**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Efeito da cobertura do solo e de práticas de controle de erosão nas perdas de
água e solo por escoamento superficial**

Marco Antônio Rosa de Carvalho

Tese apresentada para a obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de concentração:
Irrigação e Drenagem

**Piracicaba
2009**

Marco Antônio Rosa de Carvalho
Engenheiro Agrônomo

**Efeito da cobertura do solo e de práticas de controle de erosão nas perdas de água e solo
por escoamento superficial**

Orientador:
Prof. Dr. **JARBAS HONORIO DE MIRANDA**

Tese apresentada para a obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de concentração:
Irrigação e Drenagem

**Piracicaba
2009**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Carvalho, Marco Antônio Rosa de

Efeito da cobertura do solo e de práticas de controle de erosão nas perdas de água e solo por escoamento superficial / Marco Antônio Rosa de Carvalho. - - Piracicaba, 2009. 120 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Cobertura do solo 2. Erosão 3. Escoamento superficial 4. Umidade do solo I. Título

CDD 631.432
C331e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Ao meu filho Raul,
à minha esposa Lilian,
e aos meus pais,
Eliezer (in memoriam) e Lenise.

DEDICO

*As águas seguem rolando
Até quando Deus quiser
A seca vem, mas a fé
Tá segura pro outro ano.*

Fernando Rosa

AGRADECIMENTOS

A DEUS, o Grande Arquiteto do Universo, pela vida;

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), pela oportunidade e pelo suporte concedido na realização desta tese;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação (INCTEI), pelo apoio financeiro a esta pesquisa;

Ao Prof. Jarbas Honorio de Miranda, pela orientação na realização desta Tese;

Aos Professores Décio Eugênio Cruciani e Sergio Nascimento Duarte, pelas valiosas sugestões;

Ao professor José Antonio Frizzzone, pelos conhecimentos e ensinamentos de vida;

Ao professor Rubens Duarte Coelho, pela consideração e amizade;

Aos Professores Marcos Vinícius Folegatti, Tarlei Arriel Botrel, Paulo Leonel Libardi, Carlos Tadeu dos Santos Dias, Iran José Oliveira da Silva, pelos conhecimentos e pela dedicação;

À minha esposa Lilian Cristina Castro de Carvalho, que na alegria ou na tristeza, na saúde ou na doença, esteve sempre ao meu lado;

Aos amigos, Allan, Antônio Clarette, Cícero, Cláudio Uyeda, Dalva, Valfísio, João Batista, Kelly Tagianne, Osvaldo, Pabblo, Pedro Róbinson, Priscylla, Robson Armindo, Robson Souza, Sérgio Weine e Sílvio Carlos pela amizade, pelo apoio e pelas constantes confraternizações, durante a morada em Piracicaba, SP;

A todos os colegas do Curso de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem - ESALQ/USP, pela convivência e pelo companheirismo no decorrer do curso;

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, Davilmar, Sandra, Beatriz, Hélio, Gilmar, Antônio e Luís, pelo apoio e pela colaboração;

Aos meus irmãos: Silvana, Valéria e Fernando; cunhados: Henrique, Simone, Liliane, Márcio, Bruna, Andréa e Ingrid; sobrinhos: Felipe, Rômulo, Sarah, Marina, Renan, Rodrigo, Cecília e Márcio Filho; avó Circe (in memoriam); Maria, Jaqueline, tios, primos e amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e dividem comigo esta alegria.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO.....	21
2 DESENVOLVIMENTO.....	23
2.1 Revisão Bibliográfica	23
2.1.1 Processo erosivo	23
2.1.1.1 Processo de ocorrência da erosão hídrica	24
2.1.2 Práticas conservacionistas	27
2.1.2.1 Terraceamento	28
2.1.2.2 Sulcos de infiltração (“mulching” vertical)	29
2.1.3 Cobertura do solo	32
2.1.4 Coeficiente de escoamento superficial (C).....	34
2.1.5 Cobertura vegetal do solo com o feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>) cultivar IAC-Ybaté.....	37
2.1.6 Cobertura vegetal do solo com o capim-braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf)	39
2.1.7 Tensiometria	40
2.2 Material e Métodos	41
2.2.1 Localização e caracterização da área experimental	41
2.2.2 Instalação do experimento	42
2.2.3 Tratamentos e delineamento experimental	47
2.2.4 Condução do experimento	48
2.2.5 Práticas culturais.....	50
2.2.6 Características físico-hídricas do solo	50
2.2.7 Umidade do solo.....	52
2.2.8 Dados pluviométricos	58
2.3 Resultados e discussão	59
2.3.1 Perdas de solo	59
2.3.2 Perdas de água	64

2.3.3 Comparação dos coeficientes de escoamento (C).....	69
3 CONCLUSÕES	89
REFERÊNCIAS.....	91
APÊNDICES.....	99

RESUMO

Efeito da cobertura do solo e de práticas de controle de erosão nas perdas de água e solo por escoamento superficial

Os principais poluentes dos mananciais hídricos nas áreas rurais são a matéria orgânica, os sedimentos, os nutrientes e os pesticidas, transportados principalmente pelo escoamento da água oriunda das terras agricultadas. Devido a esse fato, faz-se necessário o desenvolvimento e aplicação de tecnologias que venham a reduzir descargas de resíduos indesejáveis. Nesse sentido, conduziu-se um experimento na área experimental do Departamento de Engenharia Rural - ESALQ/USP, Piracicaba - SP, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes coberturas do solo, (feijão, capim e solo nu) e diferentes práticas de controle de erosão (sulco de infiltração, terraço de infiltração e rampa (sem práticas de controle de erosão)), buscando-se estimar a capacidade de infiltração de água e perdas de solo por escoamento superficial. O delineamento estatístico adotado foi o de blocos aleatorizados, em esquema fatorial 3x3 (práticas de controle de erosão x cobertura do solo), perfazendo 9 tratamentos com 3 repetições, sendo considerado cada bloco uma repetição. O período de coleta de dados pluviométricos foi de 06 de dezembro de 2007 a 11 de abril de 2008, para tal, utilizou-se um pluviômetro, com 21,1 cm de diâmetro, instalado dentro da área experimental. Observando-se as perdas de solo, em relação às estruturas, tem-se em ordem decrescente de eficiência: Terraço, Sulco e Rampa; e em relação às coberturas, tem-se em ordem decrescente de eficiência: Capim, Feijão e Solo Nu. Observando-se as perdas de água, em relação às estruturas, tem-se em ordem decrescente de eficiência: Terraço, Sulco e Rampa; e com relação às coberturas, tem-se em ordem decrescente de eficiência: Feijão, Capim e Solo Nu. Calculou-se um coeficiente de escoamento (C) corrigido para cada tratamento e foram obtidos os seguintes valores para os respectivos tratamentos: 0,18 (Terraço Feijão); 0,18 (Terraço Capim); 0,24 (Sulco Feijão); 0,26 (Sulco Capim); 0,29 (Rampa Capim); 0,31 (Rampa Feijão); 0,42 (Terraço Solo Nu); 0,44 (Sulco Solo Nu) e 0,52 (Rampa Solo Nu). Devido ao replantio do feijão, houve uma maior movimentação de terra nas parcelas com esta cobertura de solo, favorecendo assim a um aumento na desagregação de solo, conseqüentemente, um aumento no arraste de partículas de solo e uma maior infiltração de água.

Palavras-chave: Terraço de infiltração: “Mulching” vertical; Cobertura vegetal

ABSTRACT

Ground covering and practical erosion control effects in the water and soil losses by run-off

The main pollutants of water resources from agricultural areas are organic matter, sediments, nutrients and pesticides, carried out mainly by runoff from farming lands. Considering this fact, it is very important the development and application of technologies to reduce such undesirable residues discharges, that were analyzed in this study. The experiment was carried out in the experimental area at ESALQ / USP, Piracicaba - SP, Brazil, with the objective to evaluate the effect of different ground coverings, wide base terraces and infiltration furrows in slopes, searching esteem the water infiltration capacity and soil losses by run-off. The adopted statistical delineation in the experiment was randomized blocks, in 3x3 factorial diagram (torrent containment structures x ground covering), making 9 treatments with 3 repetitions, being considered each block a repetition. The torrent containment structures have been: infiltration furrows, infiltration terrace and slope (without containment structure) and the ground coverings have been: bean, grass and naked ground (without ground covering). The pluviometric data collection began in December, 06, 2007 and finished in April, 11, 2008, for such, was used a rain gauge, with 21.1 cm of diameter, installed inside of the experimental area. Observing the ground losses, with relationship to the structures, we have in sequence of decreasing efficiency: Terrace, Furrow and Slope; and with relationship to the covering: Grass, Bean and Naked Ground. Observing the water losses, with relationship to the structures, we have in sequence of decreasing efficiency: Terrace, Furrow and Slope; and with relationship to the covering: Bean, Grass and Naked Ground. A draining coefficient average (C) was calculated for each treatment that is for the respective treatments: 0.18 (Bean Terrace), 0.18 (Grass Terrace), 0.24 (Bean Furrow), 0.26 (Grass Furrow), 0.29 (Grass Slope), 0.31 (Bean Slope), 0.42 (Naked Ground Terrace), 0.44 (Naked Ground Furrow) and 0.52 (Naked Ground Slope). Had to the replant of the beans, it had a bigger land movement in the parcels with this ground covering, thus favoring to an increase in the ground disaggregation, consequently, an increase in it drags of ground particles and a bigger water infiltration.

Keywords: Infiltration terrace; Vertical mulching; Soil covering

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Demarcação das parcelas experimentais	43
Figura 2 – Delimitação das parcelas experimentais	44
Figura 3 – Croqui da área experimental	44
Figura 4 – Vista frontal das caixas d'água	45
Figura 5 – Terraço de infiltração com a cultura do feijão	46
Figura 6 – Sulco de infiltração com o capim braquiária	46
Figura 7 – Disposição dos tratamentos.....	47
Figura 8 – Leitura da lâmina escoada.....	48
Figura 9 – Medição de 100 mL da amostra.....	49
Figura 10 – Curva de retenção da água no solo relativa ao Bloco 1	51
Figura 11 – Curva de retenção da água no solo relativa ao Bloco 2	52
Figura 12 – Curva de retenção da água no solo relativa ao Bloco 3	52
Figura 13 - Massa de solo (Kg), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), terraço com capim (TC), terraço com solo nu (TN), sulco com feijão (SF), sulco com capim (SC), sulco com solo nu (SN), rampa com feijão (RF), rampa com capim (RC) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 10 de abril de 2008	60
Figura 14 – Perda média de solo (Kg), nos tratamentos: terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), terraço com feijão (TF), rampa com capim (RC), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 10 de abril de 2008	63
Figura 15 – Volume de água (m ³), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), terraço com capim (TC), terraço com solo nu (TN), sulco com feijão (SF), sulco com capim (SC), sulco com solo nu (SN), rampa com feijão (RF), rampa com capim (RC) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 10 de abril de 2008	65
Figura 16 – Perda média de água (m ³), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), terraço com capim (TC), sulco com feijão (SF), sulco com capim (SC), rampa com feijão (RF), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 10 de abril de 2008	68

Figura 17 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Terraço Feijão (TF), Terraço Capim (TC), Terraço Solo Nu (TN), Sulco Feijão (SF), Sulco Capim (SC), Sulco Solo Nu (SN), Rampa Feijão (RF), Rampa Capim (RC) e Rampa Solo Nu (RN) em função dos dias após o plantio (DAP).....	83
Figura 18 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Terraço Feijão (TF), Terraço Capim (TC) e Terraço Solo Nu (TN) em função dos dias após o plantio (DAP).....	83
Figura 19 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Sulco Feijão (SF), Sulco Capim (SC) e Sulco Solo Nu (SN) em função dos dias após o plantio (DAP).....	84
Figura 20 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Rampa Feijão (RF), Rampa Capim (RC) e Rampa Solo Nu (RN) em função dos dias após o plantio (DAP)	85
Figura 21 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Terraço Feijão (TF), Sulco Feijão (SF) e Rampa Feijão (RF) em função dos dias após o plantio (DAP).....	85
Figura 22 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Terraço Capim (TC), Sulco Capim (SC) e Rampa Capim (RC) em função dos dias após o plantio (DAP)	86
Figura 23 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Terraço Solo Nu (TN), Sulco Solo Nu (SN) e Rampa Solo Nu (RN) em função dos dias após o plantio (DAP)	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de coeficiente de escoamento (C) recomendados pelo Soil Conservation Service – USDA	35
Tabela 2 – Valores de C' para áreas rurais	35
Tabela 3 – Fator de correção de “C” em função do tempo de retorno	36
Tabela 4 – Valores de uso e cobertura da terra – Fator C	36
Tabela 5 – Valores de P para alguns tipos de manejo de solos	37
Tabela 6 – Análise química do solo da área experimental	50
Tabela 7 – Características físicas do solo da área experimental.....	51
Tabela 8 – Tensão da água no solo (em kPa) a 15 cm de profundidade nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN), do dia 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2008	53
Tabela 9 – Tensão da água no solo (em kPa) a 15 cm de profundidade nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN), do dia 13 de fevereiro a 27 de fevereiro de 2008	54
Tabela 10 – Tensão da água no solo (em kPa) a 15 cm de profundidade nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN), do dia 28 de fevereiro a 13 de março de 2008	55
Tabela 11 – Tensão da água no solo (em kPa) a 15 cm de profundidade nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN), do dia 14 de março a 28 de março de 2008	56

Tabela 12 – Tensão da água no solo (em kPa) a 15 cm de profundidade nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN), do dia 29 de março a 11 de abril de 2008.....	57
Tabela 13 – Chuvas (em mm) durante o experimento	58
Tabela 14 – Massa de solo (Ms) calculada (em Kg), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 10 de abril de 2008	59
Tabela 15 – Análise da variância do efeito das estruturas de contenção nas coberturas do solo em terrenos declivosos, para perdas de solo (Kg).....	61
Tabela 16 – Efeito das estruturas de contenção na reação de coberturas do solo. Médias referentes a perda de solo (Kg)	61
Tabela 17 – Comparação entre as perdas médias de solo (Kg) para os nove tratamentos.....	62
Tabela 18 – Volume de água (Va) calculado (m^3), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 10 de abril de 2008.....	65
Tabela 19 – Análise da variância do efeito das estruturas de contenção nas coberturas do solo em terrenos declivosos, para perdas de água (m^3)	66
Tabela 20 – Efeito das estruturas de contenção na reação de coberturas do solo. Médias referentes a perda de água (m^3).....	67
Tabela 21 – Comparação entre as perdas médias de água (m^3) para os nove tratamentos	67
Tabela 22 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 14 de dezembro de 2007	70
Tabela 23 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 20 de dezembro de 2007	70
Tabela 24 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 21 de dezembro de 2007	71

Tabela 25 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 6 de janeiro de 2008	71
Tabela 26 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 7 de janeiro de 2008	72
Tabela 27 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 12 de janeiro de 2008	72
Tabela 28 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 14 de janeiro de 2008	72
Tabela 29 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 17 de janeiro de 2008	73
Tabela 30 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 20 de janeiro de 2008	73
Tabela 31 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 21 de janeiro de 2008	74
Tabela 32 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 29 de janeiro de 2008	74
Tabela 33 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 30 de janeiro de 2008	74
Tabela 34 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 8 de fevereiro de 2008	75
Tabela 35 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 11 de fevereiro de 2008	75
Tabela 36 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 22 de fevereiro de 2008	76
Tabela 37 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 25 de fevereiro de 2008	76
Tabela 38 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 1º de março de 2008	76
Tabela 39 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 3 de março de 2008	77

Tabela 40 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 9 de março de 2008.....	77
Tabela 41 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 12 de março de 2008.....	78
Tabela 42 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 13 de março de 2008.....	78
Tabela 43 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 14 de março de 2008.....	78
Tabela 44 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 22 de março de 2008.....	79
Tabela 45 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 23 de março de 2008.....	79
Tabela 46 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 3 de abril de 2008.....	80
Tabela 47 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 4 de abril de 2008.....	80
Tabela 48 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 7 de abril de 2008.....	80
Tabela 49 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 10 de abril de 2008.....	81
Tabela 50 - Comparação entre os coeficientes de escoamento (C) para os nove tratamentos: Terraço Feijão (TF), Terraço Capim (TC), Terraço Solo Nu (TN), Sulco Feijão (SF), Sulco Capim (SC), Sulco Solo Nu (SN), Rampa Feijão (RF), Rampa Capim (RC) e Rampa Solo Nu (RN), no período de 14 de dezembro de 2007 a 10 de abril de 2008 e valores de C médio e C corrigido.....	82

1 INTRODUÇÃO

As terras erosionadas sofrem redução de área, às vezes totalmente, reduzindo sua capacidade de produção e sendo assim, pode-se dizer que a erosão do solo apresenta, de certa forma, uma relação direta com a escassez de alimentos. Por isso, em algumas regiões do mundo, a luta contra a erosão passa a ser fundamental.

