



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

CLEIDIMAR GERSONE STEINKE

**DIMENSIONAMENTO DE TERRAÇOS PARA SISTEMA PLANTIO DIRETO
NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DA REGIÃO MISSIONEIRA DO RIO
GRANDE DO SUL**

CERRO LARGO

2019

CLEIDIMAR GERSONE STEINKE

**DIMENSIONAMENTO DE TERRAÇOS PARA SISTEMA PLANTIO DIRETO
NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DA REGIÃO MISSIONEIRA DO RIO
GRANDE DO SUL**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau de
Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser

CERRO LARGO

2019

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Steinke, Cleidimar Gersone

Dimensionamento de terraços para Sistema Plantio Direto nas condições edafoclimáticas da Região Missioneira do Rio Grande do Sul / Cleidimar Gersone Steinke. -- 2019.

53 f.:il.

Orientador: Doutor Douglas Rodrigo Kaiser.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia, Cerro Largo, RS , 2019.

1. Conservação do solo. 2. Manejo do solo. 3. Terraceamento. I. Kaiser, Douglas Rodrigo, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

CLEIDIMAR GERSONE STEINKE

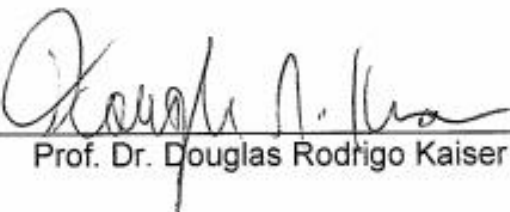
**DIMENSIONAMENTO DE TERRAÇOS PARA SISTEMA PLANTIO DIRETO
NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DA REGIÃO MISSIONEIRA DO RIO
GRANDE DO SUL**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
03/12/2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser – UFFS



Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira – UFFS



Prof. Dr. Mario Sergio Wolski – UFFS

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela oportunidade e proteção. Aos meus pais Clairton e Gladis por todo apoio incondicional nestes 5 anos. Aos meus irmãos Cleverton e Welligton, aos demais familiares e amigos pela ajuda e suporte neste período. Ao Professor Douglas Rodrigo Kaiser pela orientação e ensinamento no projeto de pesquisa e na elaboração deste trabalho, bem como aos demais professores por todo conhecimento repassado na graduação. Aos colegas de curso pela amizade e colaboração em especial ao Maicon e Juliana pelo suporte no período de estágio. A todos vocês, muito obrigado!

RESUMO

Na agricultura, seja no âmbito mundial, nacional ou regional, a degradação do solo é responsável pela redução da produtividade média e produção total de alimentos. Na região das Missões do Rio Grande do Sul, a agricultura é predominantemente cerealista e o manejo que o produtor rural adota muitas vezes é insuficiente na produção de palhada e na alternância de culturas, conseqüentemente acarretando problemas de erosão do solo, sendo necessário então, além da melhoria na utilização do Sistema Plantio Direto (SPD), adotar práticas conservacionistas complementares, como a utilização de terraços. Tendo em vista isso, o presente trabalho elaborou o dimensionamento de terraços para SPD pelo método de Capacidade de armazenamento do canal com capacidades de 1500 e 1800 l m⁻¹ e pelo método de Lombardi Neto, para a cultura da soja em solos de alta e moderada resistência à erosão, em relação as condições da região das Missões do Rio Grande do Sul para solos com diferentes declividades e taxas de infiltração estável de água utilizando o software Terraço 4.1. Os dois métodos apresentam padrões de resultados diferentes com relação aos espaçamentos horizontais, verticais e altura dos terraços, porém a utilização de tais resultados no dimensionamento de terraços para a região das Missões do Rio Grande do Sul pode favorecer a produtividade das culturas de interesse, por reduzir as perdas de água, conseqüentemente aumentando sua infiltração e reduzindo problemas de erosão.

Palavras-chave: Conservação do solo; Manejo do solo; terraceamento.

ABSTRACT

In agriculture, whether global, national or regional, soil degradation is responsible for reducing average productivity and total food production. In the Missões region of Rio Grande do Sul, agriculture is predominantly crop production and the management that the farmers adopts is often insufficient in the production of straw and crop alternation, consequently causing problems of soil erosion improving the use of the No-Till System, adopting complementary conservation practices, such as the use of terraces. So, the present work elaborated the sizing of terraces for No-Till System by the Channel storage capacity method with capacities of 1500 and 1800 l m⁻¹ and by the Lombardi Neto method for soybean cultivation in high and moderate soils erosion resistance in relation to the conditions of the Missões region of Rio Grande do Sul for soils with different slope and stable water infiltration rates using the Terrace 4.1 software. Both methods present different result patterns with respect to horizontal, vertical spacing and height of terraces, but the use of such results in the terraces sizing for the Missões region of Rio Grande do Sul may favor the yield of the crops of interest and reduce water losses, improving the water infiltration and reducing soil erosion problems.

Keyword: Soil conservation; Soil management; Terracing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Erosão hídrica em uma área de pouso outonal e revolvimento do solo. .	17
Figura 2 - Solo adensado pelo tráfego intenso de máquinas agrícolas em condições elevadas de umidade.	19
Figura 3 - Terraços em nível construídos em uma área no Rio Grande do Sul.....	24
Figura 4 - Terraços em desnível, para escoamento seguro da água até os canais escoadouros.....	24
Figura 5 - Modo de construção dos terraços tipo Nichols (acima) e tipo Mngum (abaixo).	25
Figura 6 - Faixa de movimentação de solo de terraços de base larga (acima) base média (meio) e base estreita (abaixo).	26
Figura 7 - Terraços do tipo comum, majoritariamente utilizados na agricultura brasileira.....	27
Figura 8 - Terraços em patamar, utilizado para cultivo de arroz no Oriente.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lâmina de escoamento superficial (LES) para diferentes taxas de infiltração de água no solo (TIE) nas condições edafoclimáticas da região das Missões do Rio Grande do Sul.....	34
Tabela 2 – Comparativo de espaçamentos verticais e horizontais, altura teórica e altura real do terraço em solos com TIE 30 e declividade de 5%, para os diferentes métodos utilizados.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Índice “k” para grupos de solos com diferentes resistências à erosão. ...	30
Quadro 2 - Equivalências entre os tipos de solos utilizados por Lombardi Neto et al (1994), em relação ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, em primeiro nível categórico.	31
Quadro 3 – Índice “u” para diferentes culturas.	31
Quadro 4 – Índice “m” para diferentes grupos de preparo do solo.	32
Quadro 5 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 10 a 50 mm h ⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Capacidade de armazenamento do canal utilizando a capacidade de 1500 l m ⁻¹	35
Quadro 6 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 60 a 100 mm h ⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Capacidade de armazenamento do canal utilizando a capacidade de 1500 l m ⁻¹	36
Quadro 7 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 10 a 50 mm h ⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Capacidade de armazenamento do canal utilizando a capacidade de 1800 l m ⁻¹	37
Quadro 8 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 60 a 100 mm h ⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Capacidade de armazenamento do canal utilizando a capacidade de 1800 l m ⁻¹	38
Quadro 9 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 10 a 50 mm h ⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Lombardi Neto, para a cultura da soja e solos de alta resistência à erosão.	40
Quadro 10 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 60 a 100 mm h ⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Lombardi Neto, para a cultura da soja e solos de alta resistência à erosão.	41
Quadro 11 – Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE)	

de 10 a 50 mm h⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Lombardi Neto, para a cultura da soja e solos de moderada resistência à erosão.....42

Quadro 12 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 60 a 100 mm h⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Lombardi Neto, para a cultura da soja e solos de moderada resistência à erosão.....43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVO GERAL	14
1.1.1	Objetivos específicos	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	PROBLEMAS DE DEGRADAÇÃO FÍSICA DO SOLO	15
2.1.1	A região Missioneira e os problemas degradativos	15
2.1.2	Erosão hídrica	16
2.1.3	Compactação do solo	18
2.2	SISTEMA DE MANEJO DO SOLO	20
2.2.1	Sistema Plantio Direto	21
2.2.2	Práticas conservacionistas complementares	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1	CARACTERIZAÇÃO EDAFOCLIMÁTICA DA REGIÃO	29
3.2	DIMENSIONAMENTO DE TERRAÇOS	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DE CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DO CANAL	35
4.1.1	Dimensionamento para capacidade do canal de 1500 l m⁻¹	35
4.1.2	Dimensionamento para capacidade do canal de 1800 l m⁻¹	37
4.2	DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DE LOMBARDI NETO	40
4.2.1	Dimensionamento para a cultura da soja, em solos de alta resistência a erosão	40
4.2.2	Dimensionamento para cultura da soja, em solos de moderada resistência à erosão	42
5	CONCLUSÕES	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural fundamental para a vida, podendo ser considerado um recurso limitado, sendo utilizado como o principal meio de produção de alimentos, sustentação de edificações além de possuir grande parte da biodiversidade mundial.

Salienta-se que dada a magnitude da importância do solo, o mesmo deveria possuir uma maior atenção no que se refere a sua conservação. Estudos da FAO (2015), relacionado sobre as condições do solo, constatam que 25 a 33% dos solos do mundo estão degradados, sendo a erosão, o desequilíbrio nutricional, a perda de carbono orgânico do solo (COS), a acidificação, a compactação e a perda da biodiversidade os principais responsáveis por essa degradação.

Na região das Missões do Rio Grande do Sul, os principais problemas da degradação do solo são a erosão hídrica (COREDE MISSÕES, 200-?) e a compactação (FIORIN; SCHNELL; RUEDELL, 2007).

A erosão hídrica é ocasionada principalmente pelo salpicamento do solo ocasionado pelo impacto direto das gotas de chuva. As partículas de solo que sofrem esta ação acabam fechando os poros da superfície e assim diminuindo a infiltração de água no perfil. Com isso inicia-se o escoamento superficial da água que acaba carregando o solo para as partes mais baixas do relevo.

Comumente muitos produtores removem os terraços para adequar o terreno aos implementos agrícolas e não os implementos ao terreno, o que gera, associado aos problemas de compactação e baixos níveis de cobertura do solo, o favorecimento do escoamento da água, formando erosão laminar e em sulcos, podendo com o passar dos anos, acarretar em problemas com voçorocas.

A agricultura praticada na região Missioneira possui diversos traços de despreocupação em relação a conservação do solo. Isso ocorre, pois, os produtores adotam práticas de manejo que prejudicam a estabilidade do solo como o cultivo convencional, uso de apenas soja com períodos de pousio no inverno ou o binômio soja-trigo, além de produtores que, para otimizar sua área utilizam a mesma, no inverno, para produção de pastagem, substituindo as vezes no verão, a soja por milho safra e safrinha que são destinados a produção de silagem.

A maior parte dos solos com aptidão para a agricultura desta região são mais argilosos e isso associado ao manejo adotado, no qual ocorre o revolvimento de

camadas superficiais e o baixo aporte de palhada além da utilização das áreas no inverno para implantação de pastagens ou deixadas de pousio, resultam em aproximadamente 70% das áreas com níveis críticos de densidade do solo em camadas abaixo de 10 cm e de 36% em camadas superficiais, afetando assim, o acesso do sistema radicular à camadas mais profundas do solo em busca de nutrientes e água (FIORIN; SCHNELL; RUEDELL, 2007).

Sendo assim, é necessário adotar sistemas alternativos ao cultivo convencional de produção agrícola. O sistema plantio direto (SPD) é uma forma de manejo que visa melhorar as condições de conservação do solo e água e com isso reduzir custos de produção aumentando o lucro na atividade agrícola.

Entretanto para o bom funcionamento do SPD, é necessário fazer rotações de culturas para diversificação de sistemas radiculares e aporte suficiente de biomassa através da utilização de plantas de cobertura do solo. Isto é possível utilizando cultivos consorciados ou solteiros de inverno ou verão, mantendo o solo sempre com uma cultura em desenvolvimento (CASALI, 2016).

Porém, os conceitos básicos do SPD não estão sendo utilizados na região Missioneira, visto que os agricultores fazem apenas a semeadura na palha o que ocasiona o retorno de problemas recorrentes no cultivo convencional.

Além disso, o SPD pode necessitar de práticas conservacionistas complementares, como o terraceamento. Os terraços reduzem a velocidade de escoamento da água, diminuindo assim a erosão hídrica e aumentando a infiltração da água no solo.

Os terraços podem ser definidos como estruturas transversais ao declive, que visam reduzir a velocidade de escoamento da água da chuva bem como aumentar a infiltração da mesma ou ainda permitir o escoamento, porém com velocidade reduzida, para áreas com solo coberto e estável (RESCK, 2002).

Um terraço pode ser classificado conforme sua estrutura, finalidade ou sentido do deslocamento do solo na sua construção. Estruturalmente ele pode ser definido em base estreita, média e larga ou em patamar, servindo para drenagem e/ou absorção da água, podendo ser construído movendo o solo de cima para baixo ou alternando de baixo para cima e de cima para baixo.

Tendo em vista isso, o presente trabalho visa fazer o dimensionamento de terraços pelo método de Lombardi Neto e Capacidade de armazenamento do canal, para a região das Missioneiras em áreas com o uso do SPD.

1.1 OBJETIVO GERAL

Dimensionar terraços em nível de base larga tipo Mangum para SPD sob diferentes métodos, com base nas condições edafoclimáticas da região das Missões do Rio Grande do Sul utilizando o *software* “Terraços 4.1”.

