma das etapas das atividades de campo na avaliação hidrológica da tecnologia “Manejo de Solo com Camalhão Alto de Base Larga”. Em especial, aos produtores parceiros da Souza Cruz, Adão Czanovski, Alexandre Koning, Beatriz Griesbach, Cristiano Radtke, Edinei Pagani, Geraldo Adilson da Silva, Laércio Celestino Adami, Marcelo Delski, Miguel Dambroski, Nadir Behling e Natalino Koning; aos analistas de pesquisa da Souza Cruz, Claudionei Konopka, Elio Popadiuk, Elton Guske, Juliano de Jesus, Luiz Carlos Chmil, Maicon Edelvanio Pontarolo e Roberto Lehmann da Silva; aos gerentes de pesquisa Augusto Friederichs, Flávio Oliveira, Indalécio Cunha Vieira Júnior, José Maria Pádua, Ricardo Bruning Schutz e Riscala Mocelin; e aos colaboradores da Embrapa Trigo, Adilson Francisco Lorandi, Luiz Albery Medeiros, Abramo José Favaretto, Marcelo Sanini e Marcelo Martinelli.

Apresentação

A agricultura é um contínuo de processos. Problemas e soluções emergem a partir de processos. Para tratá-los é necessário entendê-los minimamente.

Conservar a capacidade produtiva do solo é uma necessidade passível de ser perpetuada. Mas, a utilização do solo é uma oportunidade efêmera no empenho à sobrevivência.

Para combater a erosão é suficiente impedir que gotas de chuva toquem diretamente o solo desnudo e/ou que água excessivamente veloz flua sobre ou através do solo. Com este propósito, são inúmeros os processos apregoados pela ciência da conservação do solo. Todavia, esporádicas inovações emanam do labor dedicado à adaptação desses processos a diferenciados estratos fundiários, com ênfase aos de pequena extensão, associados ou não a solos com certas limitações de uso.

O “camalhão alto de base larga” é uma típica inovação propositiva, a se aliar aos preceitos conservacionistas, no manejo de lavouras, em pequenas propriedades rurais, cultivadas com espécies produtoras de grãos, tabaco, forragem e outras. Seus benefícios no desempenho do tabaco já haviam sido comprovados. Neste estudo, sua eficaz contribuição à preservação da capacidade produtiva do solo foi comprovada, passando a ser apregoado pela ciência da conservação do solo como prática conservacionista.

O trabalho foi fruto da parceria firmada entre Souza Cruz Ltda. e Embrapa Trigo, amparada pela Fundação de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário Edmundo Gastal e embasada na convergência de interesses e de complementaridade de missões e objetivos com foco no manejo conservacionista do solo. O compartilhamento de recursos, a ampliação da capacidade e da credibilidade institucional e o aumento da eficácia da atividade e da qualidade dos resultados são contributos ao desenvolvimento da agricultura brasileira.

A Embrapa Trigo tem a satisfação de compartilhar os resultados desta ação em parceria com a Souza Cruz Ltda, que, inequivocamente, contribui para o Brasil saldar o compromisso assumido junto à ONU para o atingimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ao se mostrar alinhada com o ODS6.

Oswaldo Vasconcellos Vieira
Chefe-Geral da Embrapa Trigo

Sumário

Resumo	11
Abstract	12
Introdução.....	13
Material e Métodos.....	18
Resultados e discussão.....	20
Conclusão.....	25
Referências	26

Resumo

O “Manejo de Solo com Camalhão Alto de Base Larga” é uma prática conservacionista associada ao sistema plantio direto, preparo reduzido do solo e preparo convencional do solo, usual em pequenos estabelecimentos rurais, na região Sul do Brasil. Integrado a espécies produtoras de grãos e cobertura de solo, como trigo (*Triticum aestivum*), centeio (*Secale cereale*), aveia preta (*Avena strigosa*), aveia branca (*Avena sativa* L.), milheto (*Pennisetum glaucum* L.), capim Sudão (*Sorghum sudanense*), sorgo (*Sorghum* spp.), mucuna (*Mucuna* spp.) e braquiária (*Brachiaria* spp.), o “camalhão alto de base larga” vem sendo aplicado ao cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*), soja (*Glycine max* L.), milho (*Zea mays*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*) durante as estações de primavera e verão. Os benefícios preconizados por essa tecnologia, referentes ao desempenho da cultura do tabaco, já foram comprovados experimentalmente e em escala de lavoura. Porém, o benefício, referente à sua eficácia em disciplinar as enxurradas resultantes de chuvas intensas, ainda não haviam sido quantificados. O objetivo deste estudo foi validar a efetividade do “camalhão alto de base larga” em conter o escoamento de chuva intensa, com períodos de retorno iguais ou superiores a 10 anos. O estudo foi efetuado em nove municípios (quatro no estado do Rio Grande do Sul, três no estado de Santa Catarina e quatro no estado do Paraná) e em 11 lavouras cultivadas com cereal de inverno, como planta de cobertura, seguido por tabaco, posicionadas em três classes de relevo (suave ondulado, ondulado e forte ondulado) e com 11 tipos de solo, taxonômica e texturalmente diferentes. Concluiu-se que o “camalhão alto de base larga” é capaz de conter a enxurrada gerada por chuvas com períodos de retorno superiores a 10 anos, facultando à ciência da conservação do solo apreço-lo como prática conservacionista de manejo de solo.

Termos para indexação: conservação do solo; infiltração de água no solo; chuva intensa; período de retorno.

Hydrological evaluation of “High Wide Ridges” as a soil conservation practice applied to diverse production models

Abstract

The “Soil Management with High Wide Ridges” is a conservation practice associated with the no-tillage system, reduced tillage, and conventional tillage, usual in small farms, in southern Brazil. Integrated with winter grain or cover crops such as wheat (*Triticum aestivum*), rye (*Secale cereale*), black oats (*Avena strigosa*) and white oats (*Avena sativa* L.), millet (*Pennisetum glaucum* L.), Sudan grass (*Sorghum sudanense*), sorghum (*Sorghum* spp.), mucuna (*Mucuna* spp.), and brachiaria (*Brachiaria* spp.), “high wide ridges” is being used for tobacco (*Nicotiana tabacum*), soybean (*Glycine max* L.), maize (*Zea mays*), and beans (*Phaseolus vulgaris*) during the spring and summer seasons. The benefits expected by this technology, regarding the performance of the tobacco culture, have already been proven experimentally and on a farm scale. However, the benefit, referring to the effectiveness in disciplining runoffs resulting from intense rains, has not yet been quantified. The goal of this study was to validate the effectiveness of the “high wide ridges” in containing runoff from intense rainfall, with return periods equal or greater than 10 years. The study was carried out in nine counties (four in Rio Grande do Sul state, three in Santa Catarina state, and four in Paraná state) and 11 farms where tobacco was grown following winter cereal as cover crop, on three types of topography (wavy smooth relief, wavy relief, and wavy strong relief) with 11 soil types that were texturally and taxonomically different. It was concluded that “high wide ridges” is capable of containing the flood generated by rains with return periods of more than 10 years, allowing the science of soil conservation to proclaim it as a conservationist soil management practice.