A erosão tende a elevar os custos de produção dos produtos agropecuários, uma vez que se aumenta a necessidade de uso de corretivos e fertilizantes e reduz a eficiência operacional das máquinas, além dos custos adicionais com as próprias práticas para controle da erosão.

Diante desses aspectos, pode-se dizer que a sustentabilidade dos sistemas agrícolas está diretamente relacionada ao manejo do solo e das culturas e seu princípio está baseado na manutenção e melhoria da estrutura do solo, aumentando-se a taxa de infiltração de água e reduzindo o escoamento superficial.

No Brasil, a erosão hídrica é um dos fatores de desgaste que mais seriamente tem contribuído para a improdutividade do solo e é facilitada e acelerada pelo homem, com suas práticas inadequadas de agricultura. O solo perdido pela erosão hídrica é geralmente mais fértil, pois contém os nutrientes das plantas, húmus e algum fertilizante que o agricultor tenha aplicado.

O tráfego de máquinas pesadas nas operações de colheita e de outras atividades de deslocamento sobre o solo tem contribuído para sua compactação reduzindo a taxa de infiltração e causando perdas de água por escoamento superficial, a qual poderia ser armazenada no perfil e disponibilizada para as plantas em épocas de estiagem, contribuindo para a sustentabilidade da produção de grãos. Nesse caso, a água que escoar sobre o solo leva consigo sedimentos e apresenta problemas potenciais de desequilíbrio do ambiente, como por exemplo, redução do tempo de concentração em bacias hidrográficas, redução na recarga dos aquíferos subterrâneos e transporte de defensivos agrícolas com relevante potencial poluente do ambiente de mananciais de água. Pode-se dizer que os principais poluentes dos mananciais hídricos nas áreas rurais são a matéria orgânica, os sedimentos, os nutrientes e os pesticidas, transportados principalmente pelo escoamento da água oriunda das terras agricultadas.

A malha viária, representada pelas estradas rurais e caminhos internos das propriedades, em geral construídas e conservadas de modo inadequado, contribui de forma significativa para a erosão e a contaminação da água com sólidos totais. Entretanto, a erosão hídrica pode ser

reduzida por um manejo adequado dos restos culturais, principalmente, devido à manutenção de cobertura vegetal pelos resíduos sobre a superfície do solo. No entanto, nem sempre o manejo cultural é suficiente para a redução da erosão em um ecossistema sustentável. Nesses casos, é preciso lançar mão de práticas mecânicas de controle de erosão, tais como terraceamento agrícola e sulcos de infiltração.

O terraceamento é uma prática de conservação de solo que visa reduzir a perda de água e solo pela interceptação de enxurradas que ocorrem quando a intensidade da chuva supera a capacidade de infiltração do solo. Atualmente, o dimensionamento dos terraços tem sido feito com base em conhecimento empírico; no entanto, um conhecimento mais detalhado da física dos processos que regem o funcionamento dos terraços possibilitaria otimizar o dimensionamento dos terraços, levando em consideração as conseqüências econômicas, pois terraços superdimensionados resultam em custos desnecessários, enquanto os subdimensionados podem não exercer sua função, rompendo-se e levando a prejuízos ainda maiores do que se não estivessem construídos.

O sulco de infiltração, também chamado de “mulching” vertical, é uma tecnologia nova, com excelentes resultados na conservação de água e solo, como alternativa de substituir terraços no sistema de plantio direto. É uma tecnologia brasileira que pode evitar totalmente o escoamento superficial. Se for utilizada em uma bacia hidrográfica, propicia um aumento do volume de água nas vertentes, propiciando uma perenização dos rios com um maior volume disponível para o uso da irrigação, diminuindo-se os conflitos para a outorga de água.

O uso adequado do solo e da água, aliado às práticas de manejo e conservação exigidas para cada sistema de cultivo ou criação, pode reverter o processo de degradação dos recursos considerados e reduzir as perdas, tanto de solo como de nutrientes. O monitoramento das perdas de solo e água pode tanto indicar a velocidade dos processos de degradação pela erosão, quanto indicar a eficácia das medidas conservacionistas que venham a ser implementadas nas microbacias.

Portanto, devido ao grande interesse em se quantificar e minimizar as perdas de solo e água, tendo em vista a preocupação com impactos ambientais para gerações futuras, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes coberturas de solo, aliados a terraços de base larga e sulcos de infiltração, em rampas, buscando-se estimar a capacidade de infiltração de água e perdas de solo por escoamento superficial.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Processo erosivo

O revolvimento do solo antes do cultivo desagrega-o, facilitando o carreamento dos minerais pela água das chuvas. A perda de milhares de toneladas de solo agricultável durante anos, em consequência da erosão, é um dos mais graves problemas enfrentados pela economia agrícola. O processo de formação de novos solos, como resultado do intemperismo das rochas, é extremamente lento, daí a gravidade do problema. Toda atividade agrícola favorece o processo erosivo, mas algumas culturas facilitam-no mais do que outras.

A erosão consiste no processo de desprendimento e arraste das partículas do solo causado pela ação da água e do vento, constituindo-se na principal causa de degradação das terras agrícolas. Quanto ao tipo de agente causador, a erosão pode ser classificada em eólica ou hídrica. Na erosão eólica, o agente responsável pelo processo erosivo é o vento, enquanto na erosão hídrica é a água.

Segundo Barroso e Silva (1992), o processo erosivo também causa problemas em cursos e reservatórios d'água, podendo-se destacar: redução da capacidade de armazenamento dos reservatórios devido à sedimentação de material transportado; redução do potencial de geração de energia elétrica; elevação dos custos de tratamento da água; desequilíbrio no balanço de oxigênio dissolvido na água, proporcionando prejuízos para o crescimento de espécies aquáticas; e aumento dos custos de dragagem dos cursos e reservatórios d'água.

O processo erosivo constitui-se na principal causa de degradação dos solos, trazendo como consequência, prejuízos ao setor agrícola e ao meio ambiente, com reflexos não só econômicos, mas também sociais. Dentre os prejuízos causados pela erosão, provavelmente o mais maléfico seja a própria perda de solo, uma vez que a Natureza leva cerca de 100 anos para formar uma camada de solo de 1 cm de espessura (BENNETT, 1955), a qual, muitas vezes, poderá ser perdida com uma única chuva.

O nutriente mais afetado no processo de degradação do solo é o nitrogênio, devido ao fato de que a sua principal fonte, a matéria orgânica, concentrar-se na superfície do solo e ser perdido

seletivamente pelo processo de erosão (AITA, 1997). O entendimento da dinâmica do nitrogênio no solo é fundamental para a racionalização no uso dos fertilizantes nitrogenados minerais ou orgânicos, tanto do ponto de vista da produtividade das culturas como da qualidade ambiental.

O manejo inadequado e a degradação do solo têm como conseqüências, dentre outras, a redução do potencial de produção agrícola das terras, a remoção das camadas superiores do solo, a poluição de rios, riachos e cursos d'água, alagamento de terras baixas, acumulação de sedimentos em leitos de rios, em áreas de irrigação e em terras agrícolas, e como conseqüência desse assoreamento dos rios, torna-se difícil a captação da água destinada ao abastecimento e à irrigação (SILVEIRA, 1998).

Para Amaral (1984), não se estará fazendo uso racional do solo quando os dois princípios básicos da agricultura, quais sejam a mecanização e a conservação do solo, não estiverem aliados equilibradamente no interesse imediatista da produção, com os cuidados exigidos para a conservação de sua fertilidade.

2.1.1.1 Processo de ocorrência da erosão hídrica

A chuva é o fator climático de maior importância para a erosão hídrica do solo, devido à ação erosiva provocada pelo impacto das gotas e pelo escoamento superficial produzido. Os solos, em geral, possuem variabilidade espacial muito grande em suas propriedades químicas, físicas e morfológicas. Com isso, é esperado que o seu comportamento em relação ao processo erosivo seja bastante diferenciado. Entretanto, quanto menor a estabilidade dos agregados e a capacidade de infiltração da água no solo, maior será a suscetibilidade do solo à erosão. Solos ricos em silte e areia e pobres em matéria orgânica são mais propensos ao processo erosivo, em razão da pequena resistência que oferecem ao desprendimento de partículas durante a precipitação. A baixa capacidade de infiltração da água em um solo torna-o mais propenso ao escoamento superficial e, conseqüentemente, ao transporte de sedimentos. Além disso, quanto mais íngreme e longa for a encosta, tanto maior será a concentração do escoamento superficial e, por conseqüência, maiores devem ser a velocidade e a vazão correspondentes, o que aumentará a capacidade de transporte de sedimentos (PRUSKI, 1998).

A mobilização do solo é uma das principais causas antrópicas da ocorrência de erosão hídrica, que provoca perdas consideráveis de água e solo, podendo em casos extremos, tornar a terra imprópria para práticas agrícolas (DECHEN; PROCHNOW, 2003).

O processo associado à erosão hídrica pode ser descrito da seguinte forma: com o início da chuva, parte do volume precipitado é interceptado pela vegetação e parte atinge a superfície do solo, provocando o umedecimento dos agregados do solo e reduzindo suas forças coesivas. Com a continuidade da ação da chuva, pode ocorrer a desintegração dos agregados, com conseqüente desprendimento das partículas menores. A quantidade de solo desestruturado aumenta com a intensidade da chuva, a velocidade e o tamanho das gotas.

O escoamento superficial, conforme Pruski et al. (2003), corresponde ao segmento do ciclo hidrológico relacionado ao deslocamento das águas sobre a superfície do solo. Quando a intensidade de precipitação excede a taxa de infiltração de água de um solo, inicia-se o acúmulo superficial de água e, ultrapassada a capacidade de acúmulo de água na superfície do terreno, dá-se início ao escoamento superficial. Taxa de infiltração é definida por Libardi (2005), como sendo a quantidade de água que atravessa a unidade de área da superfície do solo por unidade de tempo. E a capacidade de infiltração de um solo é um valor final e constante de taxa de infiltração que estabilizou com o passar do tempo. Atingida a capacidade de infiltração de um solo, a parcela não infiltrada da precipitação forma filetes que escoam superficialmente para áreas mais baixas, ou ainda, podendo infiltrar novamente, se houver condições (SILVEIRA et al., 1993).

Segundo Alves e Cabeda (1999), no processo de infiltração de água no solo, existe um tempo de empoçamento de água proveniente da precipitação e que, segundos antes deste tempo, a taxa de infiltração é igual à intensidade constante da chuva. A partir do instante que marca o início do empoçamento, significa que a intensidade constante de chuva superou a taxa de infiltração básica de água do solo; após ocorre o armazenamento temporário da água na superfície (detenção superficial) e nas microdepressões (retenção superficial), precedendo o escoamento superficial.

Associado ao escoamento superficial, ocorre o transporte de partículas do solo que sofrem deposição somente quando a velocidade do escoamento superficial for reduzida. Além das partículas de solo em suspensão, o escoamento superficial transporta compostos químicos, matéria orgânica, sementes e defensivos agrícolas que, além de causarem prejuízos diretos à produção agropecuária, também poluem os cursos d'água (PRUSKI et al., 2003).

A energia de impacto da gota de água provoca o desprendimento das partículas de solo que são presas umas às outras por adesão e coesão. A lâmina de água resultante transporta as partículas de solo, podendo causar sulcos de erosão e, até mesmo, voçorocas (SOARES, 2009).

Bradford et al. (1987) estudaram a importância relativa dos mecanismos decorrentes do impacto das gotas da chuva na superfície do solo e do escoamento superficial no processo de erosão entre sulcos. Eles concluíram que, enquanto o desprendimento das partículas de solo é ocasionado principalmente pela energia de impacto das gotas da chuva, a força cisalhante do escoamento superficial é o principal agente de transporte, sendo, entretanto, esses processos interdependentes.

As perdas de solo por erosão hídrica sofrem influência de fatores relacionados à chuva (erosividade), ao solo (erodibilidade), à topografia (comprimento e grau de declive) e ao manejo do solo (cobertura vegetal, preparo de solo, práticas conservacionistas de suporte) (WISCHMEIER; SMITH, 1978). Pela Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), o produto da erosividade e erodibilidade equivale à máxima perda de solo a qual pode ser reduzida em função de fatores topográficos ou de manejo de solo.

Além de ocasionar a liberação de partículas que obstruem os poros do solo, o impacto das gotas tende, também, a compactá-lo, ocasionando o selamento de sua superfície e, conseqüentemente, reduzindo a sua capacidade de infiltração da água.

As perdas por erosão tendem a elevar os custos de produção, em vista da necessidade de aumento do uso de corretivos e fertilizantes e da redução no rendimento operacional das máquinas agrícolas (PEREIRA, 2000).

Seganfredo et al. (1997) relatam o caráter seletivo da erosão hídrica que ao carrear as partículas mais finas, leva consigo a fração mais fértil do solo. Assim, é de fundamental importância a adoção de práticas conservacionistas que minimizem a erosão hídrica e conseqüentemente, as perdas de matéria orgânica, para que se viabilize a manutenção da produtividade do solo ao longo do tempo.

Nas condições do Brasil, localizado em grande parte na região tropical do planeta, onde ocorrem chuvas intensas e as temperaturas são normalmente elevadas, a erosão hídrica apresenta maior interesse, por ser de ocorrência mais freqüente, se processar com maior rapidez e causar grandes prejuízos não só ao setor agrícola, como também a diversas outras atividades econômicas

e ao próprio meio ambiente, uma vez que, para a formação de um centímetro de solo, é necessário um intervalo de tempo de 120 a 400 anos (HUDSON, 1981).

2.1.2 Práticas conservacionistas

As práticas conservacionistas podem ser divididas em vegetativas (utilizando a própria vegetação), edáficas (modificações nos sistemas de cultivo) e mecânicas (estruturas artificiais construídas mediante a remoção ou disposição adequada de porções de terra). Cada umas delas resolve apenas parcialmente o problema; assim, para a melhor solução, deverão ser aplicados simultaneamente, a fim de abranger com a maior amplitude possível os diversos aspectos do problema (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1993).

O manejo adequado do solo, segundo Denardin (1984), deve englobar um conjunto de práticas agrícolas que proporcione máxima retenção da água das chuvas onde ela encontra o solo, incremente a velocidade de infiltração de água no solo, reduza a velocidade de escoamento da água não infiltrada no solo, aumente a capacidade de armazenamento de água no solo e proporcione boas condições físicas e químicas no solo para o desenvolvimento das culturas.

Qualquer prática conservacionista capaz de manter o comprimento de rampa restrito a limites em que a cobertura de solo não perca eficiência na dissipação da energia cisalhante da enxurrada, contribuirá para minimizar o processo erosivo e os problemas dele decorrentes (BERTOL et al., 1996).