1.1.1 Objetivos específicos

1. Elaborar uma tabela de lâmina de escoamento superficial para diferentes taxas de infiltração de água.
2. Elaborar tabela de dimensionamento de terraços para diferentes declividades e taxas de infiltração de água no solo pelo método de capacidade de armazenamento do canal, com capacidades de 1500 e 1800 l m⁻¹.
3. Elaborar tabela de dimensionamento de terraços para diferentes declividades e taxas de infiltração de água no solo pelo método Lombardi Neto, para a cultura da soja, em diferentes grupos de resistência do solo à erosão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PROBLEMAS DE DEGRADAÇÃO FÍSICA DO SOLO

Os solos são recursos naturais importantes para o funcionamento da vida terrestre, mas os mesmos não são conservados como deveriam. A utilização dos solos pelos seres humanos o está levando a níveis considerados críticos com problemas como desequilíbrio de nutrientes, acidificação do solo, perda de biodiversidade do solo, compactação e erosão (FAO, 2015). O comprometimento principalmente de solos agriculturáveis acaba por afetar a distribuição de alimentos e agravando problemas com fome e pobreza. Logo, práticas sustentáveis com inclusão de políticas de gestão adequadas poderão garantir o desenvolvimento de nações à longo prazo.

A degradação do solo está sendo intensificada nos últimos anos devido ao manejo incorreto do mesmo, pois com o uso intensivo do solo para o cultivo agrícola, reduz-se a cobertura vegetal, a matéria orgânica, favorecendo assim a degradação do solo com a erosão e compactação, conseqüentemente reduzindo a produtividade (ARGENTON et al, 2005).

A degradação física do solo faz com que as propriedades do mesmo se tornem desfavoráveis ao desenvolvimento das plantas, sendo então necessário utilizar sistemas de manejo que ofereçam aportes contínuos de palhada e proteção solo visando melhoria na sua estrutura (STEFANOSKI et al, 2013).

2.1.1 A região Missioneira e os problemas degradativos

A região das Missões do Rio Grande do Sul possui sua economia baseada no setor agrícola, predominantemente de agricultura familiar, sendo que 84% dos seus estabelecimentos são de pequenas propriedades, ou seja, menor que 50 hectares, tendo como principais produtos agrícolas a soja, o milho e o trigo (HAAS, 2008).

Como a agricultura predominante se baseia no cultivo da soja no verão com áreas de pousio ou pastagens no inverno, a região apresenta resultados preocupantes referentes a condição física do solo, com níveis críticos de adensamento na camada até 14 cm, visto o histórico de preparo do solo utilizado no cultivo convencional e

atualmente pelo intenso tráfego de máquinas no plantio direto (FIORIN; SCHNELL; RUEDELL, 2007).

Apesar de possuir uma agricultura bem mecanizada e utilizar insumos químicos, a região sofre com problemas ambientais referentes a contaminação da água e do solo, desmatamento nas margens de rios, assoreamento dos corpos d'água e erosão das camadas superficiais do solo (COREDE MISSÕES, 200-?).

2.1.2 Erosão hídrica

A erosão hídrica é um processo mecânico que consiste na desagregação do solo, no qual as partículas são transportadas para um espaço geograficamente diferente do original, sendo um processo natural causado pela água da chuva e que possui diversos fatores de favorecimento (Fig. 1). A cobertura ou não da superfície por restos vegetais, tipo de solo, declividade, intensidade da chuva são os principais elementos que definirão a intensidade da erosão do solo. A erosão hídrica é um processo que envolve energia, ou seja, a energia que a chuva possui e a energia decorrente do escoamento da água que poderá ocasionar a desagregação do solo. A energia cinética da água da chuva, quando em contato direto com o solo, dependendo de sua intensidade, poderá desagrega-lo e ocasiona o início do processo erosivo (CASSOL et al, 2008).

A desagregação do solo causado pelo contato direto da água da chuva com o mesmo, ocasiona o salpicamento (*splash*) das partículas, no qual estas irão entupir os microporos da superfície e ocasionar o selamento superficial, diminuindo assim a infiltração da água e aumentando o escoamento (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2012).

A energia gerada pelo escoamento da água no sulco formado pela erosão também pode desagregar as partículas, dependendo de fatores do solo, intensidade de chuva, declividade, entre outros. Nos solos de textura mais argilosa, por possuírem densidade maior, o escoamento superficial ocorre mais rapidamente e com volume maior se comparado com solos de textura menos argilosa (CUNHA et al, 2016).

No entanto, mesmo com intensidades menores de chuva, relevos mais acentuados podem ser mais significativos na geração de energia necessário para ocorrer as perdas de solo (PEREIRA et al, 2003).

Figura 1 - Erosão hídrica em uma área de pousio outonal e revolvimento do solo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Para reduzir as perdas de solo, o manejo pode diminuir consideravelmente os problemas com a erosão hídrica através da manutenção da palhada e formação de bioporos pelas raízes das plantas. Sistemas como o plantio direto diminuem em 85% as razões de perda de solo quando comparado ao sistema convencional com preparo do solo (AMARAL, 2006).

A cobertura do solo formada no SPD fornece um impedimento físico contra o impacto direto das gotas da chuva e com isso evita o selamento superficial e facilita a infiltração da água (SILVA et al, 2005). Por isso é de suma importância que as áreas de produção estejam sempre cobertas com palhada e com culturas em desenvolvimento.

Além disso, visando reduzir a velocidade de escoamento de água, práticas como o cultivo transversal ao sentido do relevo, que aumentam a rugosidade, podem ser adotadas. O aumento da rugosidade na superfície favorece a infiltração e retenção da água, conseqüentemente reduzindo a velocidade e o volume de água que escoam (CASTRO; COGO; VOLK, 2006).

O aumento da rugosidade superficial do solo pode ser obtido através do preparo reduzido, por meio da escarificação. Este processo permite uma mobilização de até 40 cm de profundidade, porém permitindo que grande parte da cobertura vegetal fique na superfície e pouco solo seja desfragmentado. Com isso, a

escarificação permite, romper camadas superficiais e/ou subsuperficiais, aumenta a infiltração de água e reduzir perdas por erosão (VOLK; COGO, 2014).

Outro fator que interfere na erosão hídrica é o sentido da linha de semeadura. Quando o agricultor opta por semear no sentido do declive, a erosão é facilitada. Nesse sentido, a linha de semeadura torna-se um caminho preferencial no escoamento superficial, possuindo uma maior energia para transporte e desagregação do solo (LUCIANO et al, 2009).

Para avaliar as perdas de solo por erosão hídrica, utiliza-se a *Universal Soil Lose Equation* (ULSE) ou Equação Universal de Perda de Solo, em português. Nesta é possível prever a perda aproximada de solo em possíveis sistemas de manejos adotados de acordo com o local, na presença de dados suficientes. Para definir a erosividade da chuva, Wischmeier e Smith (1978) definiram que a energia que uma chuva possui é depende de quanto chove e de qual é a sua intensidade. Além disso, chuvas mais intensas possuem gotas maiores que por sua vez resultam em uma velocidade terminal de gota mais elevada.

2.1.3 Compactação do solo

Por definição, a compactação do solo (Fig. 2) ocorre quando há uma aplicação de pressão sobre o mesmo, seja por animais, máquinas agrícolas ou de transporte, que resulta na diminuição do volume do solo não saturado (LIMA, 2004).

A presença de água no solo em condições próximas a capacidade de campo (superior a condição friável, que é a mais indicada) quando ocorre a aplicação de pressão por equipamentos agrícolas ou animais, favorece a compactação pois a água possui ação lubrificante, diminuindo assim a coesão entre as partículas e facilitando o adensamento das mesmas (LUCIANO et al, 2012).

A compactação do solo afeta diretamente a condutividade hidráulica. Quando as densidades aumentam, o fluxo de água é prejudicado pois os poros presentes no solo diminuem de diâmetro (REICHERT et al, 2007). Este rearranjo das partículas e mudança do tamanho dos poros do solo prejudicam tanto a condução da água quanto as trocas gasosas.

Com isso, a compactação do solo reduz a taxa de infiltração de água, facilitando o escoamento superficial. Porém, os solos possuem taxas variáveis de infiltração sendo também alteradas pelo sistema de manejo utilizado. Em Latossolo vermelho, a

taxa de infiltração estável de água no solo encontrada por Panachuki et al (2011) variaram de 23 a 52 mm h⁻¹ dependendo do método de cultivo adotado.

Figura 2 - Solo adensado pelo tráfego intenso de máquinas agrícolas em condições elevadas de umidade.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Já para um Nitossolo bruno, com mais de 60% de argila, a constante da taxa de infiltração de água é de 30 mm h⁻¹, e um Cambissolo húmico, tal taxa é de 6,6 mm h⁻¹, mas podendo chegar até 36 mm h⁻¹ (BERTOL et al, 2015).

No entanto, a taxa de infiltração de água no solo, bem como a estruturação do solo, melhora com o manejo ao longo do tempo. Além disso, o solo possui naturalmente uma capacidade de resiliência com os ciclos de secagem e umedecimento (BAVOSO et al, 2012) o que permite, quando um solo é bem manejado, a formação de um perfil com boas condições físicas, químicas e biológicas.

Porém, com o uso de máquinas cada vez maiores nas operações agrícolas, o produtor acaba tendo problemas, visto que a pressão aplicada acaba compactando principalmente as camadas superficiais do solo. Sendo assim, as maiores densidades geralmente são encontradas em camadas próximas aos 10 cm, camada que geralmente é a mais fértil e principal para o desenvolvimento das culturas. Com isso, o rendimento das culturas possui relação com as condições físicas em que o solo se

apresenta (SUZUKI, 2005), logo muitos problemas com baixa produtividade podem estar relacionados com o aumento na densidade do solo.

Fatores como a textura do solo e matéria orgânica, possuem grande importância na suscetibilidade do solo a compactação. A matéria orgânica possui importância na estabilidade dos agregados, tendo em vista que ela aumenta a resistência do solo a compactação pelo fato de a mesma possuir uma baixa densidade. Assim sendo, a MOS permite que o solo aumente sua resistência a compactação, bem como a presença de palhada na superfície dissipa parte da energia aplicada (BRAIDA et al, 2006).

A matéria orgânica que auxilia contra o processo de compactação pode ser caracterizada de duas formas. O material orgânico ou matéria orgânica livre (mol) é constituída de restos animais e vegetais que não estão ligados aos minerais do solo, estando no início de sua decomposição. Já a matéria orgânica é o material já decomposto e que está ligada na fração mineral do solo (WEIRICH NETO; ROSA; GOMES, 2002).

Sendo assim, práticas agrícolas que melhoram as condições físicas do solo através da manutenção da palhada reduzem problemas relacionados com a compactação.

2.2 SISTEMA DE MANEJO DO SOLO

A agricultura conservacionista visa otimizar o uso de recursos naturais como solo, água e plantas, através da melhoria dos atributos do solo sem utilização de máquinas para revolver o solo, mas sim com manejos adequados. Nas condições tropicais e subtropicais, o preparo do solo pode acelerar os processos de degradação, logo sistemas conservacionistas de produção agrícola, como o SPD, foram desenvolvidos a fim de reduzir os processos degradativos e melhorar a estrutura do solo, visando produção e rentabilidade. A rotação de culturas bem como a diversificação de sistemas radiculares, presente no SPD, melhoram e podem incrementar a rentabilidade das culturas principais e reduzir problemas com pragas e doenças (MARTINS; GONCALVES; SILVA JUNIOR, 2016).

2.2.1 Sistema Plantio Direto

O SPD é um método de cultivo que visa a adição de sementes ou propágulos no solo com presença de restos vegetais na superfície e mobilização mecânica mínima de solo, apenas a necessária para a implantação da cultura (MOTTER; ALMEIDA, 2015). Sendo assim, o não rompimento de camadas associado a manutenção da palhada, favorece a agregação e estruturação do solo.

Este sistema apresenta um manejo que visa melhorar as condições do solo com revolvimento mínimo e com o desenvolvimento subsequente de plantas. Para as condições do Rio Grande do Sul é recomendado um planejamento de rotação que possibilite o aporte de palha que varia entre 10 a 12 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, com produção de palhada de qualidade e sempre com alguma cultura em desenvolvimento (DENARDIN et al, 2011).

Quando os restos vegetais na superfície não são incorporados, o contato deste material com os microrganismos é menor, logo a degradação ocorre mais lentamente. Com isso, os nutrientes que são gerados através da decomposição são liberados gradativamente ao longo do ciclo das culturas subsequentes. Além disso, a presença de palha sobre a superfície traz outros benefícios visto que a palhada consegue reduzir os problemas térmicos que afetam o desenvolvimento das culturas, através da diminuição da amplitude térmica e redução da temperatura máxima que o solo pode atingir (HECKLER, 2002).

O autor anteriormente citado explica ainda que a cobertura do solo favorece o controle de plantas daninhas, pois certas culturas liberam substâncias que podem ser prejudiciais ou até inibidoras na germinação de algumas espécies indesejáveis, além de que com a cobertura do solo e conseqüente diminuição da incidência de luz solar, reduz-se a germinação e emergência de sementes fotoblásticas positivas.

Para a obtenção de uma satisfatória cobertura do solo, é necessário realizar a diversificação e rotação de culturas na mesma área ao longo do tempo. Com isso, as relações formadas por tal diversidade, associadas ao revolvimento mínimo na linha de semeadura melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo (NICOLODI et al, 2018).

Sendo assim, o SPD melhora a infiltração de água quando seus princípios são atendidos. Em Latossolo vermelho-escuro, além de proporcionar altos índices de cobertura de solo, as taxas de infiltração de água são maiores no SPD em comparação

ao cultivo convencional, com exceção do período adjacente ao revolvimento do solo (BARCELOS; CASSOL; DENARDIN, 1999).