Index terms: soil conservation; water infiltration into soil; intense rain; return period.

Introdução

O solo constitui um importante centro da resolução dos principais problemas da humanidade. Seu uso interfere nos recursos naturais ou nos elementos da biosfera - ar, água, biodiversidade e clima - e, em decorrência, na produção agrícola, na segurança alimentar, na saúde humana, na qualidade ambiental, dentre relevâncias outras. Do ponto de vista elementar, o solo é simplesmente um corpo da paisagem natural, representado por uma matriz de sólidos que abriga líquidos, gases e organismos vivos. Porém, sob o enfoque funcional agrícola, o solo constitui o ambiente natural onde se desenvolvem as plantas, atuando como elemento de suporte e de disponibilização de água, ar e nutrientes, e determinante da produtividade do sistema agrícola produtivo, em função das limitações de sua fertilidade. Em adição, o solo se constitui no regulador dos fluxos das águas que tocam a superfície da terra (Vezzani e Mielniczuk, 2009).

Nessa perspectiva, solo é um recurso natural renovável, patrimônio da coletividade, essencial à vida e à soberania da nação, independentemente de sua utilização e posse. Todavia, na escala de tempo do ser humano, o solo é apontado como um recurso natural não renovável, tendo em vista que, taxas de sua degradação, induzidas pela atividade antrópica, podem superar, em muito, as taxas naturais de renovação e reconstituição de suas propriedades. Esse aspecto justifica plena e absolutamente a legitimidade dos preceitos do conservacionismo, o qual expressa a gestão do uso dos recursos naturais ou elementos da biosfera, de modo a produzir benefícios à humanidade, mantendo suas potencialidades necessárias às futuras gerações. Enquanto o conservacionismo contempla ações de preservação, manutenção e recuperação dos recursos naturais, a conservação do solo estuda, desenvolve e apregoa ações imprescindíveis para preservar, manter e recuperar esses recursos, estabelecendo critérios para seu uso, sem o comprometimento de suas potencialidades primitivas (Denardin, 2012).

Do exposto, a agricultura conservacionista é conceituada como agricultura praticada em conformidade aos preceitos do conservacionismo e às técnicas apregoadas pela ciência da conservação do solo. É a agricultura conduzida sob a proteção de um complexo de tecnologias de caráter sistêmico, que objetiva preservar, manter e recuperar os recursos naturais ou os elementos da biosfera, mediante o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade, devidamente compatibilizados com o uso de insumos externos (Kochhann, 1992).

O complexo de processos concebidos pela agricultura conservacionista constitui a base de sustentação da agricultura, conservando o solo, a água, o ar e a biodiversidade dos agroecossistemas, bem como, prevenindo a degradação e a poluição dos sistemas do entorno. Assim, a agricultura conservacionista é entendida como agricultura eficiente e efetiva na utilização dos recursos disponíveis, e, por esta razão, é contemplada como mecanismo de transformação, de organização e de sustentação de agroecossistemas, com o objetivo de conferir competitividade ao agronegócio, atender às necessidades socioeconômicas com garantia de segurança alimentar, e manter qualidade ambiental (Denardin et al., 2012).

Analisando as ações inerentes aos conceitos de conservacionismo, conservação do solo e agricultura conservacionista, denota-se que todas têm como sujeito o homem e como agentes passivos os recursos naturais. Portanto, a adoção do conservacionismo é simplesmente o estabelecimento de relações entre o homem e os elementos da biosfera, do qual o homem viceja benefícios de natureza econômica, social e ambiental, tanto para a atual como para as futuras gerações. É a essa qualidade de relação entre o homem e os elementos da biosfera, com emergência de benefícios econômicos, sociais e ambientais à biodiversidade terrestre, que se denomina verdadeiramente

de sustentabilidade. Assim, sustentabilidade refere-se à emergência de ambiência suprema ou de bem-estar extremo à biodiversidade do Planeta, a partir do relacionamento estabelecido entre o homem e os recursos naturais ou os elementos da biosfera (D'Agostini, 2004).

As inovações e mudanças tecnológicas impostas aos sistemas agrícolas produtivos, pelas permanentes e incessantes demandas do agronegócio, incondicionalmente alicerçadas no relacionamento entre o homem e os recursos naturais, têm disponibilizado ao produtor rural um complexo de tecnologias, potencialmente eficazes em contribuir para a emergência de sustentabilidade na agricultura. Dentre essas inovações e mudanças tecnológicas, destinadas ao manejo de lavouras em pequenos estabelecimentos rurais, cultivadas com modelos de produção que integram espécies produtoras de grãos, forrageiras e/ou adubos verdes, como trigo (*Triticum aestivum*), centeio (*Secale cereale*), aveia preta (*Avena strigosa*), aveia branca (*Avena sativa* L.), milho (*Pennisetum glaucum*), capim sudão (*Sorghum sudanense*), mucuna (*Mucuna* spp.) e braquiária (*Brachiaria* spp.), associadas às culturas de tabaco (*Nicotiana tabacum*), soja (*Glycine max* L.), milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e outras espécies temporárias, destaca-se o “camalhão alto de base larga”, associado ao sistema plantio direto, ao cultivo mínimo e, até mesmo, ao preparo convencional do solo.

O “Manejo de Solo com Camalhão Alto de Base Larga” é uma tecnologia aplicada a esses modelos de produção, com foco na produção de tabaco, sendo fruto de consistentes investimentos da empresa Souza Cruz Ltda., aplicados ao longo dos últimos anos em trabalhos de pesquisa, desenvolvimento, inovação e difusão, levando-a à adoção por mais de 90% dos seus produtores integrados (Souza Cruz, 2019).