A escolha das práticas de prevenção à erosão é feita em função dos aspectos ambientais e sócio-econômicos de cada propriedade e região, são elas: práticas vegetativas (florestamento e reflorestamento, plantas de cobertura, cobertura morta, rotação de culturas, formação e manejo de pastagem, cultura em faixa, faixa de bordadura, quebra vento e bosque sombreador, cordão vegetativo permanente, manejo do mato e alternância de capinas); práticas edáficas (cultivo de acordo com a capacidade de uso da terra, controle do fogo, adubação: verde, química, orgânica e calagem); e práticas mecânicas (preparo do solo e plantio em nível, distribuição adequada dos caminhos, sulcos e camalhões em pastagens, enleiramento em contorno, terraceamento, subsolagem e irrigação e drenagem). Cada prática, aplicada isoladamente, previne apenas de maneira parcial o problema. Para uma prevenção adequada da erosão, faz-se necessária a adoção simultânea de um conjunto de práticas.

As práticas vegetativas e edáficas são mais simples de executar e de manter; sempre se deve recorrer a elas, utilizando as mecânicas como complementares, naqueles casos em que a combinação das outras não consiga a suficiente proteção dos terrenos.

Quando a erosão se apresenta acima do tolerável mesmo com a utilização de preparo conservacionista e de manejo adequado dos resíduos culturais, pode-se recorrer a práticas conservacionistas de suporte, também denominadas de práticas mecânicas de controle da erosão. As mais freqüentemente utilizadas são o preparo e plantio em contorno, a implantação de cordões de vegetação permanente e o terraceamento. Essas se caracterizam por servirem de obstáculos mecânicos ao livre escoamento da enxurrada e são comumente adotadas na presença de elevados comprimentos e grau de declive (CASTRO, 2001).

2.1.2.1 Terraceamento

Essa técnica visa reduzir o volume e a velocidade da enxurrada pela interrupção do comprimento de rampa mediante a presença de obstáculos mecânicos denominados de terraços, induzindo a deposição de água e solo, transportados pela enxurrada, sobre o canal.

O terraceamento de terras agrícolas representa uma das práticas mais difundidas e utilizadas pelos agricultores para controlar a erosão hídrica, constituindo-se na mais importante prática mecânica de controle da erosão. Segundo a Companhia de Desenvolvimento Agrícola De São Paulo - CODASP (1994) este sistema consiste em um conjunto de canais, adequadamente espaçados e dispostos perpendicularmente à declividade do terreno, com o objetivo de reter e infiltrar ou interceptar e conduzir, com velocidade controlada, o deflúvio superficial originário de chuvas que excedam a capacidade de infiltração de água no solo; sua eficiência depende, basicamente, do correto dimensionamento do espaçamento entre terraços e de sua seção transversal, seja para armazenamento ou para condução de água.

A declividade do terreno determina a praticabilidade do terraceamento, uma vez que o aumento no volume e na velocidade da enxurrada são agravados com o comprimento e grau de declive. À medida que o declive é acentuado, o comprimento de rampa deve ser segmentado a curtas distâncias para que o escoamento superficial não atinja velocidades elevadas. No caso de declives bastante acentuados, torna-se impraticável a implantação de terraços pela grande redução da área cultivada aliada à dificuldade no manejo da cultura, além do aumento nos custos

de construção e manutenção dos terraços. Outra restrição do uso de terraços ocorre em solos rasos, pedregosos e de drenagem limitada devido à grande dificuldade da sua construção e manutenção, levando ao encarecimento dos custos de produção (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1993).

Para terraços posicionados em nível, toda a água escoada deverá ficar retida para posterior infiltração; nesse sentido, a altura que o camalhão do terraço deve apresentar, é função do volume de água que escoar superficialmente.

O custo de construção e manutenção de um sistema de terraceamento é relativamente alto, o que requer, antes da adoção dessa tecnologia, um estudo criterioso das condições locais, como clima, solo, sistema de cultivo, culturas a serem implantadas, relevo do terreno e equipamento disponível, para que se tenha segurança e eficiência no controle da erosão. O rompimento de um terraço pode levar à destruição dos demais que estiverem a jusante, podendo ocasionar grandes prejuízos à área cultivada (GRIEBELER et al., 2000).

O terraço de base larga tem todas as vantagens de eficiência e de aproveitamento de solo. Entretanto, tem contra si um custo de construção elevado (4 a 6 horas de trator com arado de disco por km), segundo Nolla (1982).

2.1.2.2 Sulcos de infiltração (“mulching” vertical)

É uma prática recente de conservação de solo e água e que vem a colaborar no equacionamento da eliminação dos terraços no sistema de Plantio Direto, facilitando a formação dos talhões e aumentando a eficiência das operações mecânicas. A água que não infiltrar será absorvida pelo “mulching” vertical, construído por uma vala estreita, com espaçamento semelhante aos dos terraços, sendo completamente preenchida com palha. Entretanto, na falta dessa providência, a perda de água pode ser mais elevada em relação ao sistema convencional, caso haja a retirada dos terraços no sistema Plantio Direto, o qual apresenta elevada eficiência no controle do transporte de sedimentos, mas não consegue sozinho, acompanhar a intensidade maior de chuvas com os benefícios da infiltração instantânea (RIGHES, 2004).

Segundo Saxton et al. (1981), o “mulching” vertical envolve a prática de sulcar o solo, perpendicularmente à maior declividade da área, formando fendas de 0,05-0,10 m de largura por

0,20-0,25 m de profundidade e, compactar resíduo de cultura dentro desta estreita fenda, originando uma zona parcialmente composta por solo e material orgânico.

O “mulching” vertical, fundamentado no aumento da taxa de infiltração de água no solo, é constituído por sulcos com dimensões de 7,5 a 9,5 cm de largura por 40 cm de profundidade, dispostos em nível, ou seja, perpendicularmente ao declive do terreno, e preenchidos com palha. Essas dimensões são decorrentes das características do equipamento empregado para a construção dos sulcos - Valetadora rotativa VS 640, marca Semeato (DENARDIN et al., 2005).

O afastamento horizontal ou vertical entre os sulcos é determinado pelo método da estimativa da enxurrada máxima esperada, a partir de modelos matemáticos de predição de chuvas intensas (PFAFSTETTER, 1957; DENARDIN; FREITAS, 1982). Os sulcos são preenchidos com palha disponível na propriedade rural ou no mercado regional.

O comprimento de cada sulco componente do “mulching” vertical é limitado pela amplitude da bacia de contribuição para a formação da enxurrada que constitui a origem do problema de erosão hídrica instalado. Antes da implementação do “mulching” vertical, é indicado que a área da lavoura com os problemas evidentes de erosão, seja sistematizada para eliminar sulcos de erosão presentes (DENARDIN et al., 2005).

O “mulching” vertical é uma tecnologia que, em princípio, não deverá ter aplicação generalizada em toda extensão da lavoura, mas reservada para talvegues de elevada concentração de enxurrada (DENARDIN et al., 2008).

O método de preparo com sulcos preenchidos com palha e o manejo de resíduos, aumentam a infiltração e controlam a erosão e o escoamento, podendo ser incorporados aos métodos de preparos conservacionistas do solo (SAXTON et al., 1981).

Em Passo Fundo, em solo Latossolo Vermelho Escuro, manejado sob sistema plantio direto, estudos relativos a esse potencial indicaram que o “mulching” vertical, além de retardar, consideravelmente, o tempo de início da enxurrada, reduziu, em até 54%, a intensidade do deflúvio superficial, quando chuvas de 111 mm h^{-1} foram simuladas em parcelas experimentais com 22 m de comprimento. Para chuvas de intensidade inferior a 70 mm h^{-1} , o “mulching” vertical, com espaçamentos de até 10 m, proporcionou controle total da enxurrada (HERBES, 2003). Esses resultados inferem que o “mulching” vertical apresenta potencial para integrar o elenco de técnicas conservacionistas indicadas para o manejo de enxurrada, em lavouras

conduzidas sob sistema plantio direto, demandando, no entanto, de validação em escala de lavoura para transformar-se em tecnologia-solução pronta para uso.

Parr (1959) comparou em um experimento, os efeitos do “mulching” vertical e de um preparo simples de subsolagem, nas propriedades físicas do solo. Verificou que, nas parcelas com “mulching”, aumentou o número e a atividade das minhocas, o que também proporcionou um aumento no conteúdo de matéria orgânica. O autor concluiu que: (1) os valores de densidade do solo nas parcelas com “mulching” vertical foram significativamente menores que nas parcelas com subsolagem; (2) na maioria dos casos, os valores do conteúdo de água do solo com “mulching” vertical foram maiores que na subsolagem e (3) os valores de agregados foram significativamente maiores com “mulching” vertical.

Segundo Dregne e Willis (1983), experimentos realizados em regiões semiáridas dos Estados Unidos, em solo franco arenoso, o “mulching” vertical proporcionou conteúdos mais altos de água na profundidade de 30 a 90 cm durante as chuvas de final de outubro. O autor comenta que, devido a esses e outros fatores, o “mulching” vertical é muito benéfico para a conservação da água em solos levemente permeáveis.

Righes et al. (2002), pesquisando o “mulching” vertical em sistema plantio direto com diferentes espaçamentos em solo Passo Fundo com chuva simulada de 111 mm h^{-1} , concluíram que o “mulching” vertical é eficiente para reduzir em 55% o escoamento superficial no espaçamento entre sulcos de 10 m e protelou o início do escoamento em 9 minutos, em relação à testemunha (plantio direto sem “mulching” vertical). Para espaçamento de 5 m, o início do escoamento superficial foi retardado em 27 minutos e reduziu em 74% o escoamento superficial quando comparado com a testemunha sem “mulching” vertical.

Estudando o escoamento superficial de água em cinco sistemas de manejo do solo (preparo convencional, “mulching” vertical, superfície escarificada, cultivo mínimo e semeadura direta) na cultura de milho, Nishijima e Righes (1987), concluíram que a semeadura direta e o cultivo mínimo reduziram o escoamento superficial de água em 81% e 55%, respectivamente, em relação ao preparo convencional do solo, e que o uso do “mulching” vertical em parcelas de preparo convencional reduziu o escoamento superficial de água em 52% em relação ao preparo convencional sem “mulching” vertical, mostrando-se ser uma prática promissora para aumentar o fluxo de água para dentro do perfil do solo, reduzindo, dessa forma, nas mesmas condições climáticas o escoamento superficial e como consequência incrementando o fluxo de

subsuperfície, que contribuirá no futuro para a estabilização da vazão nos rios em períodos de estiagens.

Fairbourn e Gardner (1974) constataram um armazenamento de água no solo 41% superior em microbacias com sulcos de “mulching” vertical em comparação às aquelas sem “mulching” vertical. Isto é atribuído ao fato de o “mulching” vertical possibilitar a infiltração de água no solo à profundidade além da zona radicular das plantas.

O comportamento do “mulching” vertical sobre o controle do escoamento superficial e erosão do solo foi estudado por Saxton et al. (1981), que observaram nos tratamentos com “mulching” vertical a ocorrência de mínimo escoamento superficial e erosão do solo comparado ao ocorrido nos tratamentos de preparos do solo convencionalmente utilizados.

Mattioni (1990), estudando o armazenamento de água e escoamento superficial na cultura da soja, em solo de textura média podzólico vermelho amarelo, sob cinco sistemas de preparo do solo, entre eles, a aplicação de sulcos de “mulching” vertical em área que recebeu duas passadas de grade observou um maior armazenamento de água nos tratamentos de preparo com duas gradagens + “mulching” vertical e preparo cultivo mínimo. Analisando-se o escoamento médio observado durante o ciclo da cultura da soja, verificou-se que a semeadura direta, o tratamento com duas gradagens + “mulching” vertical e o tratamento com implemento cultivo mínimo reduziram o escoamento superficial em 50%, 45% e 43%, respectivamente, em relação ao tratamento com duas gradagens. Para o autor, isto evidencia que o “mulching” vertical é uma prática promissora para o aumento do fluxo de água para dentro do perfil do solo, que segundo Saxton et al. (1981), é devido a maior macroporosidade para infiltração de água, proporcionado pelo “mulching” vertical.

2.1.3 Cobertura do solo

A cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão. O efeito da vegetação pode ser assim enumerado: (a) proteção direta contra o impacto das gotas de chuva; (b) dispersão da água (interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo); (c) decomposição das raízes das plantas que mediante a formação de canalículos no solo, aumenta a infiltração da água no solo; (d) melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando sua

capacidade de retenção de água; (e) diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito superficial (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1993).

O aumento da porcentagem de cobertura do solo, independentemente do tipo do resíduo utilizado, proporciona diminuição da velocidade de escoamento superficial da água e, conseqüentemente, da porcentagem de sedimentos transportados. Isso se deve ao fato de que o resíduo cultural, presente sobre a superfície do solo, serve como barreira física, retendo sedimentos de maior tamanho que, de outra forma, seriam transportados pelo escoamento superficial (LOPES et al., 1987).

Silveira (1998), estudando o efeito de diferentes densidades de cobertura do solo por resíduos da cultura do milho sobre as perdas de solo e água, encontrou maiores perdas de solo nas parcelas de solo nu. Nas parcelas com maiores percentagens de cobertura ocorreram menores perdas de água. Para o autor, isto se deve ao fato do volume de água permanecer mais tempo retido nos resíduos, retardando a velocidade de escoamento e aumentando a infiltração. Ainda segundo o autor, a cobertura do solo por resíduos culturais demonstrou maior controle sobre as perdas de solo do que as de água.

A constante cobertura da superfície do solo com vegetação ou com resíduos culturais, contempladas no sistema de plantio direto, dissipam a energia cinética das gotas de chuva, diminuem o escoamento superficial da água e, conseqüentemente, a erosão (WOLSCHICK, 2000).

O processo de erosão é muito afetado pelas condições da superfície do solo, como: existência de vegetação ou cobertura morta (reduzem a energia de impacto das gotas de chuva e conseqüentemente, o desprendimento das partículas do solo); microtopografia e, ou, rugosidade da superfície do solo (reduzem a velocidade e o volume de escoamento, diminuindo a capacidade de transporte do escoamento); e declividade da superfície do solo (AMORIM, 2000).

A cobertura vegetal protege os solos do impacto direto das gotas de chuva, além do que a presença do húmus, produzido pelas plantas e animais, proporciona maior estabilidade dos agregados, sob essas condições, evitando os efeitos da erosão acelerada. Dessa forma, à medida que grandes extensões de terra são desmatadas para a agricultura, ou pecuária, as taxas de erosão começam a aumentar quase que imediatamente (GUERRA, 1999).

O solo desprovido da cobertura vegetal e da ação fixadora das raízes, exposto ao impacto direto das gotas de chuva, sofre desagregação e transporte das partículas, efeito que é

complementado pela energia do escoamento superficial das águas, causando elevadas perdas de água e solo (SILVEIRA, 1998).

2.1.4 Coeficiente de escoamento superficial (C)

No método racional, para a estimativa da vazão máxima de escoamento superficial, utiliza-se um coeficiente de escoamento superficial (relativo à relação entre os volumes escoado e precipitado) que, quando multiplicado pela intensidade máxima média de precipitação, corresponde ao tempo de concentração, e pela área da bacia, pode-se obter a vazão máxima de escoamento superficial (PRUSKI, 2006).

Uma das formas de se verificar a intensidade do escoamento superficial é por meio do coeficiente de escoamento superficial (C), o qual representa a relação entre o volume que escoou sobre a superfície do terreno (ES) e o volume total precipitado (PT). Segundo Pruski et al. (2003), tal coeficiente é adimensional e pode ser expresso pela eq. (1).

$$C = \frac{ES}{PT} \quad (1)$$

Muitos são os procedimentos disponíveis para obtenção do valor de “C”, no entanto, a principal forma utilizada são valores tabelados. Por seu intermédio pode-se obter este valor a partir de condições típicas da área analisada. A Tabela 1 apresenta valores de “C” recomendados pelo Soil Conservation Service – USDA para condições de áreas com ocupação agrícola (PRUSKI, 2006).