A taxa de infiltração estável (TIE) em Latossolo vermelho submetido ao SPD na presença de resíduos vegetais permite um aumento na taxa de 82% comparado com a infiltração inicial, porém neste sistema quando toda a cobertura é removida, as perdas de solo e água pode ser superior ao cultivo convencional (PANACHUKI et al, 2011) mostrando a importância da manutenção da palha em quantidade e qualidade no sistema.

Além da infiltração de água, a retenção e a disponibilização de água é maior no SPD em comparação com o sistema convencional (DALMAGO et al, 2009), visto que ocorre uma maior agregação do solo ocasionado provavelmente pelo não rompimento dos mesmos no revolvimento do preparo do solo.

Portanto, para que o SPD proporcione o máximo de resultados na melhoria das condições do solo e conseqüentemente em rentabilidade, diversos requisitos devem ser utilizados e adaptados de acordo com a realidade de cada unidade produtiva. Sendo assim, muitas vezes faz-se necessário a utilização das práticas conservacionistas.

2.2.2 Práticas conservacionistas complementares

As práticas conservacionistas complementares são técnicas que auxiliam na resolução de problemas, principalmente aos relacionados com a erosão hídrica, visto que o SPD quando utilizado de forma única, pode não ser suficiente, principalmente em áreas de cultivos com declividades maiores.

O cultivo em contorno é uma prática que se caracteriza na semeadura de acordo com o nível do terreno, ou seja, transversalmente ao declive. Com isso formam-se micro barreiras que reduzem as perdas por erosão hídrica. Quando comparado ao cultivo no sentido do declive, o cultivo em contorno pode reduzir em até 55% as perdas de solo (EDUARDO et al, 2013).

Nos cultivos em contorno, o tempo para iniciar a enxurrada é maior quando comparado com a semeadura no sentido do declive (LUCIANO et al, 2009). Isto se deve pela redução da velocidade da água, maior retenção de sedimentos nos micro relevos formados e também pelo aumento da infiltração de água no solo.

Para aumentar a infiltração de água no solo o *mulching* vertical é uma técnica que pode ser adotada, visto que reduz a energia cisalhante da chuva e não prejudica a mecanização da área. A presença do sulco reduz a velocidade de escoamento e conseqüentemente as perdas por erosão, portanto o *mulching* vertical faz com que a água que eventualmente saia das lavouras, possua menos sedimentos (DENARDIN et al, 2008).

O *mulching* vertical consiste na abertura de um sulco vertical no solo, variando de 7,5 cm a 9,5 cm de largura e até 40 cm de profundidade, preenchido de restos vegetais, preferencialmente com resíduos vegetais de cereais de inverno, visto que são degradados mais lentamente (DENARDIN et al, 2005). Estes autores apontam ainda que refere a distância horizontal entre os sulcos do *mulching* vertical, geralmente são utilizados espaçamentos de 10 m, em função da absorção de água pelo solo e também sendo dependente do tipo de solo.

A utilização desta prática em Latossolo vermelho, quando utilizada a 10 m de espaçamento entre os sulcos, pode reduzir em até 48% o escoamento superficial e aumentar 25% a infiltração de água, sendo que quando o solo estiver com o conteúdo de água menor que 37%, poderá eliminar o escoamento de água em chuvas com até 70 mm h⁻¹ (GARCIA; RIGHES, 2008). O *mulching* vertical, tendo em vista suas características e resultados, pode ser incorporado ao SPD de forma que não afete a mecanização da área, bem como pode reduzir consideravelmente as perdas por erosão hídrica nesse sistema. Porém, em muitas áreas o *mulching* vertical não deve ser utilizado como única forma para reduzir os problemas com erosão hídrica, sendo importante então fazer o terraceamento das áreas cultivadas.

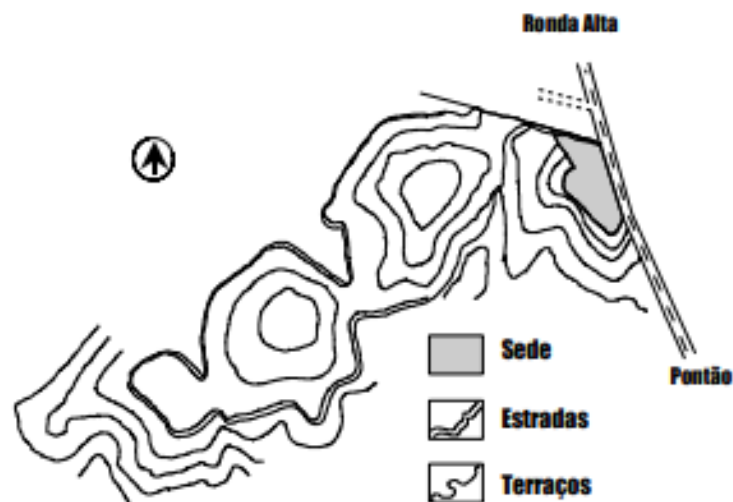
Os terraços podem ser definidos como estruturas no plano transversal em relação ao declive do relevo, sendo formado a partir de um canal e um camalhão que visam reduzir a velocidade de escoamento da água da chuva, bem como aumentar sua infiltração e evaporação ou ainda escoar a mesma, com velocidade bem reduzida, para áreas que possuem o solo coberto e estável para escoamento seguro da água, definidos como canais escoadouros (RESCK, 2002).

No entanto, os terraços podem ser definidos e classificados de diversas formas. As descrições descritas pela Embrapa (2003) são as seguintes:

- Terraços em nível (Fig.3) são construídos na seção transversal do declive e possui as extremidades fechadas, visando a retenção e conseqüente infiltração e/ou evaporação.

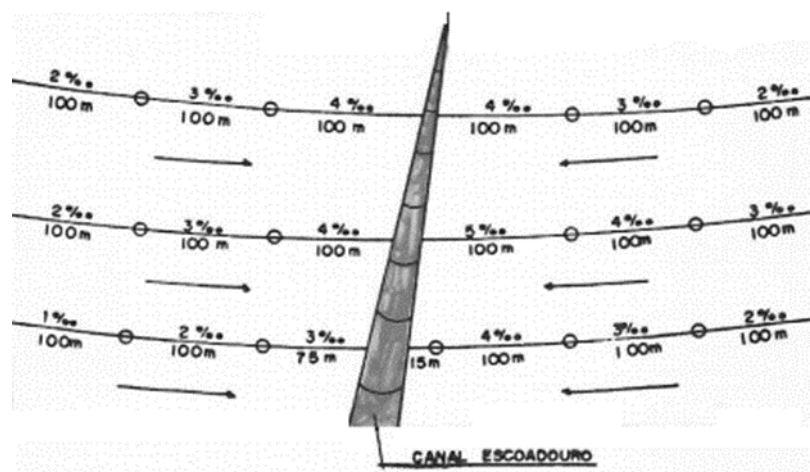
- Terraços em desnível (Fig. 4) visam conduzir a água, de forma controlada, até locais que possuem estabilidade para escoamento da água, chamados de canais escoadouros.
- Terraços tipo Nichols (Fig. 5) são construídos jogando o solo de cima para baixo, podendo ser construído em áreas de declives maiores.

Figura 3 - Terraços em nível construídos em uma área no Rio Grande do Sul.



Fonte: Denardin et al, 2005.

Figura 4 - Terraços em desnível, para escoamento seguro da água até os canais escoadouros.

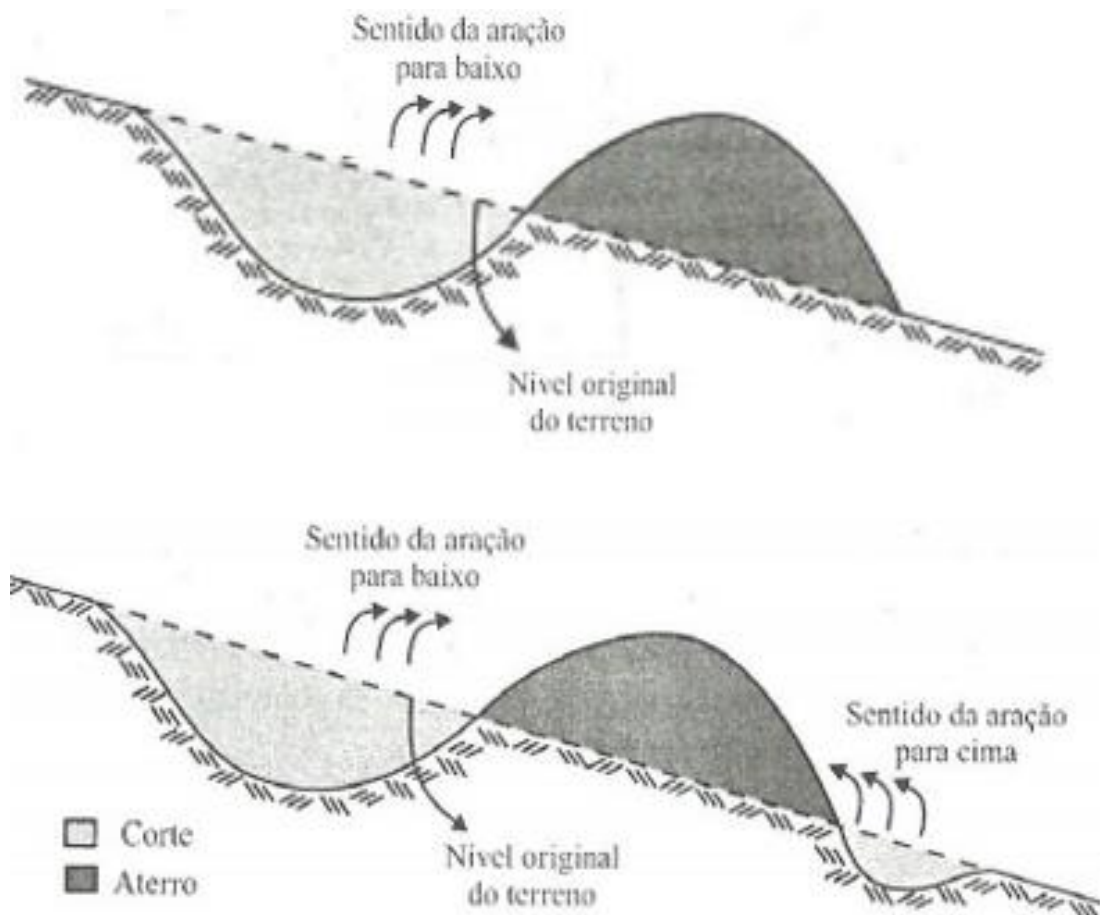


Fonte: Silva, [2016?].

- Terraços tipo Mangum (Fig. 5) são construídos alternando o sentido da projeção do solo, sendo recomendado para áreas mais planas.

- Terraços de base estreita (Fig. 6) são indicados para pequenas propriedades que possuem baixa mecanização e com declividades de até 18% onde são movimentados até 3 m de solo e possuem uma notável área que não pode ser cultivada.
- Terraços de base média (Fig. 6) são construídos movimentando uma faixa de 3 a 6 m, sendo indicado para pequenas e médias propriedades pois permite a mecanização quase total da área, entretanto recomendado para declives de até 12%.

Figura 5 - Modo de construção dos terraços tipo Nichols (acima) e tipo Mngum (abaixo).

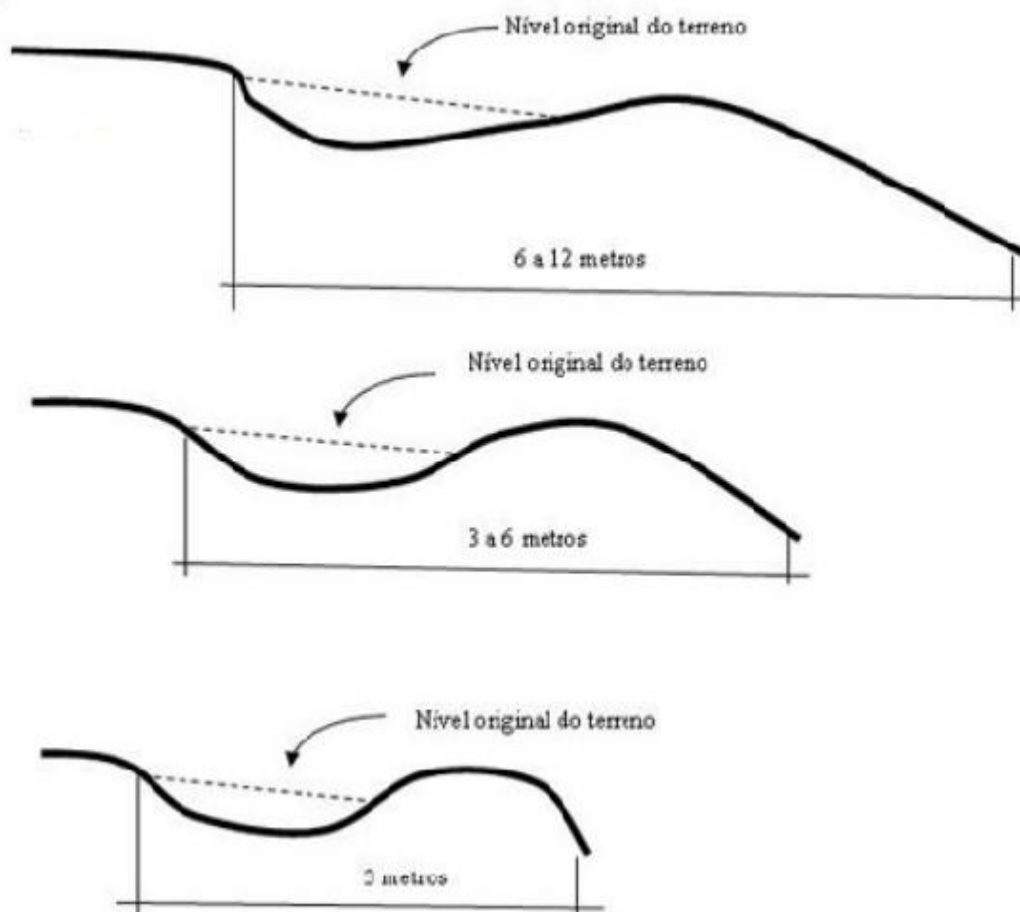


Fonte: Pruski, 2009.