Essa tecnologia foi idealizada com o propósito de condicionar fisicamente o solo na linha de plantio, tendo como efeito esperado a otimização dos fatores implicados no desenvolvimento radicular das plantas, na sanidade e produtividade das culturas, na qualidade dos produtos colhidos, na estabilidade da produção ao longo do tempo e na minimização de perdas por erosão, tais como: relação partícula/poro inferior a 1,0; equilíbrio entre os volumes de macroporos, microporos e criptoporos, propício aos fluxos de água, ar, calor e nutrientes no solo; e baixa resistência do solo à penetração de raízes. Além desses aspectos, a macrorrugosidade imposta pelo “camalhão alto de base larga” à superfície do solo pressupõe potencial para disciplinar ou reter a água das chuvas, elevando a taxa de infiltração de água no solo e regendo o deflúvio superficial, com conseqüente redução de perdas por erosão e prevenção de contaminação e poluição dos sistemas do entorno.

O “camalhão alto de base larga” pode ser construído com: i) arado tipo aleirador borboleta de três linhas (Figura 1)¹; ii) arado tipo aleirador borboleta de uma linha; e iii) enxadas borboletas acopladas ao escarificador, todos configurados para confeccionar os camalhões com formato trapezoidal. Os camalhões são demarcados e construídos em nível e/ou em desnível. Quando em desnível, é indicado que a declividade do camalhão seja no máximo de 2%. O “Manejo de Solo com Camalhão Alto de Base Larga” é, de modo geral, realizado anualmente nos meses de: i) janeiro a maio, período propício à semeadura das plantas de cobertura de solo, com antecedência aproximada de 140 dias ao plantio do tabaco; ou ii) entre os meses de julho a outubro, antes do transplante do tabaco, sem cobertura de solo (Souza Cruz, 2019).

O “camalhão alto de base larga”, construído com qualquer um dos equipamentos citados, em geral, guarda as seguintes dimensões: largura da base maior = 0,80 m a 0,90 m; largura da base menor = 0,30 m a 0,40 m; espaçamento entre as cristas dos camalhões = 1,20 m a 1,30 m; e altura do camalhão = 0,35 m a 0,40 m. Essas dimensões definem que o canal, igualmente com formato trape-

¹ Patente Requerida

zoidal, configurado entre os camalhões construídos em terreno plano obtenha as seguintes dimensões: lado maior = 0,90 m; lado menor = 0,40 m; profundidade = 0,35 m a 0,40 m e seção = 0,2275 m² a 0,2600 m² (Souza Cruz, 2019). Todavia, as dimensões do canal variam em função da regulagem do equipamento, da velocidade da operação, do tipo de solo, da classe textural do solo, da declividade do terreno e da umidade do solo no momento da construção.



Ilustração: Gilberto Luiz Siqueira Zavarezzi

Figura 1. Arado aleirador borboleta configurado para construir três “camalhões altos de base larga”, simultaneamente.

A preservação dessas dimensões ao longo do ano agrícola, por sua vez, além do tipo de solo, da classe textural do solo e da declividade do terreno, entre outros fatores, depende da presença ou da ausência de cobertura do solo e do regime de chuvas ocorrente. Ressalta-se, no entanto, que o lado maior, a profundidade e a seção do canal configurado entre “camalhões altos de base larga” reduzem linearmente com o aumento da declividade do terreno, independentemente dos demais fatores. A Figura 2 ilustra a magnitude da variação dessas dimensões, exclusivamente em relação à variação da declividade do terreno, considerando um “camalhão alto de base larga” construído com as menores dimensões indicadas: o lado maior do canal é reduzido de 0,90 m para 0,75 m; a profundidade do canal é reduzida de 0,35 m para 0,13 m; e a seção do canal é reduzida de 0,2275 m² para 0,0897 m².

Previamente à confecção do “camalhão alto de base larga”, é indicado que o solo seja corrigido ou adubado de acordo com a interpretação dos resultados analíticos dos indicadores químicos da fertilidade do solo e escarificado de forma cruzada, para assegurar a descompactação do solo. É enfatizado que, tanto a escarificação quanto a construção do “camalhão alto de base larga” deve ser processada com umidade de solo equivalente ao ponto de friabilidade (Souza Cruz, 2019).

Se for realizada a semeadura das plantas de cobertura, esta deve ser feita à lanço, com distribuição de 70% das sementes antes da confecção dos camalhões e 30% após. Na ausência de previsão de chuva no período imediato à construção dos camalhões, é indicado que 100% das sementes sejam distribuídas antes da confecção do “camalhão alto de base larga”. O ponto ideal para o acamamento dos cereais de inverno, cultivados como plantas de cobertura sobre os camalhões, é no estágio fenológico de grão leitoso, e das gramíneas de verão, como capim sudão e milheto, quando as plantas atingirem cerca de 1,5 m de altura e/ou antes da emissão das panículas, para prevenir riscos dessas espécies se tornarem plantas daninhas na lavoura de tabaco. O acamamento dessas espécies pode ser realizado com uso de herbicida dessecante ou com uso de roçadora, rolo faca caseiro com grade de pneus ou tora de madeira acoplada ao chassi do escarificador ou com o próprio arado aleirador borboleta de três linhas, que possui essa funcionalidade. Um resumo das etapas do “Manejo de Solo com Camalhão Alto de Base Larga” é exposto na Figura 3 (Souza Cruz, 2019).