Tabela 1 – Valores de coeficiente de escoamento (C) recomendados pelo Soil Conservation Service – USDA

Cobertura do solo	Declividade (%)	Textura do solo		
		Arenosa	Franca	Argilosa
Florestas	0 – 5	0,10	0,30	0,40
	5 – 10	0,25	0,35	0,50
	10 – 30	0,30	0,50	0,60
Pastagens	0 – 5	0,10	0,30	0,40
	5 – 10	0,15	0,35	0,55
	10 – 30	0,20	0,40	0,60
Terras cultivadas	0 – 5	0,30	0,50	0,60
	5 – 10	0,40	0,60	0,70
	10 – 30	0,50	0,70	0,80

Segundo Tucci (2000), os coeficientes para áreas agrícolas são apresentados na Tabela 2 e utilizados para a estimativa do coeficiente C, dado pela eq. (2).

$$C = 1 - (C'_1 + C'_2 + C'_3) \quad (2)$$

Tabela 2 – Valores de C' para áreas rurais

Tipo de área	C'
1 Topografia	
Declividade de 0,02 a 0,06%	0,30
Declividade de 0,3% a 0,4%	0,20
Declividade de 3 a 5 %	0,10
2 Solo	
Argila impermeável	0,10
Permeabilidade média	0,20
Arenoso	0,40
3 Cobertura	
Áreas cultivadas	0,10
árvores	0,20

De acordo com Wright-MacLaughlin (1969), considerando o comportamento natural da bacia, é de se esperar que o coeficiente varie com o tempo de retorno ou com a magnitude da enchente, pois com o aumento da intensidade as perdas não continuam as mesmas e o coeficiente

deve aumentar. Para levar em conta esta variação é utilizado um valor multiplicador para o valor de C de acordo com o tempo de retorno, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Fator de correção de “C” em função do tempo de retorno

Tempo de retorno (anos)	Cf
2 a 10	1,00
25	1,10
50	1,20
100	1,25

O fator de uso e cobertura da terra expressa a relação esperada entre perdas de solos em áreas com culturas agrícolas e vegetação, com áreas continuamente descobertas. Para solos sem vegetação e sem proteção tem-se referencial equivalente a 1. As práticas de conservação dos solos podem reduzir enormemente o processo erosivo. Righetto (1998) estabelece, com base em diversos estudos, uma tabela que contém os valores de C e P a serem aplicados na equação da USLE (Universal Soil Loss Equation). Tais valores são estipulados conforme o tipo de uso e cobertura da terra e as práticas conservacionistas aplicadas. A Tabela 4 apresenta os principais valores do Fator C. Os valores de P variam conforme o tipo de cultura agrícola e as práticas conservacionistas adotadas na área de estudo. Righetto (1998) e Bertoni e Lombardi Netto (1993) definem alguns valores constantemente aplicados.

Tabela 4 – Valores de uso e cobertura da terra – Fator C

Plantas	Cobertura	Cobertura com gramíneas					
		0%	20%	40%	60%	80%	95%
Arbustos	25%	0,36	0,17	0,09	0,038	0,012	0,003
	50%	0,26	0,16	0,11	0,075	0,039	0,003
	75%	0,17	0,10	0,06	0,031	0,011	0,003
Árvores	25%	0,42	0,19	0,10	0,041	0,013	0,003
	50%	0,39	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
	75%	0,36	0,17	0,09	0,039	0,012	0,003

A cobertura vegetal reduz a quantidade de energia cinética que chega ao solo durante uma chuva. Outro fator importante é a redução dos processos erosivos nas formas de escoamento

superficial e transporte de sedimentos. Guerra (2003) salienta que, em áreas com menos de 70% de cobertura vegetal, o escoamento superficial aumenta substancialmente, fazendo com que a perda de solos e água também aumente proporcionalmente. As práticas de conservação dos solos (Fator P) também atuam nos processos erosivos e nas perdas de solos. Os valores de P variam conforme o tipo de cultura agrícola e as práticas conservacionistas adotadas na área de estudo. Righetto (1998) e Bertoni e Lombardi Netto (1993) definem alguns valores constantemente aplicados. A Tabela 5 apresenta o valor de P conforme as técnicas de manejo contra os processos erosivos.

De acordo com Heckler e Salton (2002), a percentagem de cobertura do solo com palha é um dos principais fatores que interferem na infiltração de água no solo. A constante cobertura da superfície do solo diminui as perdas de água por escoamento superficial.

Tabela 5 – Valores de P para alguns tipos de manejo de solos

Tipo de Manejo	Inclinação do terreno (%)			
	2 a 7	8 a 12	13 a 18	19 a 24
Plantios morro abaixo	1,00	1,00	1,00	1,00
Faixas niveladas	0,50	0,60	0,80	0,90
Cordões de vegetação permanente	0,25	0,30	0,40	0,45
Terraceamento	0,10	0,12	0,16	0,18

2.1.5 Cobertura vegetal do solo com o feijão (*Phaseolus vulgaris*) cultivar IAC-Ybaté

O feijão, forma com o arroz e a mandioca, a tríade de produtos alimentícios com maior uso pela população brasileira. Nessa lavoura o Brasil constitui-se no maior produtor e maior consumidor mundial. Trata-se de um dos alimentos básicos de maior relevância para a nutrição das camadas populares, tanto no espaço urbano como na zona rural. No Estado de São Paulo, essa cultura passou por um intenso processo de inovação tecnológica desde os anos 1970, saindo da condição de lavoura de subsistência para progressivamente se desenvolver enquanto atividade econômica moderna. As pesquisas públicas com essa espécie eram pouco representativas até o final da década de 1940, restringindo-se à comparação de variedades existentes na coleção, tendo sido intensificadas nos anos 1950, propiciando a construção de condições para que as culturas de feijoeiro passassem da condição dos plantios intercalares dos cafezais e outras atividades

dinâmicas para assumirem a condição de plantios “solteiros”. A intensificação do processo de urbanização no bojo do dinamismo da industrialização na década de 1960 produz a ampliação dos esforços de pesquisa com melhoramento genético, fertilidade, fitossanidade e práticas culturais (INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC, 2008).

Entretanto, as produtividades das lavouras continuavam em patamares baixos e por vezes decrescentes. O rompimento com essa situação ocorre no final dos anos 1960, com o lançamento da variedade “Carioca” pelo Instituto Agrônomo, propiciando elevado potencial produtivo, destacando-se dos demais por suas características de alta produtividade e resistência a moléstias, especialmente ao mosaico-comum, antracnose e ferrugem do feijoeiro. Sua adoção implicou numa mudança de preferência do consumidor, uma vez que apresenta sementes com tegumento de coloração bicolor (fundo creme com listras havana), criando na verdade um novo tipo de produto na avaliação do mercado, “o tipo carioca” (IAC, 2008).

A obtenção da variedade “Carioca” não se deu no vazio, uma vez que, desde a metade dos anos 1960 com continuidade nos anos 1970, a agropecuária paulista empreendia o vigoroso processo de modernização impulsionado pelo crédito rural subsidiado, em que a mecanização dos processos produtivos foi associada à crescente utilização de insumos industriais como fertilizantes e agroquímicos na condução das lavouras. Nesse contexto, o surgimento da variedade “Carioca” implicou na condição para que essa lavoura alimentar, pudesse também incorporar-se ao dinamismo inovativo de atividades exportadoras como a cana, o café, o algodão e a laranja, dentre outras. Assim, a pesquisa pública em melhoramento genético cumpriu sua função na “divisão do trabalho de experimentação” com a geração, transferência e adoção de tecnologias fundamentais para a concretização da pretendida modernização agropecuária (GONÇALVES, 1990).

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é um alimento de baixo custo essencial na alimentação diária de mais de 300 milhões de pessoas no mundo. Nutricionistas o qualificam como um alimento quase perfeito, devido ao seu alto teor de proteínas, fibras e carboidratos.

Segundo Cantarella et al. (2006), o feijoeiro é uma planta sensível à acidez do solo e responde bem à calagem, de acordo com os dados da literatura. Recomenda-se efetuar a calagem para atingir um valor de saturação por bases (V) de 70%. Em solos muito ácidos, geralmente não se consegue realizar a correção em uma vez, pois o nível de saturação pretendido não é sempre atingido em curto prazo; nem todo o calcário reage imediatamente e, ao mesmo tempo, uma parte

das bases aplicadas vai se perdendo por lixiviação. Por exemplo, em um experimento recente, Barbosa Filho e Silva (2000), mesmo aplicando doses mais de duas vezes superiores à estimada, não conseguiram que o nível pretendido de saturação por bases fosse atingido aos 110 dias após a calagem. Ainda assim, o feijoeiro respondeu linearmente à aplicação de calcário mesmo em doses acima das recomendadas. Portanto, é importante monitorar o nível de acidez do solo, a fim de mantê-lo com a saturação por bases próxima do ideal, ou seja, pH em CaCl_2 de 5,5 e V acima de 50%.

No cultivar IAC-Ybaté, as plantas são de crescimento indeterminado, hastes e folhas de cor verde, com flores brancas, porte ereto semi-ereto, com vagens na coloração verde-clara-amarelada na maturação fisiológica e creme-claro ou palha na colheita. As sementes desse cultivar são esféricas, de acordo com a relação comprimento/largura, com tegumento de coloração creme a creme marmorizado com listras marrons que, em algumas sementes, podem cobrir a cor de fundo que fica, como nas cultivares acima, restrita a pequenas pontuações, mas que vão originar plantas com sementes na cor normal. As sementes não exibem halo, que pode estar presente em apenas algumas, na coloração creme um pouco amarelado (POMPEU, 2006).

2.1.6 Cobertura vegetal do solo com o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf)

A *Brachiaria decumbens* Stapf é originária da Região dos Grandes Lagos em Uganda (África). Essa gramínea foi introduzida no Brasil em 1960, onde se adaptou muito bem, principalmente nas áreas dos cerrados. A espécie é vigorosa e perene. É resistente à seca, adaptando-se bem em regiões tropicais úmidas. É pouco tolerante ao frio e cresce bem em diversos tipos de solo, porém, requer boa drenagem e condições de média fertilidade, vegetando bem em terrenos arenosos e argilosos. Os melhores resultados são obtidos quando se usam 2 a 5 kg de sementes puras e viáveis (1 kg de sementes tem cerca de 220.000 a 225.000 sementes) por hectare (VILELA, 2008).

Possui ciclo vegetativo perene, com forma de crescimento de touceira decumbente, altura da planta com crescimento livre até 1,0 m, com tempo de formação de 90 a 120 dias, usada em pastejo e eventualmente produção de feno. Muito sensível à cigarrinha da pastagem, suporte de 2,0 UA $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ (média anual) e produção de forragem de 45 Mg $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de massa verde com 8 a 12 Mg $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de matéria seca.

O gênero *Brachiaria*, representado principalmente pelas espécies *B. brizantha*, *B. decumbens* e *B. humidicola*, é responsável por cerca de 80% de toda a área de pastagens cultivadas no Brasil (HODGSON; SILVA, 2002). A facilidade na aquisição de sementes de boa qualidade, boa tolerância a solos de baixa fertilidade, rápido estabelecimento, alta competição com plantas invasoras e boa eficiência na proteção do solo contra a erosão contribuíram para a rápida disseminação dessas espécies.

Áreas de pastagem formadas principalmente por *brachiaria decumbens* e *brizanta* vêm sendo, alternativamente, utilizadas para a produção de silagens, com produção semelhante ao gênero *Panicum*, e valor nutritivo ligeiramente superior (NUSSIO et al., 2000).

A *Brachiaria decumbens* é uma gramínea do Grupo III, grupo este que, segundo Werner et al. (1996), apresenta menor exigência em fertilidade do solo que gramíneas dos Grupos I e II; porém, para a produção de 1,0 Mg de matéria seca, a mesma extrai 12, 0,9 e 13 kg ha⁻¹ respectivamente de N, P₂O₅ e K₂O.

Segundo Goedert et al. (1988), a *B. decumbens* pode alcançar uma produtividade anual entre 5 a 12 Mg ha⁻¹ de matéria seca.

A produção de matéria seca da *B. decumbens* diminui com o aumento da resistência à penetração e densidade do solo (SEVERIANO et al., 2003).

2.1.7 Tensiometria

Instrumento desenvolvido em 1922, por Gardner e colaboradores, o tensiômetro fornece de forma direta o potencial ou a tensão de água no solo e de forma indireta a umidade. O tensiômetro utilizado por Richards e Neal (1936) era composto, basicamente, por uma membrana porosa, a qual consiste na parte sensível do equipamento, e de um medidor de pressão capaz de medir a energia com que a água é retida no solo, conectados por uma tubulação em um sistema vedado para a atmosfera.

O princípio de funcionamento do tensiômetro baseia-se na formação do equilíbrio entre a solução do solo e a água contida no interior do aparelho. O equilíbrio ocorre quando a cápsula porosa entra em contato com o solo e a água do tensiômetro entra em contato com a água do solo. Caso a água do solo esteja sob tensão, ela exerce uma sucção sobre o instrumento, retirando água deste, fazendo com que a pressão interna diminua. Como o instrumento é vedado, ocorre a

formação do vácuo; a leitura dessa pressão negativa fornece o potencial matricial da água no solo.

Segundo descrição de Camargo et al. (1982), o tensiômetro consiste basicamente de um tubo, geralmente de PVC, uma cápsula de cerâmica porosa, rolha de borracha e um elemento sensível indicador da tensão existente dentro do mesmo. Seu princípio de funcionamento é bastante simples: a cápsula é ligada a um manômetro por um tubo num sistema, cheio de água, hermeticamente fechado. Quando a cápsula porosa do tensiômetro é colocada em contato com o solo não saturado, este succiona a água provocando uma queda de pressão ou tensão dentro do sistema. Essa tensão pode ser medida pelo manômetro, obtendo-se, dessa forma, o potencial mátrico da água no solo e, indiretamente, a umidade do solo.

Admite-se que o tensiômetro funcione cheio de água, sem a presença de bolhas de ar e de câmara gasosa no alto do tubo, mas, segundo Calbo e Silva (2003), o embolismo ou a entrada de ar dentro do tensiômetro, tem limitado o uso dos mesmos às tensões entre 0 e -100 kPa. Recomenda-se, por isso, encher o tensiômetro com água previamente fervida ou destilada para eliminar o ar dissolvido, e assim evitar a formação de bolhas e da câmara gasosa (REICHARDT, 1978).

No passado, no início da utilização da tensiometria, os gráficos montados com dados de umidade versus potencial mátrico eram utilizados como ábacos; atualmente, com o desenvolvimento da matemática computacional a curva de retenção de água no solo está associada ao ajuste de uma equação para a faixa de tensão que vai de 0 a 1500 kPa.

A curva de retenção de água no solo é uma maneira de representar e quantificar graficamente, o conteúdo de água que pode ser retido em um solo submetido a um determinado potencial mátrico. Uma vez conhecida, pode-se estimar a umidade do solo com base em volume (θ) conhecendo-se o potencial mátrico (ψ) ou vice-versa.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Área Experimental de Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Rural, pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de

Queiroz” – ESALQ, Universidade de São Paulo - USP, localizada no município de Piracicaba – SP, que tem como coordenadas 22° 42’ 30” de latitude sul e 47° 30’ 00” de longitude oeste e altitude de 576 m.

O clima, segundo classificação de Koppen, é do tipo Cwa, ou seja, subtropical úmido com estiagem no inverno, precipitação pluviométrica média de 1247 mm, temperatura média mensal de 21,1° C, umidade relativa média do ar de 74 % e velocidade média do vento de 2,2 m s⁻¹.

O solo é classificado como Nitossolo Vermelho Eutrófico (“Série Luiz de Queiroz”), de textura argilosa, com declividade média de 9,2%.