- Terraços de base larga (Fig. 6) movimentam de 6 a 12 m de solo, permitindo a utilização integral da área para cultivo, sendo recomendada propriedades grandes e com declividade de até 8%.

- Terraços comuns (Fig. 7) são aqueles construídos em nível ou desnível, possuindo um canal e um camalhão, recomendados para declividades de até 18%.
- Terraços em patamar (Fig. 8) são utilizados em declividades superiores a 18% e em sentido transversal ao maior declive, possuindo uma plataforma destinado ao cultivo e um talude para evitar o fluxo de água para os outros terraços.

Figura 6 - Faixa de movimentação de solo de terraços de base larga (acima) base média (meio) e base estreita (abaixo).



Fonte: Embrapa, 2014.

Figura 7 - Terraços do tipo comum, majoritariamente utilizados na agricultura brasileira.



Fonte: ANPr, 2017.

Figura 8 - Terraços em patamar, utilizado para cultivo de arroz no Oriente.



Fonte: USDA-FAS, 2012.

Quando um sistema de terraceamento é dimensionado por métodos empíricos, pode-se superestimar ou subestimar o dimensionamento, logo diminuindo a eficiência funcional e econômica do mesmo (DENARDIN et al, 2005).

Os terraços quando mal dimensionados possuem baixa eficiência. Problemas com a uniformidade da crista podem reduzir a sua eficiência para 13% e isso associado a problemas como acabamento transversal da seção e fechamento final, podem gerar uma eficiência de armazenamento de 0,5% (MIRANDA et al, 2012).

Por muitos anos, foram utilizados na agricultura brasileira métodos empíricos de dimensionamento de terraços, utilizando como base as equações propostas por Bentley, para as condições edafoclimáticas dos Estados Unidos, o que gerava imprecisões e perda de eficiência sistema de terraceamento (DENARDIN; KOCHHANN, 2009).

Tendo em vista a ineficiência do sistema proposto por Bentley para as condições do Brasil, estudos apontam na redução de custos de até 35%, já na implantação do sistema de terraceamento, quando o método utilizado é o Lombardi Neto, comparado ao método de Bentley (GRIEBELER; CARVALHO; MATOS, 2000).

Para definir o espaçamento correto entre os terraços diversos fatores devem ser levados em consideração, entre eles o tipo e uso do solo, resistência a erosão, a capacidade de infiltração e para a seção transversal deve ser considerado o volume de água que poderá escoar na superfície (LOMBARDI NETO et al, 1994).

No entanto, outras metodologias para dimensionar terraços vêm sendo criadas, visando atender as condições brasileira de cultivo, principalmente pelo uso do SPD (PRUSKI; GRIEBELER; SILVA, 2009). Entre estes está o método de Capacidade de armazenamento do canal, recomendado por Denardin et al (1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO EDAFOCLIMÁTICA DA REGIÃO

A Região das Missões localiza-se na província geológica do Planalto, possuindo como material de origem dominante o basalto proveniente da Formação Serra Geral, apresentando um relevo predominantemente suave-ondulado, mas com a presença de grades áreas de várzea mais ao oeste. Os solos predominantes são Latossolos Vermelhos distróficos, Nitossolos Vermelhos distróficos, Neossolos Regolíticos eutróficos, ou ainda a presença de afloramentos rochosos (STRECK et al, 2008).

Dados do INMET (2019) mostram que no município de São Luiz Gonzaga, na região das Missões, a chuva média anual no período de 1961 a 2010 foi aproximadamente 1840 mm, sendo que os maiores volumes ocorrem no mês de outubro.

3.2 DIMENSIONAMENTO DE TERRAÇOS

Com base nos objetivos propostos, foram utilizados dois métodos para dimensionar os terraços. O método de dimensionamento recomendado por Denardin et al (1998) é elaborado no qual os espaçamentos dos terraços são calculados a partir da capacidade de armazenamento do canal, utilizando-se 1,5 e 1,8 m³ m⁻¹, e utilizando a lâmina de escoamento superficial, descrita por Pruski (2009), determinando assim o espaçamento horizontal, segundo a equação abaixo:

$$EH = (CAT / LES) * 1000$$

onde:

EH = espaçamento horizontal entre terraços, em m;

CAT = capacidade de armazenamento de água pelo terraço, em m³ m⁻¹;

LES = lâmina máxima de escoamento superficial, em mm.

Na determinação do espaçamento vertical utiliza-se:

$$EV = (EH \cdot D) / 100$$

onde:

EV = espaçamento vertical entre terraços, em m;

D = declividade, em %.

O outro método utilizado foi o proposto por Lombardi Neto et al (1994), no qual devem ser conhecidos parâmetros sobre a cultura, resistência do solo à erosão e fator de uso do solo.

Para calcular os espaçamentos verticais pelo método de Lombardi Neto, utiliza-se a equação abaixo:

$$EV = 0,4518 * k * D^{0,58} * (u + m / 2)$$

Onde:

EV = Espaçamento vertical entre terraços, em metros;

D = Declividade do terreno, em %;

k = Índice de acordo com o tipo de solo;

u = Fator de uso do solo;

m = Fator manejo do solo.

Sendo os parâmetros definidos nos quadros a seguir:

Quadro 1– Índice “k” para grupos de solos com diferentes resistências à erosão.

G r u p o	Grupo de resistência à erosão	Principais características			Razão textural ⁽¹⁾	Grandes grupos de solos ⁽³⁾	Índice "k"
		Profundidade	Permeabilidade	Textura			
A	alto	muito profundo (> 2,0 m) ou profundo (1,0 a 2,0 m)	rápida/rápida moderada/rápida	média/média muito argilosa/muito argilosa argilosa/argilosa	< 1,2	LR, LE, LV LVr, LVt, LH, LEa e LVa	1,25
B	moderado	profundo (1,0 a 2,0 m)	rápida/rápida rápida/moderada	arenosa/arenosa arenosa/média arenosa/argilosa média/argilosa argilosa/muito argilosa	1,2 a 1,5	Lj, LVP, PV, PVL, PLn, TE, PVls, R, RPV, RLV, Lea ⁽⁴⁾ e LVa ⁽⁴⁾	1,10
C	baixo	profundo (1,0 a 2,0 m) moderadamente profundo (0,5 a 1,0 m)	lenta/rápida lenta/moderada rápida/moderada	arenosa/média ⁽²⁾ média/argilosa ⁽²⁾ arenosa/argilosa arenosa/muito argilosa	> 1,5	Pml, PVp, PVls, Pc e M	0,90
D	muito baixo	moderadamente profundo (0,5 a 1,0 m) ou raso (0,25 a 0,50 m)	rápida, moderada ou lenta sobre lenta	muito variável	muito variável	Li-b, Li-ag, gr Li-fi Li-ac e PVp (rasos)	0,75

⁽¹⁾ Média da porcentagem de argila do horizonte B (excluindo B3) sobre média da porcentagem de argila de todo horizonte.

⁽²⁾ Somente com mudança textural abrupta entre horizontes A e B.

⁽³⁾ Tipos de solo apresentados no quadro 5.

⁽⁴⁾ Somente aqueles com horizonte A arenoso.

Fonte: Lombardi Neto et al, 1994.

Quadro 2 - Equivalências entre os tipos de solos utilizados por Lombardi Neto et al (1994), em relação ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, em primeiro nível categórico.

Abreviatura	Tipo de solo	Tipo de solo correspondente
PV	Podzólico Vermelho-Amarelo, orto	Argissolo ou Nitossolo
Pvp	Podzólico Vermelho-Amarelo, variação Piracicaba	Argissolo ou Nitossolo
Pvls	Podzólico Vermelho-Amarelo, variação Laras	Argissolo ou Nitossolo
PVL	Podzólico Vermelho-Amarelo "intergrade" para Latosol Vermelho-Amarelo	Argissolo
Pc	Solos Podzolizados com cascalho	Argissolo ou Nitossolo
Pln	Podzolizado de Lins e Marília, variação Lins	Argissolo ou Nitossolo
Pml	Podzolizado de Lins e Marília, variação Marília	Argissolo ou Nitossolo
M	Mediterrâneo Vermelho-Amarelo	Chernossolo ou Luvisolo
TE	Terra Roxa estruturada	Argissolo ou Nitossolo
LR	Latosol Roxo	Latosolo
LE	Latosol Vermelho-Escuro, orto	Latosolo
LEa	Latosol Vermelho-Escuro, fase arenosa	Latosolo
LV	Latosol Vermelho-Amarelo, orto	Latosolo
LVR	Latosol Vermelho-Amarelo, fase rasa	Latosolo
Lva	Latosol Vermelho-Amarelo, fase arenosa	Latosolo
LVt	Latosol Vermelho-Amarelo, fase terraço	Latosolo

Fonte: Adaptado de Embrapa, 2006.

Quadro 3 – Índice “u” para diferentes culturas.

Grupo	Culturas	Índice "u"
1	Feijão, mandioca e mamona	0,50
2	Amendoim, algodão, arroz, alho, cebola, girassol e fumo	0,75
3	Soja, batatinha, melancia, abóbora, melão e leguminosas para adubação verde	1,00
4	Milho, sorgo, cana-de-açúcar, trigo, aveia, centeio, cevada, outras culturas de inverno e frutíferas de ciclo curto, como o abacaxi	1,25
5	Banana, café, citros e frutíferas perenantes	1,50
6	Pastagens e/ou capineiras	1,75
7	Reflorestamento, cacau e seringueira	2,00

Fonte: Lombardi Neto et al, 1994.

Quadro 4 – Índice “m” para diferentes grupos de preparo do solo.

Grupo de preparo primário		Preparo secundário	Restos culturais	Índice "m"
1	Grade aradora (ou pesada) ou enxada rotativa	Grade niveladora	Incorporados ou queimados	0,50
2	Arado de disco ou aiveca	Grade niveladora	Incorporados ou queimados	0,75
3	Grade leve	Grade niveladora	Parcialmente incorporados com ou sem rotação de culturas	1,00
4	Arado escarificador	Grade niveladora	Parcialmente incorporados com ou sem rotação de culturas	1,50
5	Não tem	Plantio sem revolvimento do solo, roçadeira rolo-faca, herbicidas (plantio direto)	Superfície do terreno	2,00

Fonte: Lombardi Neto et al, 1994.

Na elaboração do dimensionamento, foram utilizados para o índice “k” os grupos de resistência à erosão alto (A) e moderado (B). O índice “u” foi o 3, referente, entre outros, a cultura da soja, por ser o menor índice entre os principais cultivos da região. Como o dimensionamento foi planejado para SPD, utilizou-se o grupo de preparo 5 do índice “m”.

Na determinação do espaçamento horizontal, utiliza-se a equação abaixo:

$$EH = ((100 * EV) / D$$

onde:

EH = Espaçamento horizontal entre terraços, em m;

EV = Espaçamento vertical entre terraços, em m;

D = Declividade, em %.

A execução do dimensionamento foi realizada no *software* “Terraço 4.1” desenvolvido no Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, disponível gratuitamente.

Para os parâmetros de intensidade, duração e frequência da chuva, foram utilizados os dados elaborados por Denardin e Freitas (1982), para o município de São Luiz Gonzaga/RS, com um tempo de retorno de 30 anos, para uma latitude de 28° 24' 00" e longitude de 54° 58' 00".

Na caracterização da declividade da parede de montante do terraço (Sm), foi utilizado o índice proposto pela CODASP (1994), partindo do pressuposto da construção do terraço com um trator VALMET 1580 tracionando um terraceador, no

qual não haveria acabamento, ou seja 21,3%. A declividade do terreno (St), para o dimensionamento dos terraços foi de 1 a 20%.

Para a taxa de infiltração estável do solo, foram utilizados os valores de 10 a 100 mm h⁻¹, alternando a cada 10 mm h⁻¹.

A altura teórica do terraço (H) é gerada automaticamente pelo *software*. A altura recomendada (Hr) que foi gerada a partir do “Coeficiente de desuniformidade” (Cd) utilizando o valor de 1,5, sendo este valor entre os índices elaborado por Griebeler et al (1998) que propuseram um Cd de 1,75 (57,1%) a 1,46 (68,3%) para terraços de base larga.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, são apresentados os valores da lâmina de escoamento superficial (LES) para diferentes taxas de infiltração estável de água no solo (TIE), mostrando que quanto maior for a infiltração de água no solo, menor será o escoamento superficial.

Isto ocorre pelo fato de que, segundo Griebeler et al (2001), quando a intensidade da precipitação ultrapassar a velocidade de infiltração da água ou ainda quando a capacidade da superfície do solo de reter água for superada, iniciará o escoamento superficial.

Tabela 1 - Lâmina de escoamento superficial (LES) para diferentes taxas de infiltração de água no solo (TIE) nas condições edafoclimáticas da região das Missões do Rio Grande do Sul.