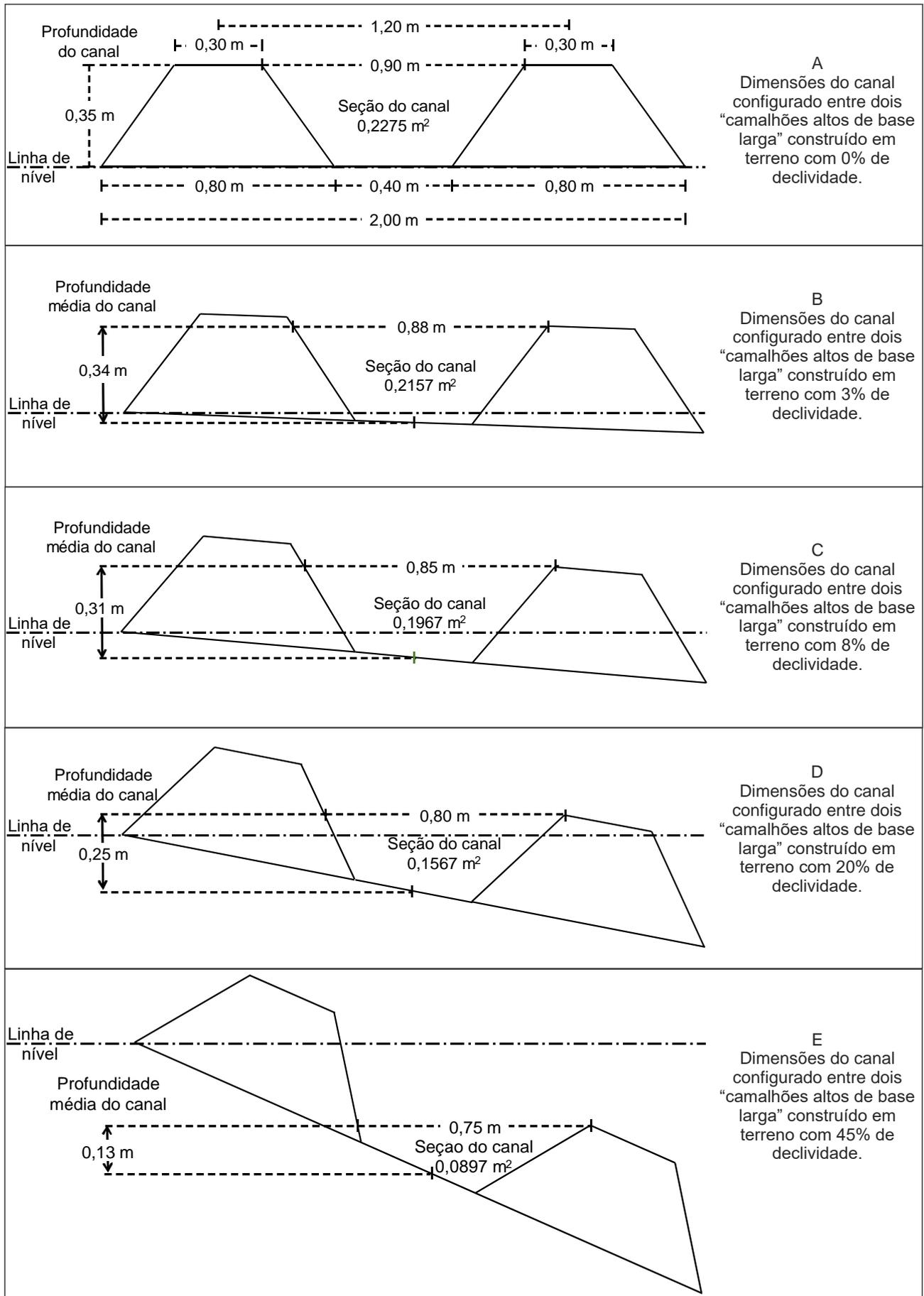


Figura 2. Demonstração da redução das dimensões do canal configurado entre dois “camalhões altos de base larga” em função da declividade do terreno.



Foto: Giovani Stefani Fae

A. Aplicação de calcário e/ou adubos para correção de indicadores químicos da fertilidade do solo.



Foto: Horácio Azevedo Bueno

B. Escarificação cruzada, em solo com umidade equivalente ao ponto de friabilidade.



Foto: Horácio Azevedo Bueno

C. "Camlhões altos de base larga" em construção com arado aleirador borboleta.



Foto: Gracioso Pignatelli Marcon

D. "Camlhões altos de base larga" recém construídos, posicionados em nível e em desnível.



Foto: Barbara Rodrigues Junqueira

E. Plantas de cobertura emergindo sobre "camalhões altos de base larga".



Foto: Horácio Azevedo Bueno

F. Acamamento das plantas de cobertura sobre "camalhões altos de base larga".



Foto: Gelson Pereira

G. Plantas de cobertura dessecadas e acamadas sobre "camalhões altos de base larga".



Foto: Gracioso Pignatelli Marcon

H. Plantas de tabaco em desenvolvimento sobre "camalhões altos de base larga".

Figura 3. Etapas da implantação do "camalhão alto de base larga" na cultura do tabaco, associado a plantas de cobertura.

Os benefícios esperados do "camalhão alto de base larga", referentes à potencialização dos fatores implicados no desempenho da cultura do tabaco, foram comprovados em trabalhos de validação

promovidos pela empresa Souza Cruz Ltda., tanto em escala experimental quanto em escala de lavoura, tais como: minimização do encharcamento do solo, menor incidência de doenças radiculares, melhoria da qualidade do produto colhido, incremento de produtividade em até 20% e maior estabilidade da produção ao longo dos anos (Souza Cruz, 2019). Contudo, quanto aos benefícios esperados da disciplina das águas das chuvas – infiltração de água no solo e deflúvio superficial controlado –, embora notórios pela macrorrugosidade que o “camalhão alto de base larga” impõe à superfície do solo, ainda não haviam sido quantificados. Em decorrência, o objetivo desse estudo foi avaliar o potencial da tecnologia “camalhão alto de base larga”, adotada em lavouras estabelecidas em diferentes tipos de solo, variadas classes de textura e classes de relevo, em conter o excedente da água de chuvas intensas, com período de retorno igual ou superior a 10 anos, e, assim ser apregoada, pela ciência da conservação do solo, como prática conservacionista de manejo de solo.

Material e Métodos

A pesquisa direcionada à validação da tecnologia “camalhão alto de base larga” como prática conservacionista de manejo de solo foi desenvolvida em nove municípios (quatro no estado do Rio Grande do Sul, três no estado de Santa Catarina e quatro no estado do Paraná) e 11 lavouras. As áreas foram selecionadas pelas equipes técnicas da empresa Souza Cruz Ltda. e do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo - Embrapa Trigo, atentando para que as lavouras estivessem: cultivadas com a associação de cereais de inverno à cultura do tabaco; estabelecidas em terrenos com declividades de 3% a 8% (relevo suave ondulado), 8% a 20% (relevo ondulado) e 20% a 45% (relevo forte ondulado); e assentadas sobre variados tipos de solo, tanto em termos taxonômicos quanto em termos granulométricos.

As ações de pesquisa, desenvolvidas em escala de campo, em cada uma das lavouras selecionadas, envolveram: mensuração da declividade do terreno; mensuração do espaçamento entre as cristas dos “camalhões altos de base larga”; mensuração da seção do canal configurado entre os “camalhões altos de base larga”; determinação da taxa básica de infiltração de água no solo no fundo do canal configurado entre os “camalhões altos de base larga”; amostragem de solo, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, com auxílio de trado tipo “calador”, com 2,54 cm de diâmetro, para a análise granulométrica do solo; e amostragem de solo, com auxílio de trado tipo “holandês”, para as análises morfológicas e físico-químicas requeridas para a classificação taxonômica dos solos.

A mensuração da seção do canal trapezoidal configurado entre os “camalhões altos de base larga” foi realizada mediante o emprego da técnica do perfilômetro de hastes, com espaçamento de 5 cm entre as hastes. A partir desses dados, foram calculados os fatores requeridos pelo modelo matemático a ser empregado para estimar o período de retorno da chuva máxima esperada, capaz de ser contida pelo canal configurado entre os camalhões (Pruski et al., 2009), quais sejam: seção do canal; profundidade, lado maior e lado menor do canal; e valor de Z (inclinação) do talude do canal.