2.2.2 Instalação do experimento

As atividades de instalação ocorreram de setembro a novembro de 2007, nas quais foram realizadas as etapas de campo; primeiramente com o preparo inicial do solo, onde foi feita uma gradagem utilizando uma grade de discos e serviço de terraplanagem por meio de lâmina frontal.

A seguir, procedeu-se à delimitação das parcelas experimentais, com o auxílio de uma trena, sendo que, a demarcação da área foi realizada por 12 barras cilíndricas de ferro galvanizado com diâmetro de 3/8 de polegada e 1 m de comprimento, utilizadas nos cantos e 108 estacas de madeira (50 cm x 5 cm x 2 cm) furadas a 15 cm e a 45 cm de altura, utilizadas para o alinhamento (Figura 1).

Figura 1 – Demarcação das parcelas experimentais

As estacas foram fincadas a cada 4 m e entre elas foram cavados sulcos com 10 cm de profundidade, permitindo a passagem do arame galvanizado nº 18 pelos orifícios das estacas, que após serem esticados foram envolvidos por lona preta de 200 micras de espessura e fixados por tubos de polietileno flexível de $\frac{1}{2}$ polegada de diâmetro e com 10 cm de comprimento partidos longitudinalmente. Em seguida, os sulcos foram preenchidos com solo original, formando assim uma barreira física feita de lona plástica com 10 cm de profundidade e 20 cm de altura, por toda a parcela (Figura 2).

Figura 2 – Delimitação das parcelas experimentais

As 27 parcelas experimentais foram montadas diretamente no campo, sendo 3 blocos com 9 parcelas, cada uma medindo 12 m de comprimento por 1,5 m de largura, sendo o comprimento da parcela no sentido de maior declividade do terreno (Figura 3).

Figura 3 – Croqui da área experimental

Após a definição das parcelas experimentais, realizou-se a acomodação das caixas d'água, onde as 27 caixas d'água de 500 litros foram niveladas em terreno de chão batido, com desnível aproximado de 1 metro em relação à área das parcelas (Figura 4).

Figura 4 – Vista frontal das caixas d'água

A conexão do final da parcela à caixa d'água foi feita com tubos de PVC de 2 polegadas, para levar por gravidade o escoamento superficial gerado na parcela, por um furo na lona e vedação por fita adesiva do tipo “silver tape”.

Esta fase do experimento foi finalizada com a construção das estruturas de contenção de enxurradas (terraços e sulcos de infiltração) e instalação do pluviômetro na área experimental.

Os terraços foram construídos no meio da parcela (6 m da saída), com uma profundidade de canal de 10 cm, largura de canal de 70 cm e altura de camalhão de 20 cm em relação ao fundo do canal (Figura 5).

Figura 5 – Terraço de infiltração com a cultura do feijão

Os sulcos de infiltração também foram instalados no meio da rampa, com uma profundidade de 30 cm, largura de 20 cm e preenchidos com bagaço de cana (Figura 6).

Figura 6 – Sulco de infiltração com o capim braquiária

2.2.3 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento estatístico adotado no experimento foi o de blocos aleatorizados, em esquema fatorial 3x3 (estruturas de contenção de enxurradas x cobertura do solo), perfazendo 9 tratamentos com 3 repetições, sendo considerado cada bloco uma repetição. As estruturas de contenção de enxurrada foram: sulco de infiltração, terraço de infiltração e rampa (sem estrutura de contenção) e as coberturas do solo foram: feijão, capim e solo nu (sem cobertura do solo). O arranjo dos tratamentos, distribuídos aleatoriamente nas parcelas estão dispostos na Figura 7.

Figura 7 – Disposição dos tratamentos

As declividades dos blocos 1, 2 e 3 foram respectivamente: 8,6%, 8,9% e 10,0%.

As análises estatísticas foram realizadas de acordo com os critérios estabelecidos pela estatística experimental (GOMES, 1990). Nessas análises, foram utilizadas planilhas do EXCEL, na análise da variância; os tratamentos foram comparados pelo teste F, considerando-se um nível mínimo de significância de 1% de probabilidade. As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Tukey, aos níveis de 5% de probabilidade.

2.2.4 Condução do experimento

Nessa etapa, durante o período de dezembro de 2007 a abril de 2008, foram coletados valores de chuva pelo pluviômetro; instalação e leituras diárias dos tensiômetros (instalados a 15 cm de profundidade, em cada parcela); e leitura das lâminas acumuladas nas caixas d'água (com régua ou trena) logo após o término da chuva (Figura 8).

Figura 8 – Leitura da lâmina escoada

Em seguida, era realizado uma homogeneização do volume captado pela caixa d'água, retirada de uma amostra de aproximadamente 250 mL, limpeza das 27 caixas d'água para a viabilidade da leitura seguinte e, no laboratório, medição dos sedimentos em 100 mL da amostra retirada em cada caixa (Figura 9).

Figura 9 – Medição de 100 mL da amostra

Logo após este procedimento, as amostras de 100 mL dispostas em latinhas de alumínio com peso conhecido, passavam no mínimo 24 horas na estufa à 105° C, para a determinação da matéria seca carreada.

Durante o período de 11 a 15 de dezembro de 2007, realizou-se o plantio do feijão nos 3 blocos, para isso foi utilizado um enxadão que abriu sulcos a uma profundidade em torno de 3 cm, com fileiras espaçadas 50 cm entre si, em curvas de nível, com 18 plantas a cada 1,5 m de fileira (largura da parcela), simulando assim, o plantio mecanizado (12 plantas por metro linear).

Entre os dias 18 e 20 de dezembro de 2007, realizou-se o plantio do capim com auxílio do enxadão, onde foram cavados sulcos a 50 cm de distância entre si, com 2 cm de profundidade, em curvas de nível. A recomendação para esse plantio, é que seja feito a lanço, sem a necessidade de se fazer covas ou sulcos, mas devido sua semente ser muito leve e as parcelas serem vizinhas, o risco de contaminação entre os tratamentos era elevado.

Após um veranico de 12 dias, entre os dias 21 de dezembro de 2007 e 2 de janeiro de 2008, ocorreu uma precipitação muito intensa (91,4 mm, sendo 72,5 mm em apenas 2 h e 45 min), onde as jovens plantas de feijão (2 semanas após emergência) foram danificadas e comprometidas em torno de 80%, o que levou à necessidade de um replantio total das parcelas de feijão, que aconteceu entre os dias 5 e 10 de janeiro de 2008. Os danos causados nas parcelas

com capim por esta mesma chuva foram mínimos, não havendo assim, a necessidade de serem replantadas.

O volume captado por cada caixa d'água, foi conseguido pela média, após a calibração de 3 caixas, escolhidas aleatoriamente dentre as 27 presentes no experimento, uma vez que todas eram iguais, pois eram do mesmo fabricante, mesmo fornecedor e com capacidades iguais (500 L). A calibração permitiu a verificação do volume (em L), em função da lâmina ou altura (em cm), medida no centro da caixa.

2.2.5 Práticas culturais

O controle de ervas invasoras dentro das parcelas foi feito manualmente, sempre que necessário. Nas áreas externas foram utilizados enxadão e roçadeira manual motorizada.

No dia 23 de janeiro de 2008, aplicou-se formicida em pó, em toda a área do experimento (dentro e fora das parcelas), com o auxílio de uma polvilhadeira, que direcionou os jatos para dentro dos olheiros visíveis do saueiro.

A calagem e as adubações não foram necessárias, conforme análise química do solo, pois os valores presentes estavam dentro da média para uma boa produção e a intenção do trabalho era revolver o solo o mínimo possível (Tabela 6).

Tabela 6 – Análise química do solo da área experimental

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S.B.	CTC	Sat.b	Sat.Al
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³				mmolc dm ⁻³				V%	%
5,0	30	5	4,2	28	12	31	0	44	75	59	0

O uso de defensivos (fungicidas e inseticidas) foi evitado, pois haveria chance de intoxicação com resíduos carreados da parcela à caixa d'água era alta, principalmente no momento em que ocorria a limpeza das caixas, logo após as leituras e retirada das amostras.

2.2.6 Características físico-hídricas do solo

Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 – 0,20 m, para obtenção das características físicas do solo, apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Características físicas do solo da área experimental

GRANULOMETRIA (%)			CLASSE TEXTURAL	DENSIDADE (g.cm ⁻³)	
argila	silte	areia		global	partículas
43,16	18,72	38,12	argilosa	1,45	2,79

Para a condutividade hidráulica, foram coletadas 3 amostras indeformadas de solo, na profundidade de 15 cm, utilizando anéis de Uhland (1949). No laboratório, foi utilizado o permeâmetro de carga constante para medida da condutividade hidráulica do solo saturado, conforme descrito por Libardi (2005). A média das 3 amostras indeformadas de solo forneceu um $K = 1,52 \text{ cm h}^{-1}$, ou seja, uma condutividade hidráulica moderadamente lenta.

Para a elaboração das 3 curvas de retenção da água no solo (uma para cada bloco), foram coletadas 9 amostras indeformadas na profundidade de 15 cm, utilizando anéis de 5 cm de diâmetro e 3 cm de altura. As curvas de retenção da água no solo (Figuras 10, 11 e 12) foram construídas para tensões de até 100 kPa, embora no laboratório as tensões aplicadas nas amostras chegaram ao ponto de murchamento, ou seja, 15000 kPa (Apêndice “A”).

Figura 10 – Curva de retenção da água no solo relativa ao Bloco 1

Figura 11 – Curva de retenção da água no solo relativa ao Bloco 2

Figura 12 – Curva de retenção da água no solo relativa ao Bloco 3

2.2.7 Umidade do solo

O monitoramento da umidade do solo foi feito mediante tensiômetros instalados a uma profundidade de 15 cm e localizados na parte central da parcela experimental, logo à jusante das estruturas de contenção de enxurrada, no caso das parcelas com terraços e sulcos de infiltração.

Foram instalados 27 tensiômetros, sendo um para cada parcela experimental. Os resultados de tensão das parcelas são apresentados nas Tabelas 8, 9, 10, 11, e 12.

Tabela 8 – Tensão da água no solo (em kPa) a 15 cm de profundidade nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN), do dia 29 de janeiro a 12 de fevereiro de 2008

Tratamento	Data														
	29.01	30.01	31.01	01.02	02.02	03.02	04.02	05.02	06.02	07.02	08.02	09.02	10.02	11.02	12.02
TF 1.1	-4	-4	-5	-5	-6	-14	-22	-30	-39	-41	-27	-25	-23	-5	-5
SN 1.2	-5	-5	-6	-6	-7	-19	-32	-44	-57	-60	-51	-38	-25	-4	-11
SC 1.3	-5	-5	-6	-6	-7	-18	-29	-40	-52	-55	-20	-23	-26	-5	-11
RF 1.4	-6	-5	-6	-6	-7	-12	-17	-22	-27	-29	-21	-17	-13	-6	-8
SF 1.5	-5	-4	-5	-5	-6	-15	-25	-34	-44	-46	-17	-14	-11	-4	-7
TC 1.6	-5	-4	-5	-5	-6	-13	-20	-27	-34	-36	-33	-37	-41	-23	-16
RC 1.7	-5	-4	-5	-5	-6	-8	-11	-13	-16	-17	-14	-17	-20	-5	-7
RN 1.8	-6	-5	-6	-6	-7	-8	-9	-10	-12	-13	-11	-10	-9	-6	-7
TN 1.9	-6	-5	-6	-6	-7	-8	-9	-10	-12	-13	-12	-10	-8	-5	-7
RN 2.1	-8	-6	-7	-8	-10	-11	-13	-14	-16	-17	-11	-10	-9	-8	-10
TN 2.2	-8	-6	-7	-8	-10	-12	-14	-16	-19	-20	-14	-14	-14	-8	-10
RF 2.3	-5	-4	-5	-5	-6	-12	-18	-24	-30	-32	-22	-24	-26	-7	-11
TC 2.4	-4	-3	-4	-5	-6	-8	-11	-14	-17	-18	-12	-12	-12	-4	-5
SF 2.5	-5	-4	-5	-5	-6	-7	-11	-14	-17	-18	-10	-9	-8	-4	-5
TF 2.6	-4	-3	-4	-5	-6	-7	-9	-11	-13	-14	-11	-8	-5	-4	-4
SN 2.7	-6	-5	-6	-6	-7	-11	-8	-9	-10	-10	-9	-8	-7	-5	-5
SC 2.8	-4	-3	-4	-5	-6	-10	-15	-19	-24	-25	-24	-29	-34	-5	-8
RC 2.9	-4	-3	-4	-5	-6	-9	-13	-17	-21	-22	-18	-22	-26	-4	-5
SC 3.1	-5	-4	-5	-5	-6	-12	-18	-24	-30	-31	-19	-24	-29	-8	-12
RC 3.2	-4	-4	-5	-5	-6	-7	-9	-10	-12	-13	-8	-10	-12	-4	-6
TF 3.3	-6	-5	-6	-6	-7	-9	-11	-13	-15	-16	-13	-16	-19	-16	-23
SN 3.4	-7	-5	-6	-6	-7	-11	-15	-19	-24	-26	-16	-15	-14	-5	-8
SF 3.5	-5	-4	-5	-5	-6	-8	-11	-14	-17	-18	-9	-11	-13	-5	-8
TC 3.6	-4	-3	-4	-5	-6	-10	-14	-18	-23	-24	-21	-27	-33	-3	-6
TN 3.7	-8	-6	-7	-8	-10	-10	-11	-11	-12	-12	-9	-9	-9	-6	-8
RF 3.8	-4	-3	-4	-5	-6	-7	-9	-10	-12	-12	-8	-7	-6	-4	-5
RN 3.9	-5	-4	-5	-5	-6	-10	-14	-18	-23	-24	-10	-7	-4	-4	-7

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Tabela 9 – Tensão da água no solo (em kPa) a 15 cm de profundidade nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN), do dia 13 de fevereiro a 27 de fevereiro de 2008

Tratamento	Data														
	13.02	14.02	15.02	16.02	17.02	18.02	19.02	20.02	21.02	22.02	23.02	24.02	25.02	26.02	27.02
TF 1.1	-13	-20	-27	-34	-42	-49	-55	-58	-71	-53	-8	-8	-4	-8	-8
SN 1.2	-20	-26	-33	-40	-47	-52	-56	-63	-74	-72	-54	-36	-6	-11	-18
SC 1.3	-22	-32	-42	-53	-64	-68	-72	-71	-80	-6	-10	-10	-5	-12	-14
RF 1.4	-15	-22	-30	-37	-45	-52	-59	-62	-73	-73	-43	-14	-6	-13	-11
SF 1.5	-18	-29	-40	-51	-63	-67	-70	-67	-78	-42	-10	-10	-5	-10	-12
TC 1.6	-24	-34	-45	-55	-65	-69	-75	-69	-80	-82	-66	-27	-5	-7	-7
RC 1.7	-11	-15	-20	-24	-29	-36	-47	-52	-69	-4	-7	-7	-5	-7	-7
RN 1.8	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-15	-18	-22	-10	-11	-10	-6	-7	-9
TN 1.9	-9	-11	-13	-16	-18	-23	-27	-37	-43	-28	-12	-10	-6	-6	-7
RN 2.1	-14	-19	-25	-30	-35	-40	-48	-44	-52	-19	-24	-23	-8	-11	-14
TN 2.2	-15	-23	-32	-40	-49	-56	-64	-58	-67	-47	-41	-36	-12	-13	-14
RF 2.3	-20	-32	-45	-57	-70	-72	-77	-66	-78	-70	-23	-16	-6	-8	-9
TC 2.4	-9	-13	-18	-22	-27	-35	-47	-56	-70	-24	-8	-7	-5	-6	-5
SF 2.5	-9	-13	-18	-22	-26	-32	-42	-48	-65	-4	-7	-7	-5	-6	-6
TF 2.6	-10	-14	-19	-23	-28	-33	-42	-47	-63	-51	-10	-9	-4	-7	-6
SN 2.7	-9	-11	-14	-15	-17	-21	-28	-26	-32	-19	-14	-13	-6	-6	-7
SC 2.8	-13	-21	-30	-38	-47	-56	-66	-63	-76	-74	-18	-8	-4	-5	-6
RC 2.9	-8	-13	-18	-23	-28	-38	-52	-60	-74	-40	-7	-6	-5	-5	-6
SC 3.1	-18	-28	-39	-49	-60	-65	-72	-66	-78	-75	-45	-21	-5	-7	-7
RC 3.2	-7	-9	-12	-14	-17	-23	-35	-46	-63	-5	-6	-5	-4	-5	-6
TF 3.3	-36	-45	-55	-65	-75	-76	-81	-59	-76	-80	-81	-79	-6	-16	-17
SN 3.4	-11	-22	-33	-44	-56	-64	-73	-61	-72	-73	-68	-61	-7	-8	-10
SF 3.5	-13	-24	-36	-47	-59	-64	-71	-63	-76	-72	-59	-45	-5	-10	-12
TC 3.6	-10	-20	-31	-42	-53	-61	-69	-66	-78	-34	-8	-8	-4	-7	-6
TN 3.7	-10	-15	-20	-25	-31	-40	-52	-47	-61	-49	-32	-24	-8	-8	-11
RF 3.8	-9	-14	-20	-25	-31	-39	-52	-56	-71	-64	-32	-21	-5	-9	-8
RN 3.9	-9	-12	-16	-19	-23	-25	-29	-36	-50	-5	-10	-9	-5	-6	-9