TIE (mm h ⁻¹)	LES (mm)
10	29,7
20	25,8
30	23,4
40	21,6
50	19,7
60	18,4
70	17,3
80	16,3
90	15,4
100	14,6

Logo, quando o solo for bem manejado, não revolvendo o mesmo e utilizando rotação de culturas, o sistema radicular das plantas melhorará a infiltração de água no solo (PRANDO et al, 2010), o que resulta em redução significativa do escoamento superficial utilizando o SPD, em comparação com o cultivo convencional (CHAVES; PIAU, 2008).

4.1 DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DE CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DO CANAL

4.1.1 Dimensionamento para capacidade do canal de 1500 l m⁻¹

Quadro 5 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 10 a 50 mm h⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Capacidade de armazenamento do canal utilizando a capacidade de 1500 l m⁻¹.

Declividade (%)	TIE 10 mm h ⁻¹				TIE 20 mm h ⁻¹				TIE 30 mm h ⁻¹				TIE 40 mm h ⁻¹				TIE 50 mm h ⁻¹			
	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)
1	22,52	0,23	16,90	30,70	29,82	0,30	16,90	30,70	36,23	0,36	16,90	30,70	42,37	0,42	16,90	30,70	51,19	0,51	16,90	30,70
2	22,52	0,45	23,40	38,70	29,82	0,60	23,40	38,70	36,23	0,72	23,40	38,70	42,37	0,85	23,40	38,70	51,19	1,02	23,40	38,70
3	22,52	0,68	28,10	44,40	29,82	0,89	28,10	44,40	36,23	1,09	28,10	44,40	42,37	1,27	28,10	44,40	51,19	1,54	28,10	44,40
4	22,52	0,90	31,80	48,90	29,82	1,19	31,80	48,90	36,23	1,45	31,80	48,90	42,37	1,69	31,80	48,90	51,19	2,05	31,80	48,90
5	22,52	1,13	34,90	52,70	29,82	1,49	34,90	52,70	36,23	1,81	34,90	52,70	42,37	2,12	34,90	52,70	51,19	2,56	34,90	52,70
6	22,52	1,35	37,50	55,90	29,82	1,79	37,50	55,90	36,23	2,17	37,50	55,90	42,37	2,54	37,50	55,90	51,19	3,07	37,50	55,90
7	22,52	1,58	39,80	58,70	29,82	2,09	39,80	58,70	36,23	2,54	39,80	58,70	42,37	2,97	39,80	58,70	51,19	3,58	39,80	58,70
8	22,52	1,80	41,80	61,20	29,82	2,39	41,80	61,20	36,23	2,90	41,80	61,20	42,37	3,39	41,80	61,20	51,19	4,10	41,80	61,20
9	22,52	2,03	43,60	63,40	29,82	2,68	43,60	63,40	36,23	3,26	43,60	63,40	42,37	3,81	43,60	63,40	51,19	4,61	43,60	63,40
10	22,52	2,25	45,20	65,30	29,82	2,98	45,20	65,30	36,23	3,62	45,20	65,30	42,37	4,24	45,20	65,30	51,19	5,12	45,20	65,30
11	22,52	2,48	46,60	67,10	29,82	3,28	46,60	67,10	36,23	3,99	46,60	67,10	42,37	4,66	46,60	67,10	51,19	5,63	46,60	67,10
12	22,52	2,70	48,00	68,80	29,82	3,58	48,00	68,80	36,23	4,35	48,00	68,80	42,37	5,08	48,00	68,80	51,19	6,14	48,00	68,80
13	22,52	2,93	49,20	70,30	29,82	3,88	49,20	70,30	36,23	4,71	49,20	70,30	42,37	5,51	49,20	70,30	51,19	6,66	49,20	70,30
14	22,52	3,15	50,30	71,70	29,82	4,17	50,30	71,70	36,23	5,07	50,30	71,70	42,37	5,93	50,30	71,70	51,19	7,17	50,30	71,70
15	22,52	3,38	51,40	72,90	29,82	4,47	51,40	72,90	36,23	5,43	51,40	72,90	42,37	6,36	51,40	72,90	51,19	7,68	51,40	72,90
16	22,52	3,60	52,40	74,10	29,82	4,77	52,40	74,10	36,23	5,80	52,40	74,10	42,37	6,78	52,40	74,10	51,19	8,19	52,40	74,10
17	22,52	3,83	53,30	75,20	29,82	5,07	53,30	75,20	36,23	6,16	53,30	75,20	42,37	7,20	53,30	75,20	51,19	8,70	53,30	75,20
18	22,52	4,05	54,10	76,30	29,82	5,37	54,10	76,30	36,23	6,52	54,10	76,30	42,37	7,63	54,10	76,30	51,19	9,22	54,10	76,30
19	22,52	4,28	54,90	77,20	29,82	5,67	54,90	77,20	36,23	6,88	54,90	77,20	42,37	8,05	54,90	77,20	51,19	9,73	54,90	77,20
20	22,52	4,50	55,60	78,10	29,82	5,96	55,60	78,10	36,23	7,25	55,60	78,10	42,37	8,47	55,60	78,10	51,19	10,24	55,60	78,10

Quadro 6 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 60 a 100 mm h⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Capacidade de armazenamento do canal utilizando a capacidade de 1500 l m⁻¹.

Declividade (%)	TIE 60 mm h ⁻¹				TIE 70 mm h ⁻¹				TIE 80 mm h ⁻¹				TIE 90 mm h ⁻¹				TIE 100 mm h ⁻¹			
	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)
1	58,37	0,58	16,90	30,70	66,08	0,66	16,90	30,70	74,63	0,75	16,90	30,70	83,80	0,84	16,90	30,70	93,75	0,94	16,90	30,70
2	58,37	1,17	23,40	38,70	66,08	1,32	23,40	38,70	74,63	1,49	23,40	38,70	83,80	1,68	23,40	38,70	93,75	1,88	23,40	38,70
3	58,37	1,75	28,10	44,40	66,08	1,98	28,10	44,40	74,63	2,24	28,10	44,40	83,80	2,51	28,10	44,40	93,75	2,81	28,10	44,40
4	58,37	2,33	31,80	48,90	66,08	2,64	31,80	48,90	74,63	2,99	31,80	48,90	83,80	3,35	31,80	48,90	93,75	3,75	31,80	48,90
5	58,37	2,92	34,90	52,70	66,08	3,30	34,90	52,70	74,63	3,73	34,90	52,70	83,80	4,19	34,90	52,70	93,75	4,69	34,90	52,70
6	58,37	3,50	37,50	55,90	66,08	3,96	37,50	55,90	74,63	4,48	37,50	55,90	83,80	5,03	37,50	55,90	93,75	5,63	37,50	55,90
7	58,37	4,09	39,80	58,70	66,08	4,63	39,80	58,70	74,63	5,22	39,80	58,70	83,80	5,87	39,80	58,70	93,75	6,56	39,80	58,70
8	58,37	4,67	41,80	61,20	66,08	5,29	41,80	61,20	74,63	5,97	41,80	61,20	83,80	6,70	41,80	61,20	93,75	7,50	41,80	61,20
9	58,37	5,25	43,60	63,40	66,08	5,95	43,60	63,40	74,63	6,72	43,60	63,40	83,80	7,54	43,60	63,40	93,75	8,44	43,60	63,40
10	58,37	5,84	45,20	65,30	66,08	6,61	45,20	65,30	74,63	7,46	45,20	65,30	83,80	8,38	45,20	65,30	93,75	9,38	45,20	65,30
11	58,37	6,42	46,60	67,10	66,08	7,27	46,60	67,10	74,63	8,21	46,60	67,10	83,80	9,22	46,60	67,10	93,75	10,31	46,60	67,10
12	58,37	7,00	48,00	68,80	66,08	7,93	48,00	68,80	74,63	8,96	48,00	68,80	83,80	10,06	48,00	68,80	93,75	11,25	48,00	68,80
13	58,37	7,59	49,20	70,30	66,08	8,59	49,20	70,30	74,63	9,70	49,20	70,30	83,80	10,89	49,20	70,30	93,75	12,19	49,20	70,30
14	58,37	8,17	50,30	71,70	66,08	9,25	50,30	71,70	74,63	10,45	50,30	71,70	83,80	11,73	50,30	71,70	93,75	13,13	50,30	71,70
15	58,37	8,75	51,40	72,90	66,08	9,91	51,40	72,90	74,63	11,19	51,40	72,90	83,80	12,57	51,40	72,90	93,75	14,06	51,40	72,90
16	58,37	9,34	52,40	74,10	66,08	10,57	52,40	74,10	74,63	11,94	52,40	74,10	83,80	13,41	52,40	74,10	93,75	15,00	52,40	74,10
17	58,37	9,92	53,30	75,20	66,08	11,23	53,30	75,20	74,63	12,69	53,30	75,20	83,80	14,25	53,30	75,20	93,75	15,94	53,30	75,20
18	58,37	10,51	54,10	76,30	66,08	11,89	54,10	76,30	74,63	13,43	54,10	76,30	83,80	15,08	54,10	76,30	93,75	16,88	54,10	76,30
19	58,37	11,09	54,90	77,20	66,08	12,56	54,90	77,20	74,63	14,18	54,90	77,20	83,80	15,92	54,90	77,20	93,75	17,81	54,90	77,20
20	58,37	11,67	55,60	78,10	66,08	13,22	55,60	78,10	74,63	14,93	55,60	78,10	83,80	16,76	55,60	78,10	93,75	18,75	55,60	78,10

4.1.2 Dimensionamento para capacidade do canal de 1800 l m⁻¹

Quadro 7 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 10 a 50 mm h⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Capacidade de armazenamento do canal utilizando a capacidade de 1800 l m⁻¹.

Declividade (%)	TIE 10 mm h ⁻¹				TIE 20 mm h ⁻¹				TIE 30 mm h ⁻¹				TIE 40 mm h ⁻¹				TIE 50 mm h ⁻¹			
	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)
1	27,03	0,27	18,50	32,70	35,79	0,36	18,50	32,70	43,48	0,43	18,50	32,70	50,85	0,51	18,50	32,70	61,43	0,61	18,50	32,70
2	27,03	0,54	25,70	41,40	35,79	0,72	25,70	41,40	43,48	0,87	25,70	41,40	50,85	1,02	25,70	41,40	61,43	1,23	25,70	41,40
3	27,03	0,81	30,80	47,70	35,79	1,07	30,80	47,70	43,48	1,30	30,80	47,70	50,85	1,53	30,80	47,70	61,43	1,84	30,80	47,70
4	27,03	1,08	34,80	52,60	35,79	1,43	34,80	52,60	43,48	1,74	34,80	52,60	50,85	2,03	34,80	52,60	61,43	2,46	34,80	52,60
5	27,03	1,35	38,20	56,80	35,79	1,79	38,20	56,80	43,48	2,17	38,20	56,80	50,85	2,54	38,20	56,80	61,43	3,07	38,20	56,80
6	27,03	1,62	41,10	60,30	35,79	2,15	41,10	60,30	43,48	2,61	41,10	60,30	50,85	3,05	41,10	60,30	61,43	3,69	41,10	60,30
7	27,03	1,89	43,60	63,30	35,79	2,50	43,60	63,30	43,48	3,04	43,60	63,30	50,85	3,56	43,60	63,30	61,43	4,30	43,60	63,30
8	27,03	2,16	45,80	66,00	35,79	2,86	45,80	66,00	43,48	3,48	45,80	66,00	50,85	4,07	45,80	66,00	61,43	4,91	45,80	66,00
9	27,03	2,43	47,70	68,50	35,79	3,22	47,70	68,50	43,48	3,91	47,70	68,50	50,85	4,58	47,70	68,50	61,43	5,53	47,70	68,50
10	27,03	2,70	49,50	70,60	35,79	3,58	49,50	70,60	43,48	4,35	49,50	70,60	50,85	5,08	49,50	70,60	61,43	6,14	49,50	70,60
11	27,03	2,97	51,10	72,60	35,79	3,94	51,10	72,60	43,48	4,78	51,10	72,60	50,85	5,59	51,10	72,60	61,43	6,76	51,10	72,60
12	27,03	3,24	52,60	74,40	35,79	4,29	52,60	74,40	43,48	5,22	52,60	74,40	50,85	6,10	52,60	74,40	61,43	7,37	52,60	74,40
13	27,03	3,51	53,90	76,00	35,79	4,65	53,90	76,00	43,48	5,65	53,90	76,00	50,85	6,61	53,90	76,00	61,43	7,99	53,90	76,00
14	27,03	3,78	55,10	77,50	35,79	5,01	55,10	77,50	43,48	6,09	55,10	77,50	50,85	7,12	55,10	77,50	61,43	8,60	55,10	77,50
15	27,03	4,05	56,30	78,90	35,79	5,37	56,30	78,90	43,48	6,52	56,30	78,90	50,85	7,63	56,30	78,90	61,43	9,22	56,30	78,90
16	27,03	4,32	57,40	80,20	35,79	5,73	57,40	80,20	43,48	6,96	57,40	80,20	50,85	8,14	57,40	80,20	61,43	9,83	57,40	80,20
17	27,03	4,59	58,30	81,50	35,79	6,08	58,30	81,50	43,48	7,39	58,30	81,50	50,85	8,64	58,30	81,50	61,43	10,44	58,30	81,50
18	27,03	4,86	59,30	82,60	35,79	6,44	59,30	82,60	43,48	7,83	59,30	82,60	50,85	9,15	59,30	82,60	61,43	11,06	59,30	82,60
19	27,03	5,14	60,10	83,60	35,79	6,80	60,10	83,60	43,48	8,26	60,10	83,60	50,85	9,66	60,10	83,60	61,43	11,67	60,10	83,60
20	27,03	5,41	60,90	84,60	35,79	7,16	60,90	84,60	43,48	8,70	60,90	84,60	50,85	10,17	60,90	84,60	61,43	12,29	60,90	84,60

Quadro 8 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 60 a 100 mm h⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Capacidade de armazenamento do canal utilizando a capacidade de 1800 l m⁻¹.