A determinação da taxa básica de infiltração de água no solo seguiu a técnica do Infiltrômetro de Cornell (Ogden et al., 1997; Van Es & Schindelbeck, 2003), a análise granulométrica foi realizada pelo Método da Pipeta (Teixeira et al., 2017) e a classificação do solo, até o quarto nível categórico (ordem, subordem, grande grupo e subgrupo), seguiu a chave taxonômica e a metodologia descrita em Santos et al. (2018).

As mensurações da declividade do terreno e da seção do canal foram replicadas 10 vezes em cada lavoura estudada. O número de repetições da determinação da taxa de infiltração básica de água no

solo, em cada lavoura estudada, oscilou de cinco a oito, dependendo da variabilidade dos resultados obtidos por ocasião das avaliações.

Todas as determinações, exceto a seção dos canais, foram efetuadas em duas épocas ao longo do ano de 2019: a primeira, nos meses de junho e julho, período em que as lavouras se encontravam sob o cultivo das plantas de cobertura; e a segunda, nos meses de outubro e novembro, período em que as lavouras já se encontravam sob o cultivo de tabaco e iniciando as primeiras colheitas. A determinação da seção dos canais foi realizada apenas na segunda época. Os dados finais dessas mensurações, para cada lavoura avaliada, resultaram da média aritmética dos valores obtidos nas diversas repetições. Para o cálculo das médias, nenhum dado obtido foi desconsiderado.

A estimativa do período de retorno da chuva máxima esperada a ser contida pelos canais configurados entre os “camalhões altos de base larga” foi processada mediante a aplicação do software “Terraço 4.1” (Dimensionamento e manejo de sistemas de conservação de solos e drenagem de superfície), desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa - DEA-UFV (Pruski et al., 2009). As equações de chuvas intensas (Intensidade-Duração-Frequência - IDF), do software “Terraço 4.1”, para os municípios abrangidos no estudo, foram atualizadas, empregando-se aquelas ajustadas por Damé et al. (2014), Back (2013), Sampaio (2011) e disponibilizadas por Álvaro José Back, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri-SC, ajustadas a partir de séries históricas de chuvas recentes, conforme exposto no Quadro 1. A estimativa dos períodos de retorno das chuvas máximas esperadas foi processada para a capacidade plena dos canais configurados entre os “camalhões altos de base larga” construídos em nível.

Quadro 1. Equações de Intensidade-Duração-Frequência - IDF de chuvas usadas para estimar o período de retorno de chuvas intensas nos municípios envolvidos na validação do “camalhão alto de base larga”, como prática conservacionista de manejo de solo.

Município	Equação IDF	Fonte
Canguçu - RS	$I = \frac{838,44 T^{0,1341}}{(t + 9,6377)^{0,7271}}$	Damé et al. (2014)
São Lourenço do Sul - RS	$I = \frac{1.163,83 T^{0,1790}}{(t + 8,8900)^{0,7568}}$	Sampaio (2011)
Cerro Grande do Sul - RS	$I = \frac{883,73 T^{0,1427}}{(t + 8,9676)^{0,7164}}$	Damé et al. (2014)
Irineópolis - SC	$I = \frac{784,21 T^{0,1860}}{(t + 8,9560)^{0,7000}}$	Back (2013)
Mafra - SC	$I = \frac{862,35 T^{0,1920}}{(t + 8,9330)^{0,6990}}$	Back (2013)
Rio do Oeste - SC	$I = \frac{702,99 T^{0,1650}}{(t + 8,9740)^{0,7010}}$	Back (2013)
Imbituva - PR	$I = \frac{761,95 T^{0,1497}}{(t + 9,1900)^{0,7060}}$	Equação gerada por Álvaro José Back - Epagri-SC Estação pluviométrica 02450045 - período 1976-2011
Teixeira Soares - PR	$I = \frac{844,06 T^{0,1870}}{(t + 9,1900)^{0,7060}}$	Equação gerada por Álvaro José Back - Epagri-SC Estação pluviométrica 02450043 - período 1976-2011
Ipiranga - PR	$I = \frac{845,17 T^{0,1194}}{(t + 9,1900)^{0,7060}}$	Equação gerada por Álvaro José Back - Epagri-SC Estação pluviométrica 02450054 - período 1976-2011

Resultados e Discussão

A relação das localidades e dos proprietários rurais das lavouras onde o estudo foi desenvolvido, dos resultados da classificação taxonômica, da granulometria e da classe textural dos solos, bem como das declividades do terreno e das classes de relevo, encontra-se no Quadro 2.

As 11 lavouras estudadas estão assentadas em 11 tipos de solo, taxonomicamente diferentes até o quarto nível categórico, enquadrados em seis classes texturais e em três classes de relevo. Taxonomicamente, os solos variam de pouco desenvolvidos, como o Neossolo Litólico Eutrófico típico, a altamente intemperizados, como o Latossolo Vermelho Eutrófico típico (Quadro 2).

As frações granulométricas denotam teores de argila entre 114 mg/g e 556 mg/g, de silte entre 37 mg/g e 513 mg/g e de areia entre 100 mg/g e 817 mg/g (Quadro 2), com teores médios de 311 mg/g, 211 mg/g e 478 mg/g, respectivamente. A classe textural de maior frequência, em oito dos 11 solos, é a de solos francos, quais sejam: franco arenosa; franco argilo arenosa; areia franca e franco argilo siltosa (Quadro 2). Nessas classes texturais dominantes, a fração areia se destaca em relação às demais, com 574 mg/g, contrapondo à argila com 246 mg/g e ao silte com 180 mg/g. Do exposto, a granulometria da maioria dos solos avaliados revela solos frágeis à estabilidade estrutural de canais de terra, configurados entre os “camalhões altos de base larga”, no decorrer de um ano agrícola, que é, em sua maioria, o tempo de uso desses canais. Esses aspectos conferem expressiva segurança à avaliação hidrológica a que este estudo está submetido.

Quanto ao relevo, todas as três classes, suave ondulado, ondulado e forte ondulado, que atribuem aptidão ao uso agrícola, estão representadas em terrenos com declividades variando de 6% a 33% (Quadro 2).

Os modelos de produção praticados contemplam as culturas de aveia preta ou centeio, cultivadas como plantas de cobertura de solo no período de outono-inverno, precedendo a cultura de tabaco, cultivada como cultura comercial no período de primavera-verão.