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Tabela 10 – Tensão da água no solo (em kPa) a 15 cm de profundidade nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN), do dia 28 de fevereiro a 13 de março de 2008

Trata mento	Data														
	28.02	29.02	01.03	02.03	03.03	04.03	05.03	06.03	07.03	08.03	09.03	10.03	11.03	12.03	13.03
TF 1.1	-11	-25	-5	-10	-9	-12	-26	-50	-62	-69	-52	-13	-25	-32	-3
SN 1.2	-24	-35	-6	-9	-9	-12	-17	-27	-48	-60	-50	-21	-21	-28	-3
SC 1.3	-21	-37	-11	-13	-14	-14	-29	-61	-72	-75	-69	-48	-27	-40	-3
RF 1.4	-16	-29	-9	-12	-14	-12	-28	-57	-70	-73	-74	-60	-29	-35	-4
SF 1.5	-20	-39	-5	-11	-10	-9	-26	-56	-69	-71	-34	-7	-15	-17	-2
TC 1.6	-10	-13	-5	-8	-9	-8	-13	-38	-51	-67	-5	-6	-13	-10	-2
RC 1.7	-9	-11	-5	-7	-8	-7	-11	-25	-32	-50	-3	-5	-8	-4	-2
RN 1.8	-11	-13	-6	-9	-6	-8	-11	-13	-18	-19	-6	-8	-11	-8	-2
TN 1.9	-8	-11	-6	-9	-7	-6	-9	-11	-16	-16	-8	-7	-9	-10	-2
RN 2.1	-15	-23	-10	-13	-11	-11	-14	-19	-25	-28	-9	-12	-13	-18	-2
TN 2.2	-14	-21	-10	-12	-9	-7	-11	-16	-24	-30	-15	-16	-17	-23	-2
RF 2.3	-14	-23	-5	-9	-8	-7	-12	-28	-40	-56	-10	-7	-10	-13	-2
TC 2.4	-7	-10	-5	-7	-6	-5	-7	-16	-23	-40	-3	-5	-6	-4	-3
SF 2.5	-7	-12	-4	-8	-5	-5	-7	-24	-35	-52	-2	-5	-6	-3	-2
TF 2.6	-6	-12	-4	-8	-5	-4	-6	-16	-24	-34	-3	-5	-7	-7	-2
SN 2.7	-7	-11	-5	-9	-6	-5	-7	-8	-14	-16	-8	-8	-7	-10	-2
SC 2.8	-6	-11	-4	-8	-6	-6	-6	-16	-26	-48	-3	-4	-6	-4	-2
RC 2.9	-6	-10	-5	-7	-6	-6	-8	-19	-30	-50	-3	-5	-6	-5	-3
SC 3.1	-8	-14	-5	-9	-9	-10	-13	-26	-39	-56	-5	-8	-12	-17	-3
RC 3.2	-6	-8	-4	-5	-5	-5	-6	-10	-15	-22	-2	-4	-4	-4	-2
TF 3.3	-35	-55	-32	-27	-37	-40	-56	-70	-75	-72	-72	-71	-56	-62	-3
SN 3.4	-11	-16	-5	-10	-7	-6	-8	-9	-17	-21	-11	-8	-8	-13	-2
SF 3.5	-21	-36	-6	-16	-19	-17	-39	-58	-68	-67	-41	-14	-27	-20	-2
TC 3.6	-8	-13	-8	-15	-20	-10	-22	-57	-67	-70	-3	-4	-9	-9	-3
TN 3.7	-11	-16	-6	-9	-7	-6	-8	-9	-15	-16	-12	-10	-8	-13	-2
RF 3.8	-10	-19	-5	-11	-13	-8	-17	-37	-46	-57	-55	-16	-16	-23	-2
RN 3.9	-10	-18	-5	-8	-6	-6	-9	-12	-25	-35	-3	-8	-9	-7	-2

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Tabela 11 – Tensão da água no solo (em kPa) a 15 cm de profundidade nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN), do dia 14 de março a 28 de março de 2008

Trata mento	Data														
	14.03	15.03	16.03	17.03	18.03	19.03	20.03	21.03	22.03	23.03	24.03	25.03	26.03	27.03	28.03
TF 1.1	-3	-4	-6	-3	-3	-8	-11	-25	-10	-4	-4	-4	-9	-8	-14
SN 1.2	-3	-6	-9	-3	-4	-10	-14	-19	-18	-6	-4	-9	-14	-16	-28
SC 1.3	-4	-6	-8	-3	-4	-13	-20	-35	-30	-5	-5	-7	-20	-28	-46
RF 1.4	-3	-4	-6	-4	-5	-10	-12	-20	-12	-5	-5	-7	-13	-10	-16
SF 1.5	-3	-4	-6	-3	-4	-11	-16	-23	-15	-5	-5	-6	-14	-15	-22
TC 1.6	-3	-4	-6	-2	-3	-8	-10	-15	-9	-4	-4	-6	-13	-17	-29
RC 1.7	-3	-4	-6	-3	-4	-8	-10	-14	-11	-3	-4	-6	-10	-11	-15
RN 1.8	-3	-4	-6	-3	-4	-7	-9	-12	-6	-5	-5	-7	-10	-9	-10
TN 1.9	-2	-4	-6	-3	-4	-7	-9	-12	-8	-4	-4	-7	-13	-12	-19
RN 2.1	-4	-5	-7	-3	-4	-7	-10	-13	-8	-7	-6	-8	-13	-11	-15
TN 2.2	-3	-5	-7	-3	-4	-9	-12	-16	-11	-6	-5	-8	-17	-18	-32
RF 2.3	-3	-4	-6	-3	-4	-7	-8	-13	-8	-3	-4	-6	-10	-8	-12
TC 2.4	-3	-4	-5	-3	-4	-6	-8	-10	-10	-4	-4	-5	-9	-11	-15
SF 2.5	-3	-4	-5	-2	-3	-6	-8	-10	-6	-2	-3	-4	-8	-8	-8
TF 2.6	-3	-3	-4	-2	-3	-7	-9	-11	-7	-2	-3	-4	-8	-6	-10
SN 2.7	-3	-4	-6	-3	-4	-7	-9	-11	-6	-5	-4	-6	-12	-6	-11
SC 2.8	-3	-4	-5	-2	-3	-6	-9	-10	-7	-3	-3	-5	-10	-10	-17
RC 2.9	-3	-4	-5	-3	-3	-7	-9	-11	-9	-3	-4	-5	-10	-10	-15
SC 3.1	-3	-4	-6	-3	-3	-6	-8	-11	-9	-2	-4	-5	-9	-8	-14
RC 3.2	-2	-3	-5	-2	-2	-4	-6	-7	-6	-3	-3	-4	-7	-7	-10
TF 3.3	-3	-4	-6	-3	-3	-5	-8	-10	-7	-3	-4	-4	-8	-7	-9
SN 3.4	-3	-4	-6	-2	-3	-5	-8	-10	-5	-5	-5	-6	-10	-7	-11
SF 3.5	-3	-4	-5	-2	-3	-6	-9	-11	-5	-3	-4	-4	-10	-5	-8
TC 3.6	-3	-4	-5	-3	-3	-12	-18	-25	-21	-3	-4	-7	-27	-34	-51
TN 3.7	-3	-4	-5	-2	-3	-4	-7	-9	-4	-4	-5	-6	-8	-4	-6
RF 3.8	-2	-3	-5	-2	-2	-6	-9	-11	-7	-3	-3	-3	-10	-6	-10
RN 3.9	-3	-4	-6	-2	-3	-6	-11	-13	-9	-5	-6	-8	-18	-22	-34

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Tabela 12 – Tensão da água no solo (em kPa) a 15 cm de profundidade nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN), do dia 29 de março a 11 de abril de 2008

Trata mento	Data													
	29.03	30.03	31.03	01.04	02.04	03.04	04.04	05.04	06.04	07.04	08.04	09.04	10.04	11.04
TF 1.1	-11	-22	-38	-44	-58	-55	-3	-2	-4	-3	-3	-3	-2	-3
SN 1.2	-40	-52	-68	-65	-75	-73	-52	-15	-15	-5	-5	-4	-3	-4
SC 1.3	-50	-60	-74	-72	-74	-66	-3	-5	-6	-5	-4	-4	-3	-6
RF 1.4	-12	-25	-39	-44	-50	-45	-5	-4	-5	-5	-5	-4	-4	-5
SF 1.5	-16	-30	-46	-52	-55	-51	-3	-4	-5	-3	-3	-3	-2	-4
TC 1.6	-23	-40	-61	-72	-73	-71	-3	-4	-5	-4	-4	-4	-3	-5
RC 1.7	-11	-20	-33	-40	-44	-12	-3	-4	-5	-4	-4	-3	-3	-4
RN 1.8	-10	-14	-19	-22	-25	-16	-6	-6	-7	-5	-5	-4	-4	-4
TN 1.9	-20	-31	-45	-52	-60	-58	-19	-8	-10	-7	-6	-5	-4	-4
RN 2.1	-16	-23	-33	-39	-52	-50	-24	-13	-15	-11	-8	-9	-6	-5
TN 2.2	-36	-45	-57	-56	-68	-65	-61	-39	-40	-12	-9	-6	-4	-4
RF 2.3	-9	-20	-34	-47	-53	-48	-3	-5	-6	-4	-4	-3	-3	-4
TC 2.4	-13	-30	-50	-61	-70	-68	-3	-4	-5	-4	-4	-4	-3	-4
SF 2.5	-5	-13	-22	-28	-31	-8	-3	-5	-6	-3	-4	-3	-2	-3
TF 2.6	-5	-14	-24	-33	-36	-24	-3	-3	-4	-3	-3	-3	-3	-3
SN 2.7	-9	-15	-22	-24	-30	-28	-18	-11	-13	-9	-8	-7	-6	-3
SC 2.8	-13	-30	-53	-62	-65	-53	-3	-4	-5	-5	-4	-4	-4	-3
RC 2.9	-11	-28	-48	-60	-63	-54	-3	-4	-5	-4	-4	-4	-3	-4
SC 3.1	-13	-28	-47	-59	-61	-12	-3	-4	-5	-4	-4	-4	-4	-4
RC 3.2	-7	-16	-26	-40	-42	-16	-3	-4	-4	-3	-4	-3	-3	-3
TF 3.3	-5	-8	-13	-14	-15	-11	-3	-4	-5	-4	-3	-3	-3	-3
SN 3.4	-11	-20	-33	-41	-59	-57	-45	-23	-25	-12	-8	-7	-5	-3
SF 3.5	-4	-10	-18	-22	-23	-11	-4	-3	-4	-4	-3	-3	-3	-3
TC 3.6	-46	-58	-75	-75	-76	-76	-4	-4	-5	-5	-3	-2	-3	-6
TN 3.7	-5	-8	-12	-13	-13	-11	-6	-6	-7	-5	-5	-3	-3	-3
RF 3.8	-3	-10	-18	-20	-21	-10	-4	-3	-4	-4	-2	-2	-2	-3
RN 3.9	-49	-59	-73	-72	-78	-77	-6	-9	-11	-10	-9	-7	-6	-6

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

2.2.8 Dados pluviométricos

A coleta de dados pluviométricos iniciou no dia 06 de dezembro de 2007 e terminou no dia 11 de abril de 2008, para tal, foi utilizado um pluviômetro, com 21,1 cm de diâmetro (área de captação de 350 cm²), instalado dentro da área experimental. Os dados de chuva eram coletados logo após o término da mesma, quando coletados pela manhã, a chuva da manhã se somava a da noite anterior, e estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Chuvas (em mm) durante o experimento

dezembro / 07		janeiro / 08		fevereiro / 08		março / 08		abril / 08	
dia	chuva	dia	chuva	dia	chuva	dia	chuva	dia	chuva
06	41,6	02	91,4**	07	0,7	01	16,5*	03	15,7*
10	4,4	05	1,1	08	10,1*	03	5,9*	04	23,9*
11	25,1	06	21,8*	09	3,3	09	33,7*	07	13,7*
14	45,7*	07	21,3*	11	25,1*	11	0,3	09	4,1
20	31,1*	12	46,0*	13	0,2	12	10,1*	10	8,7*
21	29,4*	14	17,2*	17	3,3	13	25,4*	11	52,8**
26	0,8	15	63,9**	18	2,6	14	5,5*	total	119,0
total	178,0	16	4,4	19	0,2	18	8,8		
		17	31,6*	21	1,3	22	8,6*		
		20	42,4*	22	42,9*	23	22,4*		
		21	14,9*	23	5,2	total	137,0		
		22	0,1	24	2,3				
		27	5,6	25	23,0*				
		29	60,4*	total	120,2				
		30	21,3*						
		total	443,3						

Sendo: * leitura válida e ** leitura perdida devido ao transbordamento da caixa d'água

Os dados coletados na área experimental, que no total somou 997,5 mm, assemelham-se aos dados da Estação Convencional do Posto Agrometeorológico, do Departamento de Engenharia Rural (LER/ESALQ/USP), a qual está distante apenas 1 km do experimento. Os valores totais mensais de chuva observados na Estação são os seguintes: dezembro de 2007 = 188,6 mm, janeiro de 2008 = 418,5 mm, fevereiro de 2008 = 153,7 mm, março de 2008 = 132,4 mm e abril (até o dia 11) de 2008 = 111,8 mm, com um total de 1005,0 mm para o período analisado.

No período analisado, 51 coletas de chuva foram contabilizadas, mas em apenas 31 ocorreu escoamento superficial e em 3 destas, devido ao transbordamento das caixas d'água, as leituras foram perdidas, portanto somente 28 leituras foram validadas.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Perdas de solo

A massa de solo (M_s) perdida em cada parcela foi calculada a partir da massa de solo carregado, obtida em laboratório, com amostras de 100 mL do volume homogeneizado ($M_{s100\text{ mL}}$) e do Volume bruto (V_b) coletado, dado pela eq. (3).

$$M_s = (M_{s100\text{ mL}}) \cdot V_b \cdot 10 \quad (3)$$

A massa de solo (M_s) está disposta na Tabela 14. A massa de solo carregado em 100 mL ($M_{s100\text{ mL}}$) é apresentada nos Apêndices “B” e “C”, o volume bruto (V_b) coletado é apresentado nos Apêndices “D” e “E” e a massa de solo (M_s) das 28 leituras do experimento encontra-se nos Apêndices “F” e “G”.