Declividade (%)	TIE 60 mm h ⁻¹				TIE 70 mm h ⁻¹				TIE 80 mm h ⁻¹				TIE 90 mm h ⁻¹				TIE 100 mm h ⁻¹			
	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)
1	70,04	0,70	18,50	32,70	79,30	0,79	18,50	32,70	89,55	0,90	18,50	32,70	100,56	1,01	18,50	32,70	112,50	1,13	18,50	32,70
2	70,04	1,40	25,70	41,40	79,30	1,59	25,70	41,40	89,55	1,79	25,70	41,40	100,56	2,01	25,70	41,40	112,50	2,25	25,70	41,40
3	70,04	2,10	30,80	47,70	79,30	2,38	30,80	47,70	89,55	2,69	30,80	47,70	100,56	3,02	30,80	47,70	112,50	3,38	30,80	47,70
4	70,04	2,80	34,80	52,60	79,30	3,17	34,80	52,60	89,55	3,58	34,80	52,60	100,56	4,02	34,80	52,60	112,50	4,50	34,80	52,60
5	70,04	3,50	38,20	56,80	79,30	3,96	38,20	56,80	89,55	4,48	38,20	56,80	100,56	5,03	38,20	56,80	112,50	5,63	38,20	56,80
6	70,04	4,20	41,10	60,30	79,30	4,76	41,10	60,30	89,55	5,37	41,10	60,30	100,56	6,03	41,10	60,30	112,50	6,75	41,10	60,30
7	70,04	4,90	43,60	63,30	79,30	5,55	43,60	63,30	89,55	6,27	43,60	63,30	100,56	7,04	43,60	63,30	112,50	7,88	43,60	63,30
8	70,04	5,60	45,80	66,00	79,30	6,34	45,80	66,00	89,55	7,16	45,80	66,00	100,56	8,04	45,80	66,00	112,50	9,00	45,80	66,00
9	70,04	6,30	47,70	68,50	79,30	7,14	47,70	68,50	89,55	8,06	47,70	68,50	100,56	9,05	47,70	68,50	112,50	10,13	47,70	68,50
10	70,04	7,00	49,50	70,60	79,30	7,93	49,50	70,60	89,55	8,96	49,50	70,60	100,56	10,06	49,50	70,60	112,50	11,25	49,50	70,60
11	70,04	7,70	51,10	72,60	79,30	8,72	51,10	72,60	89,55	9,85	51,10	72,60	100,56	11,06	51,10	72,60	112,50	12,38	51,10	72,60
12	70,04	8,40	52,60	74,40	79,30	9,52	52,60	74,40	89,55	10,75	52,60	74,40	100,56	12,07	52,60	74,40	112,50	13,50	52,60	74,40
13	70,04	9,11	53,90	76,00	79,30	10,31	53,90	76,00	89,55	11,64	53,90	76,00	100,56	13,07	53,90	76,00	112,50	14,63	53,90	76,00
14	70,04	9,81	55,10	77,50	79,30	11,10	55,10	77,50	89,55	12,54	55,10	77,50	100,56	14,08	55,10	77,50	112,50	15,75	55,10	77,50
15	70,04	10,51	56,30	78,90	79,30	11,89	56,30	78,90	89,55	13,43	56,30	78,90	100,56	15,08	56,30	78,90	112,50	16,88	56,30	78,90
16	70,04	11,21	57,40	80,20	79,30	12,69	57,40	80,20	89,55	14,33	57,40	80,20	100,56	16,09	57,40	80,20	112,50	18,00	57,40	80,20
17	70,04	11,91	58,30	81,50	79,30	13,48	58,30	81,50	89,55	15,22	58,30	81,50	100,56	17,09	58,30	81,50	112,50	19,13	58,30	81,50
18	70,04	12,61	59,30	82,60	79,30	14,27	59,30	82,60	89,55	16,12	59,30	82,60	100,56	18,10	59,30	82,60	112,50	20,25	59,30	82,60
19	70,04	13,31	60,10	83,60	79,30	15,07	60,10	83,60	89,55	17,01	60,10	83,60	100,56	19,11	60,10	83,60	112,50	21,38	60,10	83,60
20	70,04	14,01	60,90	84,60	79,30	15,86	60,90	84,60	89,55	17,91	60,90	84,60	100,56	20,11	60,90	84,60	112,50	22,50	60,90	84,60

Em comparação com entre as duas capacidades de armazenamento no canal do terraço (1500 l m^{-1} e 1800 l m^{-1}) o produtor pode optar de acordo com sua necessidade e facilidade de manejo na área, optando por terraços com distância maior entre ele, porém com um camaleão maior ou vice e versa, podendo assim facilitar também a mecanização tendo em vista os implementos que o mesmo possui.

Em estudos realizados por Denardin et al (1998) mostraram que utilizando o método de capacidade de armazenamento do canal em um Latossolo Vermelho com TIE de 68 mm h^{-1} foi possível atingir espaçamentos horizontais de 40 m em declividades de até 20% e afirmando a validade do modelo visto que ocorreram chuvas com precipitações acima do esperado, porém sem causar comprometimento ao sistema de terraceamento.

4.2 DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DE LOMBARDI NETO

4.2.1 Dimensionamento para a cultura da soja, em solos de alta resistência a erosão

Quadro 9 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 10 a 50 mm h⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Lombardi Neto, para a cultura da soja e solos de alta resistência à erosão.

Declividade (%)	TIE 10 mm h ⁻¹				TIE 20 mm h ⁻¹				TIE 30 mm h ⁻¹				TIE 40 mm h ⁻¹				TIE 50 mm h ⁻¹			
	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)
1	84,71	0,85	32,80	50,20	84,71	0,85	28,50	44,90	84,71	0,85	25,90	41,70	84,71	0,85	23,90	39,30	84,71	0,85	21,80	36,70
2	63,32	1,27	39,30	58,10	63,32	1,27	34,10	51,80	63,32	1,27	31,00	47,90	63,32	1,27	28,60	45,10	63,32	1,27	26,00	41,90
3	53,40	1,60	43,20	63,00	53,40	1,60	37,60	56,00	53,40	1,60	34,10	51,80	53,40	1,60	31,50	48,60	53,40	1,60	28,70	45,10
4	47,32	1,89	46,10	66,40	47,32	1,89	40,00	59,00	47,32	1,89	36,30	54,50	47,32	1,89	33,60	51,10	47,32	1,89	30,60	47,40
5	43,09	2,15	48,20	69,00	43,09	2,15	41,90	61,30	43,09	2,15	38,00	56,60	43,09	2,15	35,10	53,00	43,09	2,15	32,00	49,20
6	39,91	2,39	49,90	71,10	39,91	2,39	43,40	63,10	39,91	2,39	39,30	58,20	39,91	2,39	36,40	54,50	39,91	2,39	33,10	50,50
7	37,41	2,62	51,20	72,80	37,41	2,62	44,50	64,50	37,41	2,62	40,40	59,50	37,41	2,62	37,40	55,80	37,41	2,62	34,00	51,60
8	35,37	2,83	52,30	74,10	35,37	2,83	45,50	65,70	35,37	2,83	41,30	60,50	35,37	2,83	38,20	56,70	35,37	2,83	34,70	52,50
9	33,66	3,03	53,30	75,20	33,66	3,03	46,30	66,70	33,66	3,03	42,00	61,40	33,66	3,03	38,80	57,60	33,66	3,03	35,30	53,30
10	32,21	3,22	54,00	76,20	32,21	3,22	47,00	67,50	32,21	3,22	42,60	62,20	32,21	3,22	39,40	58,20	32,21	3,22	35,80	53,90
11	30,94	3,40	54,70	77,00	30,94	3,40	47,50	68,20	30,94	3,40	43,10	62,80	30,94	3,40	39,90	58,80	30,94	3,40	36,30	54,40
12	29,83	3,58	55,20	77,60	29,83	3,58	48,00	68,80	29,83	3,58	43,50	63,30	29,83	3,58	40,30	59,30	29,83	3,58	36,60	54,90
13	28,85	3,75	55,70	78,20	28,85	3,75	48,40	69,30	28,85	3,75	43,90	63,80	28,85	3,75	40,60	59,70	28,85	3,75	36,90	55,20
14	27,96	3,91	56,10	78,70	27,96	3,91	48,70	69,70	27,96	3,91	44,20	64,20	27,96	3,91	40,90	60,10	27,96	3,91	37,20	55,60
15	27,16	4,07	56,40	79,10	27,16	4,07	49,00	70,10	27,16	4,07	44,50	64,50	27,16	4,07	41,10	60,40	27,16	4,07	37,40	55,80
16	26,44	4,23	56,70	79,50	26,44	4,23	49,30	70,40	26,44	4,23	44,70	64,80	26,44	4,23	41,40	60,60	26,44	4,23	37,60	56,10
17	25,77	4,38	57,00	79,80	25,77	4,38	49,50	70,60	25,77	4,38	44,90	65,00	25,77	4,38	41,50	60,90	25,77	4,38	37,80	56,30
18	25,16	4,53	57,20	80,00	25,16	4,53	49,70	70,90	25,16	4,53	45,10	65,20	25,16	4,53	41,70	61,10	25,16	4,53	37,90	56,50
19	24,60	4,67	57,40	80,30	24,60	4,67	49,80	71,10	24,60	4,67	45,20	65,40	24,60	4,67	41,80	61,20	24,60	4,67	38,00	56,60
20	24,07	4,81	57,50	80,40	24,07	4,81	50,00	71,20	24,07	4,81	45,30	65,50	24,07	4,81	41,90	61,40	24,07	4,81	38,10	56,70

Quadro 10 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 60 a 100 mm h⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Lombardi Neto, para a cultura da soja e solos de alta resistência à erosão.

Declividade (%)	TIE 60 mm h ⁻¹				TIE 70 mm h ⁻¹				TIE 80 mm h ⁻¹				TIE 90 mm h ⁻¹				TIE 100 mm h ⁻¹			
	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)
1	84,71	0,85	20,40	35,00	84,71	0,85	19,20	33,50	84,71	0,85	18,00	32,10	84,71	0,85	17,00	30,80	84,71	0,85	16,10	29,70
2	63,32	1,27	24,40	39,90	63,32	1,27	22,90	38,10	63,32	1,27	21,60	36,40	63,32	1,27	20,40	34,90	63,32	1,27	19,20	33,60
3	53,40	1,60	26,90	42,90	53,40	1,60	25,20	40,90	53,40	1,60	23,80	39,10	53,40	1,60	22,40	37,50	53,40	1,60	21,20	36,00
4	47,32	1,89	28,60	45,10	47,32	1,89	26,90	42,90	47,32	1,89	25,30	41,00	47,32	1,89	23,90	39,30	47,32	1,89	22,60	37,70
5	43,09	2,15	29,90	46,70	43,09	2,15	28,10	44,50	43,09	2,15	26,50	42,40	43,09	2,15	25,00	40,60	43,09	2,15	23,60	38,90
6	39,91	2,39	31,00	48,00	39,91	2,39	29,10	45,70	39,91	2,39	27,40	43,60	39,91	2,39	25,90	41,70	39,91	2,39	24,50	39,90
7	37,41	2,62	31,80	49,00	37,41	2,62	29,90	46,60	37,41	2,62	28,10	44,50	37,41	2,62	26,60	42,50	37,41	2,62	25,10	40,80
8	35,37	2,83	32,50	49,80	35,37	2,83	30,60	47,40	35,37	2,83	28,80	45,20	35,37	2,83	27,10	43,20	35,37	2,83	25,70	41,40
9	33,66	3,03	33,10	50,50	33,66	3,03	31,10	48,10	33,66	3,03	29,30	45,80	33,66	3,03	27,60	43,80	33,66	3,03	26,10	42,00
10	32,21	3,22	33,60	51,10	32,21	3,22	31,50	48,60	32,21	3,22	29,70	46,40	32,21	3,22	28,00	44,30	32,21	3,22	26,50	42,40
11	30,94	3,40	34,00	51,60	30,94	3,40	31,90	49,10	30,94	3,40	30,00	46,80	30,94	3,40	28,30	44,70	30,94	3,40	26,80	42,80
12	29,83	3,58	34,30	52,00	29,83	3,58	32,20	49,50	29,83	3,58	30,30	47,20	29,83	3,58	28,60	45,10	29,83	3,58	27,10	43,20
13	28,85	3,75	34,60	52,40	28,85	3,75	32,50	49,80	28,85	3,75	30,60	47,50	28,85	3,75	28,90	45,40	28,85	3,75	27,30	43,40
14	27,96	3,91	34,80	52,70	27,96	3,91	32,70	50,10	27,96	3,91	30,80	47,70	27,96	3,91	29,10	45,60	27,96	3,91	27,50	43,70
15	27,16	4,07	35,10	52,90	27,16	4,07	32,90	50,40	27,16	4,07	31,00	48,00	27,16	4,07	29,30	45,80	27,16	4,07	27,70	43,90
16	26,44	4,23	35,20	53,20	26,44	4,23	33,10	50,60	26,44	4,23	31,20	48,20	26,44	4,23	29,40	46,00	26,44	4,23	27,80	44,10
17	25,77	4,38	35,40	53,30	25,77	4,38	33,30	50,70	25,77	4,38	31,30	48,30	25,77	4,38	29,50	46,20	25,77	4,38	27,90	44,20
18	25,16	4,53	35,50	53,50	25,16	4,53	33,40	50,90	25,16	4,53	31,40	48,50	25,16	4,53	29,60	46,30	25,16	4,53	28,00	44,30
19	24,60	4,67	35,60	53,60	24,60	4,67	33,50	51,00	24,60	4,67	31,50	48,60	24,60	4,67	29,70	46,40	24,60	4,67	28,10	44,40
20	24,07	4,81	35,70	53,80	24,07	4,81	33,60	51,10	24,07	4,81	31,60	48,70	24,07	4,81	29,80	46,50	24,07	4,81	28,20	44,50

4.2.2 Dimensionamento para cultura da soja, em solos de moderada resistência à erosão

Quadro 11 – Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 10 a 50 mm h⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Lombardi Neto, para a cultura da soja e solos de moderada resistência à erosão.