As características das lavouras e dos solos estudados, expostas no Quadro 2, encerram ampla representatividade dos ambientes onde a cultura de tabaco é cultivada nos estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina e do Paraná.

Os dados, coletados e calculados, requeridos para estimar o período de retorno da chuva máxima esperada, capaz de produzir escoamento superficial represável pelo canal configurado entre “camalhões altos de base larga” construídos em nível, estão explícitos no Quadro 3.

Os espaçamentos entre os “camalhões altos de base larga”, que correspondem ao espaçamento entre as linhas de plantio da cultura de tabaco (Souza Cruz, 2019), oscilam entre 1,20 m e 1,30 m, com média de 1,27 m, situando-se perfeitamente entre os limites da amplitude das dimensões preconizadas por esta tecnologia (Quadro 3). A homogeneidade e precisão desse parâmetro, certamente resultam do uso do arado aleirador equipado com enxadas borboleta ou com o uso das enxadas borboletas acopladas ao chassi do escarificador, com correto ajuste no espaçamento entre as enxadas borboleta, em conformidade com o que apregoa a tecnologia “camalhão alto de base larga” (Souza Cruz, 2019).

Quadro 2. Proprietários rurais, localidades e caracterização das lavouras estudadas com o objetivo de validar o “camalhão alto de base larga” como prática conservacionista de manejo de solo.

Localidade	Produtor rural	Solo	Granulometria			Declividade do terreno (%)	Classe de relevo
			Argila (mg/g)	Silte (mg/g)	Areia (mg/g)		
Canguçu RS	Cristiano Radtke	Argissolo Bruno-Acinzentado Aluminico típico	163	167	670	6	Suave ondulado
São Lourenço do Sul RS	Beatriz Griesbach	Neossolo Regolítico Distro-úmbrico típico	149	184	667	16	Ondulado
Cerro Grande do Sul RS	Marcelo Delski	Neossolo Regolítico Distrófico típico	114	117	769	27	Forte ondulado
Irineópolis SC	Natalino Koning	Latossolo Vermelho Eutrófico típico	556	194	250	6	Suave ondulado
Maíra SC	Edinei Pagani	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico	313	107	580	27	Forte ondulado
Rio do Oeste SC	Laércio Celestino Adami	Latossolo Vermelho Distrófico típico	402	106	492	15	Ondulado
Imbituva PR	Adão Czanovski	Cambissolo Háptico Distrófico típico	387	513	100	33	Forte ondulado
Teixeira Soares PR	Miguel Dambroski	Latossolo Bruno Distrófico típico	487	235	278	7	Suave ondulado
		Neossolo Litólico Eutrófico típico	413	450	137	13	Ondulado
		Cambissolo Háptico Eutrófico típico	291	209	500	13	Ondulado
Ipiranga PR	Gerardo Adilson da Silva	Cambissolo Háptico Alítico típico	146	37	817	26	Forte ondulado

Quadro 3. Proprietários rurais, localidades e caracterização das lavouras estudadas e dos canais ados entre “camalhões altos de base larga”, com o objetivo de validar o “camalhão alto de base larga” como prática conservacionista de manejo de solo.

Localidade	Solo	Declividade do terreno (%)	Espaço entre camalhões (m)	Seção do canal (m ²)	Profundidade do canal (m)	Largura do canal		Valor Z do talude	Taxa básica de infiltração (mm/h)	Período de retorno (anos)
						Maior (m)	Menor (m)			
Canguçu RS	Argissolo Bruno-Acinzentado Aluminico típico	6	1,27	0,1123	0,20	0,93	0,17	1,86	21	1.664
São Lourenço do Sul RS	Neossolo Regolítico Distrito-úmbrico típico	16	1,30	0,1001	0,22	0,76	0,15	1,39	48	259
Cerro Grande do Sul RS	Neossolo Regolítico Distrófico típico	27	1,27	0,1129	0,24	0,77	0,17	1,25	588	>10.000
Irineópolis SC	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico	27	1,27	0,1129	0,24	0,77	0,17	1,25	36	1.854
Matra SC	Latossolo Vermelho Eutrófico típico	6	1,25	0,1206	0,23	0,88	0,17	1,54	113	6.309
Rio do Oeste SC	Latossolo Vermelho Distrófico típico	15	1,27	0,1101	0,22	0,82	0,18	1,45	41	253
Imbituva PR	Cambissolo Háptico Distrófico típico	33	1,30	0,1058	0,21	0,84	0,17	1,60	70	6.379
Teixeira Soares PR	Latossolo Bruno Distrófico típico	7	1,27	0,1117	0,20	0,88	0,24	1,60	259	>10.000
	Neossolo Litólico Eutrófico típico	13	1,28	0,1041	0,21	0,84	0,15	1,64	79	1.254
	Cambissolo Háptico Eutrófico típico	13	1,28	0,1041	0,21	0,84	0,15	1,64	238	>10.000
Ipiranga PR	Cambissolo Háptico Alítico típico	26	1,20	0,1340	0,28	0,83	0,13	1,26	32	>10.000

As seções dos canais formados entre os “camalhões altos de base larga” oscilam de 0,1001 m², no terreno com 21% de declividade, a 0,1340 m², no terreno com 26% de declividade, tendo em média 0,1117 m² (Quadro 3). Denota-se que os canais de menor e maior seção ocorrem no relevo forte ondulado. Essa variação das seções dos canais, avaliadas aos nove meses após a implantação dos “camalhões altos de base larga”, está inserida na amplitude das seções de canais configurados entre “camalhões altos de base larga”, construídos, com as menores dimensões preconizadas por esta tecnologia, em terrenos com 20% a 45% de declividade, as quais oscilam de 0,1567 m² a 0,0897 m², respectivamente (Figura 2). Todavia, é relevante ressaltar que essa comparação relaciona seções de canais de terra, nove meses após a construção, com seções de canais teoricamente esperadas no ato da construção.

As dimensões do lado maior dos canais configurados entre os “camalhões altos de base larga”, que variam linearmente com a declividade do terreno (Figura 2), oscilam de 0,93 m, no terreno com 6% de declividade, a 0,76 m, no terreno com 21% de declividade, tendo em média 0,83 m (Quadro 3). Considerando a construção de “camalhões altos de base larga” com as menores dimensões preconizadas pela tecnologia em avaliação, o lado maior do canal oscila de 0,90 m, em terreno plano, a 0,75 m, em terreno com declividade de 45%. Portanto, as dimensões do lado maior dos canais configurados entre os “camalhões altos de base larga” estão situadas na faixa de variação preconizada por esta tecnologia (Figura 2 e Quadro 3).