Tabela 14 – Massa de solo (M_s) calculada (em Kg), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 10 de abril de 2008

Tratamentos	Blocos			Totais de Tratamentos
	I	II	III	
TF	4,5474	5,9996	3,6816	14,2286
TC	3,8692	4,4026	1,6463	9,9181
TN	12,4943	13,1229	14,5890	40,2062
SF	8,3049	7,0094	8,2799	23,5942
SC	4,6304	4,2680	5,0110	13,9094
SN	14,4731	13,1071	14,8557	42,4359
RF	9,1401	9,0981	11,5700	29,8082
RC	5,8135	4,1967	5,1958	15,2060
RN	13,9987	13,4078	26,2601	53,6666
Totais de Blocos	77,2716	74,6122	91,0894	242,9732

A Figura 13 compara as massas de solo (Kg) dos nove tratamentos no período de 14 de dezembro de 2007 a 10 de abril de 2008.

Figura 13 - Massa de solo (Kg), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), terraço com capim (TC), terraço com solo nu (TN), sulco com feijão (SF), sulco com capim (SC), sulco com solo nu (SN), rampa com feijão (RF), rampa com capim (RC) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 10 de abril de 2008

Observou-se pela Figura 13, que a maior massa de solo carregada ocorreu no Bloco III, fato esse devido possivelmente à declividade mais acentuada das parcelas contidas neste bloco e também pelo menor desenvolvimento vegetativo das culturas implantadas. Já o Bloco II apresentou a menor perda de solo devido as suas parcelas se encontrarem em uma mancha de solo levemente compactada, com presença de pedras. O Bloco I obteve desempenho intermediário, pois apresentou menor perda de solo em relação ao Bloco III e maior perda de solo se comparado ao Bloco II.

O resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre as estruturas de contenção; houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre as coberturas do solo; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para a interação (Estrutura x Cobertura), indicando que a estrutura de contenção independe da cobertura do solo (Tabela 15).

Tabela 15 – Análise da variância do efeito das estruturas de contenção nas coberturas do solo em terrenos declivosos, para perdas de solo (Kg)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F
Estruturas (E)	2	65,65125	32,82565	4,97 *
Coberturas (C)	2	555,44111	277,72055	42,07 **
Interação (E x C)	4	15,11625	3,77906	0,57 ns
(Tratamentos)	(8)	(636,2087)	-	-
Blocos	2	17,3890	-	-
Resíduo	16	105,6314	6,60196	
Total	26	759,2291		

ns: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

**: Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O coeficiente de variação do experimento, na análise de perda de solo foi de 28,55%, sendo que Denardin et al. (2008), em lavouras manejadas sob sistema de plantio direto com a prática conservacionista de “mulching” vertical, localizadas em 10 municípios do Planalto Médio e Missões do Estado do Rio Grande do Sul, obtiveram coeficientes de variação de 51,8%, 42,0%, 26,2% e 62,7%, para fósforo disponível, potássio trocável, matéria orgânica e alumínio trocável, respectivamente.

Para comparação entre médias de estruturas de contenção da enxurrada e médias de coberturas do solo, foi realizado o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 16).

Tabela 16 – Efeito das estruturas de contenção na reação de coberturas do solo. Médias referentes a perda de solo (Kg)

Estruturas	Coberturas			Médias de Estruturas
	Feijão	Capim	Solo Nu	
Terraço	4,74287	3,30603	13,40207	7,15032 a
Sulco	7,86473	4,63647	14,14530	8,88217 ab
Rampa	9,93607	5,06867	17,88890	10,96455 b
Médias de Coberturas	7,51456 b	4,33706 a	15,14542 c	

As médias de coberturas e médias de estruturas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, em relação às Estruturas, o Terraço, apesar de não diferir estatisticamente do Sulco, apresentou a menor perda

de solo. No caso da Rampa, mesmo não diferindo estatisticamente do Sulco, apresentou a maior perda de solo; e o Sulco, não diferiu estatisticamente de nenhuma estrutura e apresentou um valor de perda de solo intermediário, ou seja, valores entre aqueles obtidos pelas duas estruturas citadas anteriormente.

Ainda de acordo com o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, mas com relação às Coberturas, todas diferiram entre si, sendo o Capim a cobertura que apresentou a menor perda de solo, o Feijão mostrou uma perda intermediária e o Solo Nu foi o que apresentou a mais alta perda de solo.

O Teste de Tukey também foi aplicado para comparar as médias entre tratamentos (Tabela 17).

Tabela 17 – Comparação entre as perdas médias de solo (Kg) para os nove tratamentos

Tratamentos	Blocos			Médias de Tratamentos
	I	II	III	
Terraço Capim	3,8692	4,4026	1,6463	3,30603 a
Sulco Capim	4,6304	4,2680	5,0110	4,63647 a
Terraço Feijão	4,5474	5,9996	3,6816	4,74287 ab
Rampa Capim	5,8135	4,1967	5,1958	5,06867 ab
Sulco Feijão	8,3049	7,0094	8,2799	7,86473 bc
Rampa Feijão	9,1401	9,0981	11,5700	9,93607 c
Terraço Solo Nu	12,4943	13,1229	14,5890	13,40207 d
Sulco Solo Nu	14,4731	13,1071	14,8557	14,1453 d
Rampa Solo Nu	13,9987	13,4078	26,2601	17,8889 e

As médias de tratamentos com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, em relação aos tratamentos, o tratamento Terraço Capim apresentou a menor perda de solo, apesar de não diferir estatisticamente dos tratamentos Sulco Capim, Terraço Feijão e Rampa Capim; o tratamento Rampa Solo Nu foi o que apresentou a mais alta perda de solo e diferiu estatisticamente de todos; os tratamentos Sulco Feijão e Rampa Feijão apresentaram valores intermediários e os tratamentos Terraço Solo Nu e Sulco Solo Nu não diferiram entre si e só foram mais eficientes que a Rampa Solo Nu.

A Figura 14 compara as perdas médias de solo (Kg) dos nove tratamentos no período de 14 de dezembro de 2007 a 10 de abril de 2008.

Figura 14 – Perda média de solo (Kg), nos tratamentos: terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), terraço com feijão (TF), rampa com capim (RC), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 10 de abril de 2008

A perda média de solo apresentada na Tabela 17 é referente a uma parcela de 18m^2 ($12\text{m} \times 1,5\text{m}$); para uma área de 1 ha e foram obtidas as seguintes perdas médias de solo: Terraço Capim (1836,7kg), Sulco Capim (2575,8kg), Terraço Feijão (2634,9kg), Rampa Capim (2815,9kg), Sulco Feijão (4369,3kg), Rampa Feijão (5520,0kg), Terraço Solo Nu (7445,6kg), Sulco Solo Nu (7858,5kg) e Rampa Solo Nu (9938,3kg).

Dotto e Righes (1989) observaram que a implementação do “mulching” vertical contribuiu para reduzir em 77% as perdas médias de matéria orgânica presente nos sedimentos carregados pela enxurrada.

Em estudos realizados em várias regiões do Nordeste do Brasil, objetivando-se avaliar as perdas de solo em parcelas mantidas continuamente descobertas e cultivadas morro abaixo, indicaram-se perdas médias anuais de solo que variaram de 27 a 94 Mg ha^{-1} (SILVA et al., 1989).

Por sua vez, Margolis et al. (1985) avaliando o efeito de diferentes tipos de cobertura vegetal sobre as perdas por erosão, constataram que a palma forrageira cultivada em morro

abaixo num solo Litólico de Caruaru - PE contribuiu com perdas de solo de $2,0 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em relação ao plantio em nível.

2.3.2 Perdas de água

O volume de água (V_a) escoado durante o experimento, foi dado pelo volume bruto (V_b) coletado, subtraído do volume de solo (V_s) carregado, dado pela eq. (4).

$$V_a = V_b - V_s \quad (4)$$

Sendo o volume bruto (V_b), coletado logo após as precipitações e o volume de solo (V_s) calculado a partir da massa de solo (M_s) e da densidade das partículas do solo (ρ_s), apresentado pela eq. (5).

$$V_s = \frac{M_s}{\rho_s} \quad (5)$$

O volume de água (V_a) escoado em cada parcela é apresentado na Tabela 18, o volume de solo (V_s) é apresentado nos Apêndices “H” e “I” e o volume de água (V_a) das 28 leituras do experimento encontra-se nos apêndices “J” e “K”.

Tabela 18 – Volume de água (V_a) calculado (m^3), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 10 de abril de 2008

Tratamentos	Blocos			Totais de Tratamentos
	I	II	III	
TF	2,1284	2,4408	1,6077	6,1769
TC	2,4846	2,7604	1,3234	6,5684
TN	4,2195	3,9783	3,9128	12,1106
SF	3,2210	2,5095	2,7930	8,5235
SC	3,6913	2,6255	3,0932	9,4100
SN	5,2578	3,9503	3,9197	13,1278
RF	3,8517	3,4257	3,8438	11,1212
RC	4,6989	3,0575	3,3691	11,1255
RN	5,7770	4,8312	6,0126	16,6208
Totais de Blocos	35,3302	29,5792	29,8753	94,7847

A Figura 15 compara os volumes de água (m^3) dos nove tratamentos no período de 14 de dezembro de 2007 a 10 de abril de 2008.

Figura 15 – Volume de água (m^3), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), terraço com capim (TC), terraço com solo nu (TN), sulco com feijão (SF), sulco com capim (SC), sulco com solo nu (SN), rampa com feijão (RF), rampa com capim (RC) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 10 de abril de 2008

Pôde-se observar pela Figura 15, que o Bloco II apresentou o menor volume de água carreado, isso se deve ao fato do bom desenvolvimento das culturas em suas parcelas experimentais. Já o Bloco I apresentou a maior perda de água devido ao desenvolvimento irregular das culturas e o Bloco III, apesar de obter valores intermediários, apresentou um desempenho próximo ao do Bloco II.

O resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre as estruturas de contenção e entre as coberturas do solo; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para a interação (Estrutura x Cobertura), indicando que a estrutura de contenção independe da cobertura do solo (Tabela 19).

Tabela 19 – Análise da variância do efeito das estruturas de contenção nas coberturas do solo em terrenos declivosos, para perdas de água (m³)

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F
Estruturas (E)	2	10,9544	5,4772	23,98 **
Coberturas (C)	2	17,6507	8,82535	38,64 **
Interação (E x C)	4	0,3859	0,096475	0,42 ns
(Tratamentos)	(8)	(28,991)	-	-
Blocos	2	2,3303	-	-
Resíduo	16	3,6543	0,22839	
Total	26	34,9756		

ns: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O coeficiente de variação do experimento, na análise de perda de água foi de 13,61%, que segundo Ferreira (2000) indica uma boa precisão experimental.

Para comparação entre médias de estruturas de contenção da enxurrada e médias de coberturas do solo, realizou-se o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, conforme se verifica na Tabela 20.

De acordo com o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, em relação às Estruturas, todas diferiram entre si, sendo o Terraço a estrutura que apresentou a menor perda de água. O Sulco apresentou uma perda intermediária e a Rampa mostrou a maior perda de água.

Ainda de acordo com o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, mas com relação às Coberturas, o Feijão apesar de não diferir estatisticamente do Capim, apresentou a

menor perda de água, o Capim obteve uma perda intermediária e o Solo Nu diferiu estatisticamente dos dois e apresentou a mais alta perda de água, por escoamento superficial.

Tabela 20 – Efeito das estruturas de contenção na reação de coberturas do solo. Médias referentes à perda de água (m^3)

Estruturas	Coberturas			Médias de Estruturas
	Feijão	Capim	Solo Nu	
Terraço	2,05897	2,18947	4,03687	2,76177 a
Sulco	2,84117	3,13667	4,37593	3,45126 b
Rampa	3,70707	3,70850	5,54027	4,31861 c
Médias de Coberturas	2,86907 a	3,01155 a	4,65102 b	

As médias de coberturas e médias de estruturas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O Teste de Tukey também foi aplicado para comparar as médias entre tratamentos (Tabela 21).

Tabela 21 – Comparação entre as perdas médias de água (m^3) para os nove tratamentos

Tratamentos	Blocos			Médias de Tratamentos
	I	II	III	
Terraço Feijão	2,1284	2,4408	1,6077	2,05897 a
Terraço Capim	2,4846	2,7604	1,3234	2,18947 a
Sulco Feijão	3,2210	2,5095	2,7930	2,84117 b
Sulco Capim	3,6913	2,6255	3,0932	3,13667 bc
Rampa Feijão	3,8517	3,4257	3,8438	3,70707 cd
Rampa Capim	4,6989	3,0575	3,3691	3,70850 cd
Terraço Solo Nu	4,2195	3,9783	3,9128	4,03687 de
Sulco Solo Nu	5,2578	3,9503	3,9197	4,37593 e
Rampa Solo Nu	5,7770	4,8312	6,0126	5,54027 f

As médias de tratamentos com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, com relação aos tratamentos, o tratamento Terraço Feijão, apesar de não diferir estatisticamente do tratamento Terraço Capim, apresentou a menor perda de água por escoamento superficial; o tratamento Rampa Solo Nu diferiu estatisticamente de todos e foi o que apresentou a mais alta perda de água

por escoamento superficial; os tratamentos Sulco Feijão, Sulco Capim, Rampa Feijão e Rampa Capim apresentaram valores intermediários e os tratamentos Terraço Solo Nu e Sulco Solo Nu não diferiram entre si e só foram mais eficientes que a Rampa Solo Nu.

A Figura 16 compara as perdas médias de água (m^3) dos nove tratamentos no período de 14 de dezembro de 2007 a 10 de abril de 2008.

Figura 16 – Perda média de água (m^3), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), terraço com capim (TC), sulco com feijão (SF), sulco com capim (SC), rampa com feijão (RF), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 10 de abril de 2008

A perda média de água por escoamento superficial, apresentada na Tabela 21 é referente a uma parcela de 18m^2 ($12\text{m} \times 1,5\text{m}$), para uma área de 1 ha temos as seguintes perdas médias de água por escoamento superficial: Terraço Feijão ($1143,9 \text{ m}^3$), Terraço Capim ($1216,4 \text{ m}^3$), Sulco Feijão ($1578,4 \text{ m}^3$), Sulco Capim ($1742,6 \text{ m}^3$), Rampa Feijão ($2059,5 \text{ m}^3$), Rampa Capim ($2060,3 \text{ m}^3$), Terraço Solo Nu ($2242,7 \text{ m}^3$), Sulco Solo Nu ($2431,1 \text{ m}^3$) e Rampa Solo Nu ($3077,9 \text{ m}^3$).

Avaliações da eficiência do “mulching” vertical para o manejo de enxurrada, em um solo Podzólico Vermelho Amarelo, em Santa Maria, RS, evidenciaram que a adoção dessa técnica conservacionista reduziu em 52% a taxa do escoamento superficial (NISHIJIMA; RIGHES, 1987).

A utilização do “mulching” vertical em Latossolo Vermelho distrófico típico em semeadura direta reduz o escoamento superficial de água no solo em até 48,66 %, com espaçamento de 10 m entre sulcos, e em até 54,54 % com espaçamento de 5 m, em relação ao mesmo sistema sem vertical mulching (GARCIA; RIGHES, 2008).

Margolis et al. (1985) avaliando o efeito de diferentes tipos de cobertura vegetal sobre as perdas por erosão, constataram que a palma forrageira cultivada em morro abaixo num solo Litólico de Caruaru – PE aumentou a perda de água, na ordem de 36,0 mm. ano⁻¹ em relação ao plantio em nível.

Segundo Herbes (2003), testando o “mulching” vertical com espaçamento de 5 e 10 metros, usando chuva simulada com intensidade de precipitação de 70 mm h⁻¹, em solo Passo Fundo, com duração de 1 hora, não verificou escoamento superficial, devido ao aumento do fluxo de água para dentro do perfil do solo.

O uso do “mulching” vertical, em sistema plantio direto em um Latossolo Vermelho Distrófico típico, reduz as perdas de água por escoamento superficial entre 49,6 e 67,1 %, em função do espaçamento entre os sulcos com “mulching” e das intensidades de chuva (COSTA, 2004).