Declividade (%)	TIE 10 mm h ⁻¹				TIE 20 mm h ⁻¹				TIE 30 mm h ⁻¹				TIE 40 mm h ⁻¹				TIE 50 mm h ⁻¹			
	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)
1	74,55	0,75	30,80	47,70	74,55	0,75	26,80	42,80	74,55	0,75	24,30	39,70	74,55	0,75	22,50	37,50	74,55	0,75	20,40	35,00
2	55,72	1,11	36,80	55,10	55,72	1,11	32,00	49,20	55,72	1,11	29,00	45,60	55,72	1,11	26,90	42,90	55,72	1,11	24,40	39,90
3	46,99	1,41	40,60	59,70	46,99	1,41	35,30	53,20	46,99	1,41	32,00	49,20	46,99	1,41	29,60	46,20	46,99	1,41	26,90	43,00
4	41,65	1,67	43,20	62,90	41,65	1,67	37,60	56,00	41,65	1,67	34,10	51,70	41,65	1,67	31,50	48,60	41,65	1,67	28,70	45,10
5	37,92	1,90	45,20	65,40	37,92	1,90	39,30	58,10	37,92	1,90	35,70	53,70	37,92	1,90	33,00	50,40	37,92	1,90	30,00	46,70
6	35,12	2,11	46,80	67,30	35,12	2,11	40,70	59,80	35,12	2,11	36,90	55,20	35,12	2,11	34,10	51,80	35,12	2,11	31,00	48,00
7	32,92	2,30	48,10	68,90	32,92	2,30	41,80	61,20	32,92	2,30	37,90	56,40	32,92	2,30	35,00	52,90	32,92	2,30	31,90	49,00
8	31,13	2,49	49,10	70,10	31,13	2,49	42,70	62,30	31,13	2,49	38,70	57,40	31,13	2,49	35,80	53,80	31,13	2,49	32,60	49,90
9	29,62	2,67	50,00	71,20	29,62	2,67	43,40	63,20	29,62	2,67	39,40	58,20	29,62	2,67	36,40	54,60	29,62	2,67	33,10	50,60
10	28,34	2,83	50,70	72,10	28,34	2,83	44,00	63,90	28,34	2,83	40,00	58,90	28,34	2,83	37,00	55,30	28,34	2,83	33,60	51,20
11	27,23	3,00	51,30	72,80	27,23	3,00	44,60	64,60	27,23	3,00	40,40	59,50	27,23	3,00	37,40	55,80	27,23	3,00	34,00	51,70
12	26,25	3,15	51,80	73,50	26,25	3,15	45,00	65,10	26,25	3,15	40,80	60,00	26,25	3,15	37,80	56,30	26,25	3,15	34,40	52,10
13	25,38	3,30	52,20	74,00	25,38	3,30	45,40	65,60	25,38	3,30	41,20	60,50	25,38	3,30	38,10	56,70	25,38	3,30	34,70	52,40
14	24,61	3,44	52,60	74,40	24,61	3,44	45,70	66,00	24,61	3,44	41,50	60,80	24,61	3,44	38,40	57,00	24,61	3,44	34,90	52,70
15	23,90	3,59	52,90	74,80	23,90	3,59	46,00	66,30	23,90	3,59	41,70	61,10	23,90	3,59	38,60	57,30	23,90	3,59	35,10	53,00
16	23,26	3,72	53,20	75,20	23,26	3,72	46,20	66,60	23,26	3,72	42,00	61,40	23,26	3,72	38,80	57,50	23,26	3,72	35,30	53,20
17	22,68	3,86	53,40	75,50	22,68	3,86	46,40	66,90	22,68	3,86	42,10	61,60	22,68	3,86	39,00	57,70	22,68	3,86	35,40	53,40
18	22,14	3,99	53,60	75,70	22,14	3,99	46,60	67,10	22,14	3,99	42,30	61,80	22,14	3,99	39,10	57,90	22,14	3,99	35,60	53,60
19	21,64	4,11	53,80	75,90	21,64	4,11	46,80	67,30	21,64	4,11	42,40	62,00	21,64	4,11	39,20	58,00	21,64	4,11	35,70	53,70
20	21,18	4,24	53,90	76,10	21,18	4,24	46,90	67,40	21,18	4,24	42,50	62,10	21,18	4,24	39,30	58,20	21,18	4,24	35,80	53,80

Quadro 12 - Espaçamento horizontal (EH), espaçamento vertical (EV), altura teórica (H) e altura real (Hr) para solos com taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) de 60 a 100 mm h⁻¹ e declividade de 1 a 20%, pelo método de Lombardi Neto, para a cultura da soja e solos de moderada resistência à erosão.

Declividade (%)	TIE 60 mm h ⁻¹				TIE 70 mm h ⁻¹				TIE 80 mm h ⁻¹				TIE 90 mm h ⁻¹				TIE 100 mm h ⁻¹			
	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)	EH (m)	EV (m)	H (cm)	Hr (cm)
1	74,55	0,75	19,10	33,40	74,55	0,75	18,00	32,00	74,55	0,75	16,90	30,70	74,55	0,75	16,00	29,60	74,55	0,75	15,10	28,50
2	55,72	1,11	22,90	38,00	55,72	1,11	21,50	36,30	55,72	1,11	20,20	34,80	55,72	1,11	19,10	33,40	55,72	1,11	18,10	32,10
3	46,99	1,41	25,20	40,90	46,99	1,41	23,70	39,00	46,99	1,41	22,30	37,30	46,99	1,41	21,00	35,80	46,99	1,41	19,90	34,40
4	41,65	1,67	26,80	42,90	41,65	1,67	25,20	40,90	41,65	1,67	23,70	39,10	41,65	1,67	22,40	37,40	41,65	1,67	21,20	35,90
5	37,92	1,90	28,10	44,40	37,92	1,90	26,40	42,30	37,92	1,90	24,80	40,40	37,92	1,90	23,40	38,70	37,92	1,90	22,20	37,10
6	35,12	2,11	29,10	45,60	35,12	2,11	27,30	43,50	35,12	2,11	25,70	41,50	35,12	2,11	24,30	39,70	35,12	2,11	22,90	38,10
7	32,92	2,30	29,90	46,60	32,92	2,30	28,10	44,40	32,92	2,30	26,40	42,30	32,92	2,30	24,90	40,50	32,92	2,30	23,60	38,90
8	31,13	2,49	30,50	47,40	31,13	2,49	28,70	45,10	31,13	2,49	27,00	43,00	31,13	2,49	25,50	41,20	31,13	2,49	24,10	39,50
9	29,62	2,67	31,00	48,00	29,62	2,67	29,20	45,70	29,62	2,67	27,40	43,60	29,62	2,67	25,90	41,70	29,62	2,67	24,50	40,00
10	28,34	2,83	31,50	48,60	28,34	2,83	29,60	46,20	28,34	2,83	27,80	44,10	28,34	2,83	26,30	42,20	28,34	2,83	24,80	40,40
11	27,23	3,00	31,90	49,00	27,23	3,00	29,90	46,70	27,23	3,00	28,20	44,50	27,23	3,00	26,60	42,60	27,23	3,00	25,10	40,80
12	26,25	3,15	32,20	49,40	26,25	3,15	30,20	47,00	26,25	3,15	28,50	44,90	26,25	3,15	26,90	42,90	26,25	3,15	25,40	41,10
13	25,38	3,30	32,50	49,70	25,38	3,30	30,50	47,40	25,38	3,30	28,70	45,20	25,38	3,30	27,10	43,20	25,38	3,30	25,60	41,40
14	24,61	3,44	32,70	50,00	24,61	3,44	30,70	47,60	24,61	3,44	28,90	45,40	24,61	3,44	27,30	43,40	24,61	3,44	25,80	41,60
15	23,90	3,59	32,90	50,30	23,90	3,59	30,90	47,90	23,90	3,59	29,10	45,60	23,90	3,59	27,40	43,60	23,90	3,59	25,90	41,80
16	23,26	3,72	33,10	50,50	23,26	3,72	31,10	48,00	23,26	3,72	29,20	45,80	23,26	3,72	27,60	43,80	23,26	3,72	26,10	41,90
17	22,68	3,86	33,20	50,70	22,68	3,86	31,20	48,20	22,68	3,86	29,40	46,00	22,68	3,86	27,70	43,90	22,68	3,86	26,20	42,10
18	22,14	3,99	33,30	50,80	22,14	3,99	31,30	48,40	22,14	3,99	29,50	46,10	22,14	3,99	27,80	44,10	22,14	3,99	26,30	42,20
19	21,64	4,11	33,40	50,90	21,64	4,11	31,40	48,50	21,64	4,11	29,60	46,20	21,64	4,11	27,90	44,20	21,64	4,11	26,40	42,30
20	21,18	4,24	33,50	51,00	21,18	4,24	31,50	48,60	21,18	4,24	29,60	46,30	21,18	4,24	28,00	44,30	21,18	4,24	26,40	42,40

Com os quadros de dimensionamento pelo método de Lombardi Neto é possível observar que as distâncias horizontais e verticais diminuem de acordo com que a declividade aumenta.

No método de Lombardi Neto, quando a TIE do solo aumenta, diminui-se a altura do camaleão, o que por sua vez facilita a mecanização, podendo permitir a semeadura e a colheita do camaleão e do canal sem perdas.

Comparando os resultados na tabela 2 é possível ver que no método de Capacidade de armazenamento do canal, ocorre uma considerável redução nos espaçamentos verticais e horizontais dos terraços quando é melhorada a TIE, logo, dependendo da situação, poderá ocorrer que melhorando a qualidade física do solo, o agricultor poderá remover algumas estruturas sem comprometer o dimensionamento.

Tabela 2 – Comparativo de espaçamentos verticais e horizontais, altura teórica e altura real do terraço em solos com TIE 30 e declividade de 5%, para os diferentes métodos utilizados.

Método	EH (m)		EV (m)		H (cm)		Hr (cm)	
	TIE (mm h ⁻¹)							
	30	60	30	60	30	60	30	60
Cap. arm. do canal (1500 l m ⁻¹)	36,23	58,37	1,81	2,92	34,9	34,9	52,7	52,7
Cap. arm. do canal (1800 l m ⁻¹)	43,48	70,04	2,17	3,50	38,2	38,2	56,8	56,8
Lombardi Neto (alta resistência a erosão)	43,09	43,09	2,15	2,15	38,0	29,9	56,6	46,7
Lombardi Neto (moderada resistência a erosão)	37,92	37,92	1,90	1,90	35,7	28,1	53,7	44,4

Com isso volta-se a importância do manejo do solo e sua correlação entre a melhoria da TIE e redução da LES (Tab. 1) e sua consequente redução dos espaçamentos ou alturas dos terraços.

O agricultor ou profissional técnico que fará a tomada de decisão do método pode comparar os mesmos (a exemplo na Tabela 2), tendo em vista a declividade da área, estado físico do solo e mecanização para cultivo, optando por espaçamentos e alturas maiores ou menores de acordo com sua necessidade, porém pensando sempre na redução dos problemas relacionados a degradação do solo.

Denardin et al (1998) apontam a utilização do método de armazenamento do canal, Griebeler, Carvalho e Matos (2000), Silva (2010), Wadt (2003) entre outros citam o dimensionamento de terraços pela metodologia de Lombardi Neto, no entanto não há estudos científicos que comparem diferenças entre as duas metodologias, sendo que para ambos ao utilizar os valores e coeficientes corretos com a realidade local é possível inferir que o sistema não será dimensionado de forma sub ou superestimado.

Visando praticidade no dimensionamento de terraços, muitos profissionais optam por tabelas com os espaçamentos já calculados. Em estudos comparativos entre a utilização das tabelas propostas por Rufino (1994) e Lombardi Neto et al (1994), Caviglione et al (2010) encontraram pouca e semelhante perda de solo entre os métodos em comparação caso não houvesse terraços, recomendando ambas para área em que se deseja realizar um sistema de terraceamento.

No entanto, os espaçamentos propostos por Rufino (1994) apresentadas no trabalho de Caviglione et al (2010), apontam uma considerável redução nos espaçamentos horizontais e verticais entre terraços em comparação aos resultados obtidos no presente trabalho, o que por sua vez pode dificultar a mecanização e ainda aumentar o custo de implantação, por possivelmente aumentar as estruturas na área. Por sua vez, as distâncias apresentadas para a cultura da soja, sob SPD do grupo de alta resistência à erosão foram semelhantes.

Já a tabela de espaçamentos apresentada por Macedo, Capeche e Melo (2009), pelo método de Lombardi Neto, apresenta um espaçamento um pouco menor quando comparado aos resultados obtidos para a região das Missões, sendo explicado pelo fato de que o autor utilizou preparo do solo com grade leve e grade

niveladora e incorporação parcial dos restos culturais, o que diminui o valor do índice a ser utilizado.