De modo similar às dimensões do lado maior dos canais configurados entre os “camalhões altos de base larga”, as dimensões da profundidade desses canais também são linearmente correlacionadas com a declividade do terreno, mas, ao mesmo tempo, são dependentes de assoreamento, passível de ocorrer ao longo do ano agrícola. Contudo, mesmo diante desses condicionantes, as dimensões da profundidade dos canais configurados entre os “camalhões altos de base larga” oscilam de 0,28 m, no terreno com 26% de declividade, a 0,20 m, no terreno com 6% de declividade, tendo em média 0,22 m (Quadro 3), mantendo-se precisamente situadas entre os limites da amplitude preconizada pela tecnologia em avaliação.

As dimensões do lado menor dos canais configurados entre os “camalhões altos de base larga”, por sua vez, variam de 0,13 m, no terreno com 26% de declividade, a 0,24 m, no terreno com 7% de declividade, tendo em média 0,17 m (Quadro 3). Todas as dimensões do lado menor dos canais avaliados são inferiores a 0,40 m, a qual é determinada pelos equipamentos utilizados para a confecção das obras, no momento da construção dos “camalhões altos de base larga”, independentemente da declividade do terreno (Figura 2). O fato é que, em canais de terra, o lado menor e, por consequência, a inclinação do talude (Z), e, em parte, a profundidade e a seção dos canais, estão sujeitos a alterações após a instalação da obra, com ênfase quando a mesma é efetuada em solo solto, sem compactação e com textura, predominantemente arenosa. As alterações dessas dimensões em canais de terra são inerentes ao desmoronamento das paredes dos camalhões, principalmente no período imediato à construção, quando as plantas destinadas à cobertura de solo se encontram no estágio inicial de desenvolvimento (Figura 3, imagens C, D e E) ou na ausência de plantas de cobertura. Todavia, as alterações das dimensões do lado menor e do valor de Z dos canais, avaliadas aos nove meses após a implantação dos camalhões, embora contribuam parcialmente para a redução da profundidade e da seção dos canais, mantiveram as profundidades e, fundamentalmente, as seções dos canais inseridas na amplitude preconizada pela tecnologia “camalhão alto de base larga”.

Assim, a comparação entre as dimensões dos canais avaliados e àquelas teoricamente esperadas no ato da construção dos “camalhões altos de base larga”, infere que a tecnologia “camalhão alto de

base larga”, aplicada ao cultivo da cultura de tabaco, está sendo fielmente adotada, com dimensões enquadradas nos padrões preconizados por esta tecnologia.

As taxas de infiltração de água no solo, nos canais configurados entre os “camalhões altos de base larga”, oscilam de 21 mm/h, no Argissolo Bruno-Acinzentado Alumínico típico, de textura franco arenosa, a 588 mm/h, no Neossolo Regolítico Distrófico típico, de textura igualmente franco arenosa. As taxas de infiltração de água no solo não revelam relações com os teores de argila, silte e areia e nem, de forma direta, com a taxonomia dos solos. Contudo, em razão do manejo das lavouras avaliadas ser relativamente homogêneo, constituído por escarificação anual do solo, seguida pela construção dos “camalhões altos de base larga” e cultivado com cereais de inverno, como plantas de cobertura de solo, e com tabaco, como cultura comercial, a diferenciação entre as taxas de infiltração de água no solo deve, de algum modo, estar associada a condicionantes relativos à taxonomia dos solos, em escala de ordem, subordem, grande grupo e subgrupo.

As baixas taxas de infiltração de água nos Argissolos de Canguçu, RS, e Cerro Grande do Sul, RS, com 21 mm/h e 36 mm/h, respectivamente, possivelmente decorrem do fato do solo, no fundo do canal, onde foi avaliada a taxa de infiltração, já estar próximo ou pertencer ao horizonte B textural, que é reconhecido como de baixa permeabilidade (Santos et al., 2018).

A extraordinária diferença entre as taxas de infiltração de água nos Neossolos Regolíticos de São Lourenço do Sul, RS, e Cerro Grande do Sul, RS, de 48 mm/h para 588 mm/h, respectivamente, provavelmente esteja associada à profundidade e/ou ao nível de alteração do horizonte C, que embora não tenha sido avaliado, infere-se ser mais alterado e/ou mais profundo no Neossolo Regolítico de Cerro Grande do Sul, RS. A taxa de infiltração de água no Neossolo Litólico, de Teixeira Soares, PR, com 79 mm/h, situada entre as taxas de infiltração dos Neossolos Regolíticos de São Lourenço do Sul, RS, e Cerro Grande do Sul, RS, é provável que esteja associada à presença de horizonte R formado por rocha em certo grau de alteração.

A grande diferença entre as taxas de infiltração de água do Latossolo Vermelho Distrófico típico, de Mafra, SC, e do Latossolo Vermelho Eutrófico típico, de Irineópolis, SC, de 41 mm/h para 113 mm/h, respectivamente, pode ser creditada ao maior teor de matéria orgânica do solo e, conseqüentemente estrutura de solo mais desenvolvida no Latossolo Vermelho Eutrófico típico, de Irineópolis, SC. Já a diferença entre as taxas de infiltração de água desses dois Latossolos e do Latossolo Bruno Distrófico típico, de Imbituva, PR, com 259 mm/h, certamente reside na qualidade estrutural do solo, que é naturalmente mais porosa e mais estável nos Latossolos Brunos (Santos et al., 2018).

A diferenciação entre as taxas de infiltração de água no Cambissolo Háplico Distrófico, de Rio do Oeste, SC, com 70 mm/h, e no Cambissolo Háplico Alítico, de Ipiranga, PR, com 32 mm/h, pode estar relacionada ao grau de desenvolvimento do horizonte B, sendo mais incipiente no Cambissolo de Ipiranga, PR. Entretanto, a avantajada diferença entre as taxas de infiltração de água desses dois Cambissolos e o Cambissolo Háplico Eutrófico, de Teixeira Soares, PR, que é de 238 mm/h, possivelmente seja resultante da qualidade estrutural do solo, que no Cambissolo Eutrófico é mais estável e mais porosa (Santos et al., 2018).

Os períodos de retorno das chuvas intensas estimadas, com potencial para produzir escoamento superficial, diante das características dos canais configurados entre os “camalhões altos de base larga”, da declividade do terreno e da taxa de infiltração de água no solo, e ser contido nesses canais, oscilam de 253 anos a mais de 10.000 anos. No dimensionamento de obras hidráulicas aplicadas à agricultura, como terraços agrícolas, se lança mão de chuvas intensas com período de retorno entre 5 anos e 10 anos (Back, 2013). Para o dimensionamento de vertedouros de represas de água, em

estabelecimentos rurais, o período de retorno empregado, dificilmente é superior a 20 anos (Back, 2013). Em projetos de contenção de cheias, como barragens, em que acidentes colocam em risco vidas humanas, é comum adotar períodos de retorno de 1.000 anos a 10.000 anos (Back, 2013). Nesse cenário, a tecnologia “camalhão alto de base larga”, ao gerar canais com capacidade para reter o escoamento superficial gerado por chuvas intensas com períodos de retorno igual ou superiores a 253 anos e, até mesmo, superiores a 10.000 anos, indubitavelmente é validada e considerada, eleita e julgada como prática conservacionista a ser apregoada pela ciência da conservação do solo.

A validação hidrológica da tecnologia “camalhão alto de base larga” assume ainda maior robustez, como prática conservacionista, ao se simular sua aplicação em uma condição extrema de terra destinada ao uso agrícola, caracterizada por relevo forte ondulado, com 45% de declividade, e pelas dimensões expressas na Figura 2E, associadas à taxa de infiltração de água no solo de 21 mm/h, equivalente a menor taxa registrada nas 11 lavouras avaliadas, e à equação IDF do município de Mafra, SC, que estima as chuvas mais intensas daqueles municípios estudados. O tempo de retorno da chuva máxima esperada, com potencial para produzir deflúvio superficial a ser contido pelo canal configurado entre os “camalhões altos de base larga”, estabelecidos nessas condições, é de 147 anos. Não obstante, é também possível inferir dessa simulação que os canais configurados entre os “camalhões altos de base larga”, construídos nessas condições, são eficazes para conter o deflúvio superficial de chuvas com período de retorno de 10 anos, caso a taxa de infiltração de água no solo seja de apenas 1,8 mm/h.

Do exposto, é possível afirmar que o “Manejo de Solo com Camalhão Alto de Base Larga” é qualificado como prática conservacionista robusta, complexa e segura na prevenção de erosão hídrica e na manutenção dos indicadores químicos da fertilidade do solo em nível de suficiência. Em decorrência, suas características e propriedades, ao contornarem as limitações de risco à erosão hídrica e ao satisfazerem as limitações de fertilidade do solo, atendem os critérios impostos pelo Grupo A, do Sistema de Classificação de Capacidade de Uso do Solo (Lepsch et al., 1991), facultando o cultivo de espécies anuais, em limitadas extensões de terra, na Classe IV, até mesmo com relevo forte ondulado, na ausência de limitações por excesso de água e de ordem climática. Essa afirmativa se sustenta no fato de que os sistemas de classificação utilitária das terras são processos interpretativos de caráter efêmero, passíveis de alteração com a evolução das tecnologias (Ramalho-Filho & Beek, 1995).

A aplicação da tecnologia “Manejo de Solo com Camalhão Alto de Base Larga” no cultivo de tabaco, ao otimizar fatores implicados na prevenção da erosão hídrica, na melhoria da fertilidade do solo, no desenvolvimento e na sanidade das plantas, na produtividade do sistema de produção ao qual está inserido, na qualidade do produto colhido e na estabilidade da produção e renda do produtor rural, reúne aptidão e potencial para imprimir caráter de sustentabilidade à agricultura praticada em estratos fundiários de pequenas dimensões, localizados, em expressiva proporção, em terras de relevo acidentado.

Conclusão

A tecnologia “Manejo de Solo com Camalhão Alto de Base Larga”, adotada em lavouras estabelecidas em solos de diferentes taxonomias, variadas classes de textura e classes de relevo se apresenta com capacidade para conter o excedente da água de chuvas intensas, com período de retorno superior a 10 anos, podendo assim ser apregoada, pela ciência da conservação do solo, como prática conservacionista de manejo de solo.

Referências

BACK, A. J. Chuvas intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem para o Estado de Santa Catarina (com programa hidrochuSC para cálculos). Florianópolis. Epagri. 2013. 193p.

D'AGOSTINI, L. R. Çal do saber sem sabor. Florianópolis. Ed. Do autor, 2004. 96p.

DAMÉ, R. de C. F.; TEIXEIRA-GANDRA, C. F. A.; VILLELA, F. A.; SANTOS, J. P. dos; WINKLER, A. S. Analysis of the relationship intensity, duration, frequency of disaggregated daily rainfall in southern Rio Grande do Sul, Brazil. **Engenharia Agrícola**, v. 34. n. 4. p. 660-670, July/Aug. 2014. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162014000400006>

DENARDIN, J. E. Solo: constituição e degradação. In: MARCANTÔNIO, G. (org.). Solos e irrigação. Porto Alegre. UFRGS / FEDERACITE, 1992. p.13-28.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FAGANELLO, A.; SANTI, A.; DENARDIN, N. D.; WIETHÖLTER, S. Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 15 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 141). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do141.htm>. Acesso em: 16 Jul. 2020.

KOCHHANN, R. A. Sistema de manejo do solo. In: MARCANTÔNIO, G. (org.). Solos e irrigação. Porto Alegre: UFRGS / FEDERACITE, 1992. p. 52-53.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4 aprox., 2 imp. rev. Campinas: SBCS, 1991, 175p.

OGDEN, C. B.; VAN ES, H. M.; SCHINDELBECK, R. R. Miniature rain simulator for field measurement of soil infiltration. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, n. 4, p.1041-1043, July 1997. Doi: <https://doi.org/10.2136/sssaj1997.03615995006100040008x>.

PRUSKI, F. F.; MOREIRA, G. T. G.; SILVA, J. M. A. da; FERREIRA, C. de P.; MOREIRA, M. C. de O.; GRIEBELER, N. P.; ANDRADE, M. V. A.; TEIXEIRA, A. de F. **Terraço 4.1**: práticas mecânicas para a conservação do solo e água em áreas agrícolas. Viçosa: AEAGRI-MG, 2009. 88p.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995. 65p.

SAMPAIO, M. V. **Determinação e espacialização das equações de chuvas intensas em bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul**. 2011. (Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Santa Maria, 2011.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SOUZA CRUZ. Recomendações técnicas para a cultura dos tabacos estufa e galpão. Safra 2019. Não publicado e disponível internamente para colaboradores da Souza Cruz. (Pacote Tecnológico).

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed. Téc.). **Manual de métodos de análises de solo**. 3. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

VAN ES, H. M.; SCHINDELBECK, R. **Field procedures and data analysis for the cornell sprinkle infiltrometer**. Ithaca, NY: Cornell University, Department of Crop and Soil Sciences Series R03-01, 2003. 8 p.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 743-755, July/Aug. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000400001>.



Apoio