5 CONCLUSÕES

O dimensionamento de terraços pelo método de capacidade de armazenamento do canal não diminui a distância horizontal entre as estruturas com o aumento da declividade.

Com o aumento de capacidade do canal de 1500 l m^{-1} para 1800 l m^{-1} a distância horizontal e vertical entre os terraços aumenta, o que pode ser desejado pelo produtor, porém aumenta-se com isso a altura do camaleão.

Com o aumento da taxa de infiltração estável de água no solo, no método de armazenamento do canal, a distância horizontal e vertical entre os terraços aumenta, já no método de Lombardi Neto, tais distâncias não se alteram, entretanto, este padrão entre os métodos se alteram quando são comparados a altura teórica e altura real.

A utilização de tais resultados no dimensionamento de terraços para a região das Missões do RS pode favorecer a produtividade das culturas de interesse, por reduzir as perdas de água, conseqüentemente aumentando sua infiltração e reduzindo problemas de erosão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, André Julio do. **Fator cobertura e manejo da equação universal de perda de solo para soja e trigo em um cambissolo húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de manejo.** 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Curso de Ciência do Solo, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, 2006.
- ANPr – AGENCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ. Governo, universidades e iniciativa privada vão desenvolver pesquisas. Mar. 2017. Disponível em <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=93822#>>. Acesso em 21 jun. 2019.
- ARGENTON, Jeferson et al. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 425-435, jun. 2005.
- BARCELOS, Amauri Antunes; CASSOL, Elemar Antonino; DENARDIN, José Eloir. Infiltração de água em um Latossolo vermelho-escuro sob condições de chuva intensa em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 35-43, mar. 1999.
- BAVOSO, Marina Araújo et al. Resiliência física de dois latossolos vermelhos sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1892-1904, dez. 2012.
- BERTOL, Ildegardis et al. WATER INFILTRATION IN TWO CULTIVATED SOILS IN SOUTHERN BRAZIL. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 573-588, abr. 2015.
- BRAIDA, João Alfredo et al. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 605-614, ago. 2006.
- CASALI, Carlos Alberto et al. Benefícios das plantas de cobertura sobre as propriedades físicas do solo. In: TIECHER, Tales. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água.** Porto Alegre: UFRGS, 2016. Cap. 3. p. 34-48.
- CASTRO, Luciana Gomes; COGO, Neroli Pedro; VOLK, Leandro Bocchi da Silva. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 339-352, abr. 2006.
- CASSOL, Elemar Antonino et al. Erosividade, padrões hidrológicos, período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em São Borja, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1239-1251, jun. 2008.

CAVAGLIONE, João Henrique et al. **Espaçamento entre terraços em plantio direto**. Londrina. IAPAR, boletim técnico 71. 51 p. 2010.

CHAVES, Henrique Marinho Leite; PIAU, Leonardo Peres. Efeito da variabilidade da precipitação pluvial e do uso e manejo do solo sobre o escoamento superficial e o aporte de sedimento de uma bacia hidrográfica do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 333-343, fev. 2008.

CODASP - Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo. **Manual técnico de motomecanização agrícola**. São Paulo, 1994. 100p.

COREDE MISSÕES - CONSELHO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DAS MISSÕES/RS. **Planejamento estratégico regional**. 74 p. [200-?]. Disponível em <<http://www2.al.rs.gov.br/forumdemocratico/LinkClick.aspx?fileticket=9Urkjjeva2g%3D&tabid=5363&mid=7972>>. Acesso em 06 dez. 2019

CUNHA, José Edézio et al. Escoamento superficial e perdas de solos por erosão hídrica em uma topossequência sobre o Arenito Caiuá no Noroeste do estado do Paraná. **Boletim de Geografia**. Maringá, PR: v. 34, n. 1, p. 141-153, jan./abr. 2016. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/download/22953/pdf>>. Acesso em 03 abr. 2019.

DALMAGO, Genei Antonio. et al. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 855-864, dez. 2009.

DENARDIN, José Eloir et al. **Manejo de enxurrada em sistema plantio direto**. Porto Alegre, RS: Fórum estadual de Solo e Água, 2005. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355291/11341263/Livro+-+Manejo+de+Enxurrada+em+Sistema+de+Plantio+Direto.pdf/01c6e4c1-657d-4f0c-87e3-aace4661296c?version=1.0>>. Acesso em 28 mar. 2019.

DENARDIN, José Eloir et al. Sistema plantio direto: evolução e implementação. In: PIRES, Joao Leonardo Fernandes et al. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. cap.7, p. 185-215.

DENARDIN, José Eloir et al. Terraceamento em lavoura manejada sob sistema plantio direto. **XXII Reunião brasileira de Manejo e Conservação do solo e da Água**. Fortaleza, 1998. p. 198-199.

DENARDIN, José Eloir et al. "Vertical mulching" como prática conservacionista para manejo de enxurrada em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. spe, p. 2847-2852, dez. 2008.

DENARDIN, José Eloir; FREITAS, Pedro Luiz de. Características fundamentais da chuva no Brasil. In: EMBRAPA: **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.17, n.10, out. 1982. p. 1409-1416.

DENARDIN, José Eloir; KOCHHANN, Rainoldo Alberto. Erosão e práticas mecânicas e vegetativas de conservação do solo em sistema plantio direto. In: FONTOURA, Sandra Mara Vieira; BAYER, Cimélio (Org.). **Manejo e fertilidade de solos em plantio direto**. 2. ed. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2009. Cap. 10. p. 203-231.

EDUARDO, Eliete Nazaré et al. Erodibilidade, fatores cobertura e manejo e práticas conservacionistas em argissolo vermelho-amarelo, sob condições de chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 796-803, jun. 2013.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Construção de terraços para controle da erosão pluvial no Estado do Acre**. EMBRAPA Acre, 2003. 44 p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Práticas mecânicas de conservação de água e solo – terraceamento**. Unidade 2. 2014. Disponível em <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/62/4/Unidade_2.pdf>. Acesso em 21 jun. 2019.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. Grupo Técnico Intergovernamental de Solos. **Estado mundial del recurso suelo (EMRS) – Resumen técnico**. Roma, Itália. 2015.

FIORIN, Jackson Ernani; SCHNELL, Alessandro; RUEDELL, José. **Diagnóstico das propriedades rurais na região de abrangência das cooperativas COOPATRIGO, COOPEROQUE, COTAP, COTRISA, COTRISAL (SB) e TRITÍCOLA**. Cruz Alta, RS: FUNDACEP FECOTRIGO, 2007.

GARCIA, Sandra Maria; RIGHES, Afranio Almir. Vertical Mulching e manejo da água em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 833-842, abr. 2008.

GERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. In: GUERRA, Antonio José Teixeira. **O início do processo erosivo**. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2012. cap. 1, p. 17-56.

GRIEBELER, Nori Paulo; CARVALHO, Daniel Fonseca de; MATOS, Antonio Teixeira de. Estimativa do custo de implantação de sistema de terraceamento, utilizando-se o sistema de informações geográficas. Estudo de caso: Bacia do Rio Caxangá, PR. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 299-303, 2000.

GRIEBELER, Nori Paulo. et al. Avaliação de um modelo para a estimativa da lâmina máxima de escoamento superficial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 411-417, jun. 2001.

GRIEBELER, Nori Paulo et al. Variabilidade espacial da seção transversal de terraços posicionados em nível. **Revista Engenharia na Agricultura**. v.6, n.1, p.1-11, 1998.

HAAS, Jaqueline Mallmann. **As diferenciações e transformações sócio-territoriais no espaço agrário das Missões/RS**. 2008. 163 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

HECKLER, João Carlos; SALTON, Júlio Cesar. Palha: fundamento do Sistema Plantio Direto. In: Embrapa Agropecuária Oeste. **Coleção Sistema Plantio Direto**. Dourados, 2002. 26p.

Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em 21 abr. 2019.

LIMA, Cláudia Liane Rodrigues de. **Compressibilidade de solos versus intensidade de tráfego em um pomar de laranja e pisoteio animal em pastagem irrigada**. 2004. 60 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

LOMBARDI NETO, Francisco. et al. **Terraceamento Agrícola**. Campinas, SP: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado de São Paulo – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, São Paulo, boletim técnico, 206, 39 p. 1994.

LUCIANO, Rodrigo Vieira et al. Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1733-1744, dez. 2012.

LUCIANO, Rodrigo Vieira et al. Perdas de água e solo por erosão hídrica em duas direções de semeadura de aveia e ervilhaca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 669-676, jun. 2009.

MACEDO, José Reinaldo de; CAPECHE, Cláudio Lucas; Melo, Adoildo da Silva. **Recomendação de manejo e conservação de solo e água**. Niterói. Programa Rio Rural, manual técnico 20. 45 p. 2009.

MARTINS, Dagoberto; GONCALVES, Clebson Gomes; SILVA JUNIOR, Antonio Carlos da. Coberturas mortas de inverno e controle químico sobre plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 47, n. 4, p. 649-657, dez. 2016.

MOTTER, Paulino; ALMEIDA, Herlon Goelzer de. Contexto histórico do surgimento do plantio direto no Brasil. In: MOTTER, Paulino; ALMEIDA, Herlon Goelzer de. **Plantio direto: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira**. Foz do Iguaçu, Parque Itaipu, 2015, 144 p. Cap. 1. p. 10-23.

MIRANDA, Antônio Calazans Reis et al. Assessment of efficiency and adequacy of retention terraces. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 577-586, abr. 2012.

NICOLODI, Margarete et al. Insuficiência do conceito mineralista para expressar a fertilidade do solo percebida pelas plantas cultivadas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. spe, p. 2735-2744, dez. 2008.

PANACHUKI, Elói et al. Perdas de solo e de água e infiltração de água em latossolo vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1777-1786, out. 2011.

PEREIRA, Silvio Bueno et al. Desprendimento e arraste do solo pelo escoamento superficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 423-429, dez. 2003.

PRANDO, Maryara Buriola et al. Infiltração de água no solo sob escarificação e rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 693-700, jun. 2010.

PRUSKI, Fernando Falco. Escoamento superficial. In: PRUSKI, Fernando Falco. **Conservação de Solo e Água - Práticas Mecânicas Para o Controle da Erosão Hídrica**. Viçosa: UFV, 2009. Cap. 6. p. 108-131.

PRUSKI, Fernando Falco; GRIEBELER, Nori Paulo; SILVA, José Márcio Alves da. Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica em áreas agrícolas. In: PRUSKI, Fernando Falco. **Conservação de Solo e Água - Práticas Mecânicas Para o Controle da Erosão Hídrica**. Viçosa: UFV, 2009. Cap. 6. p. 132-170.

PRUSKI, Fernando Falco. **Conservação de solo e água - Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa: UFV, 2009. p. 279.

REICHERT, José Miguel et al. COMPACTAÇÃO DO SOLO EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS E FLORESTAIS: IDENTIFICAÇÃO, EFEITOS, LIMITES CRÍTICOS E MITIGAÇÃO. In: CERETTA, Carlos Aalberto et al. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v.5, p.49-134.

RESCK, Dimas Vital Siqueira. **A conservação da água via terraceamento em sistemas de plantio direto e convencional no Cerrado**. Planaltina, Circular Técnica 22, 8 p. 2002. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/cirtec_22_000fxoliayd02wyiv80soht9hrsw1t47.pdf>. Acesso em 20 abr. 2019.

SILVA, Demétrius David da et al. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um argissolo vermelho-amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 409-419, ago. 2005.

SILVA, Marx Leandro Naves. **Aula 8 – Conservação do solo e da água**. [2016?] Disponível em <<https://docplayer.com.br/3687713-Pcs-502-conservacao-do-solo-e-da-agua-prof-marx-leandro-naves-silva.html>>. Acesso em 21 jun. 2019.

SILVA, Renato Lemos e. **Erosão do solo em sistema plantio direto: influência do comprimento de rampa e da direção de semeadura**. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo, Campinas, 2010.

STEFANOSKI, Diane Cristina et al. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1301-1309, dez. 2013.

STRECK, Edeimar Valdir et al. A diversidade dos solos e sua distribuição no Rio Grande do Sul. In: STRECK, Edeimar Valdir et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. ed. 2. Cap. 5, p 123-166.

SUZUKI, Luis Eduardo Akiyoshi Sanches. **Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas do solo e crescimento e rendimento de culturas**. 2005. 149 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Santa Maria, 2005.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE/FOREING AGRICULTURAL SERVICE – USDA/FAZ. **Indonesia: stagnating rice production ensures continued need for imports**. Mar. 2012. Disponível em <https://ipad.fas.usda.gov/highlights/2012/03/Indonesia_rice_Mar2012/#top>. Acesso em 21 jun. 2019.

VOLK, Leandro Bochi da Silva; COGO, Neroli Pedro. Erosão hídrica, em três momentos da cultura do milho, influenciada por métodos de preparo do solo e semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 565-574, abr. 2014.

WADT, Paulo Guilherme Salvador (Ed.). **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Embrapa Acre, Rio Branco, 2003. Documento 30, 32 p. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAF-AC/7611/1/doc90.pdf>>. Acesso em 19 nov. 2019.

WEIRICH NETO, Pedro Henrique; ROSA, André Luiz Tortato da; GOMES, Jaime Alberti. Suscetibilidade de dois tipos de solo à compactação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 349-353, 2002.

WISCHMEIER, Walter Henry; SMITH, Dwight, D. **Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning**. Washington, D.C.: United States Departamento of Agriculture, Agriculture Handbook 1978, n. 537.