A aplicação do “mulching” vertical em sistema plantio direto reduz o escoamento superficial de água no solo em 48,66 e 54,54 %, respectivamente, com “mulching” vertical a cada 10 e a cada 5 metros em comparação ao sistema plantio direto sem “mulching” vertical (HERBES, 2003).

Em trabalho conduzido durante sete anos por Dechen e Prochnow (2003), demonstrou-se que 20% da precipitação pluvial total foi perdida com a enxurrada no solo mantido totalmente descoberto.

2.3.3 Comparação dos coeficientes de escoamento (C)

Os coeficientes de escoamento (C) foram calculados a partir da média das três repetições dos volumes brutos coletados, para cada tratamento, sobre o volume de chuva caído na parcela, obtido pelo produto entre a lâmina de precipitação e a área da parcela (18 m²). Maiores coeficientes de enxurrada significam maior percentual da precipitação que escoou sobre a superfície do solo, ou seja, menor eficiência com relação à infiltração de água no solo.

Foram realizadas análises estatísticas dos nove tratamentos para valores de coeficiente de escoamento (C) ao longo das 28 leituras, sendo considerada cada leitura um evento. Os valores de “C” em cada evento encontram-se nos apêndices “L” a “AM”.

Para o dia 14 de dezembro de 2007, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 22). O coeficiente de variação do experimento foi de 35,94%.

Tabela 22 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 14 de dezembro de 2007

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,33	0,04125	3,0 *
Blocos	2	0,07	0,035	2,55 ns
Resíduo	16	0,22	0,01375	
Total	26	0,62		

*: significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 20 de dezembro de 2007, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, para blocos (Tabela 23). O coeficiente de variação do experimento foi de 40,37%.

Tabela 23 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 20 de dezembro de 2007

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,049	0,006125	4,45 **
Blocos	2	0,049	0,0245	17,82 **
Resíduo	16	0,022	0,001375	
Total	26	0,12		

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Para o dia 21 de dezembro de 2007, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve

diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 24). O coeficiente de variação do experimento foi de 48,05%.

Tabela 24 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 21 de dezembro de 2007

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,69	0,08625	3,94 **
Blocos	2	0,14	0,07	3,2 ns
Resíduo	16	0,35	0,021875	
Total	26	1,18		

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 6 de janeiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 25). O coeficiente de variação do experimento foi de 47,44%.

Tabela 25 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 6 de janeiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,24	0,03	2,83 *
Blocos	2	0,04	0,02	1,89 ns
Resíduo	16	0,17	0,0106	
Total	26	0,45		

*: significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 7 de janeiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 26). O coeficiente de variação do experimento foi de 26,04%.

Tabela 26 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 7 de janeiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,42	0,0525	2,8 *
Blocos	2	0,03	0,015	0,8 ns
Resíduo	16	0,30	0,01875	
Total	26	0,75		

*: significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 12 de janeiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, para blocos (Tabela 27). O coeficiente de variação do experimento foi de 17,05%.

Tabela 27 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 12 de janeiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,25	0,03125	10 **
Blocos	2	0,09	0,045	14,4 **
Resíduo	16	0,05	0,003125	
Total	26	0,39		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Para o dia 14 de janeiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, para blocos (Tabela 28). O coeficiente de variação do experimento foi de 22,23%.

Tabela 28 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 14 de janeiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,1373	0,01716	7,82 **
Blocos	2	0,0476	0,0238	10,85 **
Resíduo	16	0,0351	0,002194	
Total	26	0,22		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Para o dia 17 de janeiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 29). O coeficiente de variação do experimento foi de 17,16%.

Tabela 29 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 17 de janeiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,35	0,04375	4,12 **
Blocos	2	0,05	0,025	2,35 ns
Resíduo	16	0,17	0,010625	
Total	26	0,57		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 20 de janeiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 30). O coeficiente de variação do experimento foi de 17,75%.

Tabela 30 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 20 de janeiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,2982	0,037275	5,6 **
Blocos	2	0,0032	0,0016	0,24 ns
Resíduo	16	0,1065	0,00665625	
Total	26	0,4079		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 21 de janeiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, para blocos (Tabela 31). O coeficiente de variação do experimento foi de 23,71%.

Tabela 31 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 21 de janeiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,143	0,017875	4,61 **
Blocos	2	0,068	0,034	8,77 **
Resíduo	16	0,062	0,003875	
Total	26	0,273		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Para o dia 29 de janeiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, para blocos (Tabela 32). O coeficiente de variação do experimento foi de 19,53%.

Tabela 32 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 29 de janeiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,16	0,02	6,4 **
Blocos	2	0,04	0,02	6,4 **
Resíduo	16	0,05	0,003125	
Total	26	0,25		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Para o dia 30 de janeiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, para blocos (Tabela 33). O coeficiente de variação do experimento foi de 25,31%.

Tabela 33 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 30 de janeiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,085	0,010625	5,67 **
Blocos	2	0,039	0,0195	10,4 **
Resíduo	16	0,03	0,001875	
Total	26	0,154		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Para o dia 8 de fevereiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, para blocos (Tabela 34). O coeficiente de variação do experimento foi de 49,44%.

Tabela 34 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 8 de fevereiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,062	0,00775	7,29 **
Blocos	2	0,015	0,0075	7,06 **
Resíduo	16	0,017	0,0010625	
Total	26	0,094		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Para o dia 11 de fevereiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 35). O coeficiente de variação do experimento foi de 16,15%.

Tabela 35 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 11 de fevereiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,127	0,015875	7,45 **
Blocos	2	0,0009	0,00045	0,21 ns
Resíduo	16	0,0341	0,00213125	
Total	26	0,162		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 22 de fevereiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 36). O coeficiente de variação do experimento foi de 13,86%.

Tabela 36 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 22 de fevereiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,27	0,03375	6,75 **
Blocos	2	0,02	0,01	2,0 ns
Resíduo	16	0,08	0,005	
Total	26	0,37		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 25 de fevereiro de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 37). O coeficiente de variação do experimento foi de 13,86%.

Tabela 37 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 25 de fevereiro de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,27	0,03375	6,75 **
Blocos	2	0,02	0,01	2,0 ns
Resíduo	16	0,08	0,005	
Total	26	0,37		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 1º de março de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 38). O coeficiente de variação do experimento foi de 133,93%.

Tabela 38 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 1º de março de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,0028	0,00035	6,22 **
Blocos	2	0,0002	0,0001	1,78 ns
Resíduo	16	0,0009	0,00005625	
Total	26	0,0039		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 3 de março de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 39). O coeficiente de variação do experimento foi de 36,0%.

Tabela 39 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 3 de março de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,34	0,0425	17,0 **
Blocos	2	0,03	0,015	6,0 *
Resíduo	16	0,04	0,0025	
Total	26	0,41		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

*: significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Para o dia 9 de março de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 40). O coeficiente de variação do experimento foi de 26,41%.

Tabela 40 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 9 de março de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,357	0,044625	10,06 **
Blocos	2	0,019	0,0095	2,14 ns
Resíduo	16	0,071	0,0044375	
Total	26	0,447		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 12 de março de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 41). O coeficiente de variação do experimento foi de 56,95%.

Tabela 41 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 12 de março de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,0244	0,00305	24,4 **
Blocos	2	0,0005	0,00025	2,0 ns
Resíduo	16	0,002	0,000125	
Total	26	0,0269		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 13 de março de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 42). O coeficiente de variação do experimento foi de 43,0%.

Tabela 42 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 13 de março de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,41	0,05125	21,03 **
Blocos	2	0,001	0,0005	0,21 ns
Resíduo	16	0,039	0,0024375	
Total	26	0,45		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 14 de março de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 43). O coeficiente de variação do experimento foi de 30,82%.

Tabela 43 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 14 de março de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,68	0,085	55,74 **
Blocos	2	0,0056	0,0028	1,84 ns
Resíduo	16	0,0244	0,001525	
Total	26	0,71		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 22 de março de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 44). O coeficiente de variação do experimento foi de 64,5%.

Tabela 44 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 22 de março de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,0386	0,004825	22,7 **
Blocos	2	0,0001	0,00005	0,24 ns
Resíduo	16	0,0034	0,0002125	
Total	26	0,0421		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 23 de março de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 45). O coeficiente de variação do experimento foi de 36,94%.

Tabela 45 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 23 de março de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	1,289	0,161125	20,62 **
Blocos	2	0,0052	0,0026	0,33 ns
Resíduo	16	0,125	0,0078125	
Total	26	1,419		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 3 de abril de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 46). O coeficiente de variação do experimento foi de 35,19%.

Tabela 46 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 3 de abril de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,5126	0,064075	45,16 **
Blocos	2	0,0017	0,00085	0,6 ns
Resíduo	16	0,0227	0,001419	
Total	26	0,537		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 4 de abril de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 47). O coeficiente de variação do experimento foi de 35,69%.

Tabela 47 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 4 de abril de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,83	0,10375	16,94 **
Blocos	2	0,002	0,001	0,16 ns
Resíduo	16	0,098	0,006125	
Total	26	0,93		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 7 de abril de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 48). O coeficiente de variação do experimento foi de 31,55%.

Tabela 48 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 7 de abril de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,8576	0,1072	43,86 **
Blocos	2	0,0043	0,00215	0,88 ns
Resíduo	16	0,0391	0,002444	
Total	26	0,901		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o dia 10 de abril de 2008, o resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos; e não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para blocos (Tabela 49). O coeficiente de variação do experimento foi de 47,49%.

Tabela 49 – Análise da variância dos nove tratamentos para valores de “C” no dia 10 de abril de 2008

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	0,561	0,070125	26,4 **
Blocos	2	0,0065	0,00325	1,22 ns
Resíduo	16	0,0425	0,002656	
Total	26	0,61		

**: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para comparação entre médias de tratamentos, foi realizado o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, em todos os eventos; um coeficiente de escoamento (C médio) foi calculado para cada tratamento, a partir da média dos 28 coeficientes de escoamento (C); e um coeficiente de escoamento (C corrigido) foi calculado para cada tratamento, conforme se verifica na Tabela 50.

O coeficiente de escoamento (C corrigido), foi obtido a partir da média de 12 leituras, correspondente as 28 leituras válidas, menos as leituras dos dias 20 e 21 de dezembro, 6 de janeiro, 8 de fevereiro, 1, 12, 13 e 22 de março e 10 de abril, por apresentarem um coeficiente de variação muito elevado (acima de 40%), a leitura do dia 25 de fevereiro, que foi descartada por mostrar um resultado duvidoso e as leituras dos dias 20 de dezembro, 12, 14, 21, 29 e 30 de janeiro, 8 de fevereiro e 3 de março, pois tiveram diferença significativa entre blocos.

O dia 11 de dezembro de 2007 marca o início do plantio, sendo assim, a leitura do dia 14 de dezembro de 2007 foi considerada como 3 dias após o plantio (DAP) e as leituras dos dias 7, 17 e 20 de janeiro, 11 e 22 de fevereiro, 9, 14 e 23 de março e 3, 4 e 7 de abril de 2008, tiveram um DAP igual a: 26, 36, 39, 61, 72, 87, 92, 101, 112, 113 e 116, respectivamente.

Tabela 50 - Comparação entre os coeficientes de escoamento (C) para os nove tratamentos: Terraço Feijão (TF), Terraço Capim (TC), Terraço Solo Nu (TN), Sulco Feijão (SF), Sulco Capim (SC), Sulco Solo Nu (SN), Rampa Feijão (RF), Rampa Capim (RC) e Rampa Solo Nu (RN), no período de 14 de dezembro de 2007 a 10 de abril de 2008 e valores de C médio e C corrigido

TRAT	EVENTOS									
	14.12.07	20.12.07	21.12.07	06.01.08	07.01.08	12.01.08	14.01.08	17.01.08	20.01.08	21.01.08
TF	0,19 a	0,03 a	0,14 a	0,13 a	0,37 a	0,17 a	0,10 a	0,37 a	0,26 a	0,16 a
TC	0,29 a	0,07 a	0,22 a	0,13 a	0,33 a	0,23 ab	0,12 a	0,46 ab	0,32 ab	0,16 a
TN	0,29 a	0,09 a	0,28 a	0,16 ab	0,53 a	0,39 c	0,14 a	0,64 ab	0,48 abc	0,18 ab
SF	0,18 a	0,08 a	0,18 a	0,18 ab	0,46 a	0,23 ab	0,20 ab	0,58 ab	0,42 abc	0,28 abc
SC	0,25 a	0,07 a	0,18 a	0,21 ab	0,53 a	0,36 bc	0,23 ab	0,70 b	0,53 bc	0,28 abc
SN	0,35 a	0,09 a	0,26 ab	0,22 ab	0,60 a	0,33 bc	0,22 ab	0,56 ab	0,47 abc	0,32 abc
RF	0,45 a	0,08 a	0,36 ab	0,18 ab	0,49 a	0,33 bc	0,28 b	0,67 b	0,51 bc	0,34 bc
RC	0,44 a	0,11 ab	0,50 ab	0,32 ab	0,72 a	0,44 c	0,29 b	0,73 b	0,59 c	0,28 abc
RN	0,50 a	0,20 b	0,65 b	0,43 b	0,69 a	0,47 c	0,31 b	0,69 b	0,57 c	0,37 c

TRAT	EVENTOS									
	29.01.08	30.01.08	08.02.08	11.02.08	22.02.08	25.02.08	01.03.08	03.03.08	09.03.08	12.03.08
TF	0,17 a	0,09 a	0,03 a	0,16 a	0,38 ab	0,38 ab	0,00 a	0,08 a	0,15 a	0,00 a
TC	0,18 ab	0,10 a	0,01 a	0,19 ab	0,34 a	0,34 a	0,00 a	0,01 a	0,12 a	0,00 a
TN	0,29abcd	0,16 ab	0,05 ab	0,29 bc	0,58 bc	0,58 bc	0,00 a	0,12 ab	0,35 bcd	0,04 b
SF	0,28abcd	0,16 ab	0,06 ab	0,27 abc	0,49 abc	0,49 abc	0,00 a	0,15 abc	0,21 ab	0,00 a
SC	0,26 abc	0,16 ab	0,03 a	0,30 bc	0,49 abc	0,49 abc	0,00 a	0,03 a	0,17 ab	0,00 a
SN	0,36 cd	0,23 b	0,13 bc	0,34 c	0,64 c	0,64 c	0,00 a	0,31 d	0,43 cd	0,05 b
RF	0,33 bcd	0,19 ab	0,09 abc	0,32 c	0,55 bc	0,55 bc	0,00 a	0,25 bcd	0,25 abc	0,00 a
RC	0,28abcd	0,16 ab	0,03 a	0,31 bc	0,48 abc	0,48 abc	0,02 ab	0,02 a	0,16 a	0,00 a
RN	0,42 d	0,28 b	0,16 c	0,39 c	0,64 c	0,64 c	0,03 b	0,29 cd	0,44 d	0,09 c

TRAT	EVENTOS								C médio	C corrig
	13.03.08	14.03.08	22.03.08	23.03.08	03.04.08	04.04.08	07.04.08	10.04.08		
TF	0,03 a	0,02 a	0,00 a	0,13 a	0,01 a	0,13 a	0,04 a	0,01 a	0,13	0,18
TC	0,01 a	0,01 a	0,00 a	0,04 a	0,01 a	0,06 a	0,02 a	0,00 a	0,13	0,18
TN	0,26 b	0,28 b	0,04 b	0,50 b	0,26 b	0,43 b	0,40 b	0,30 b	0,19	0,42
SF	0,03 a	0,02 a	0,00 a	0,10 a	0,01 a	0,10 a	0,02 a	0,01 a	0,20	0,24
SC	0,04 a	0,00 a	0,00 a	0,08 a	0,01 a	0,08 a	0,03 a	0,00 a	0,23	0,26
SN	0,27 b	0,35 bc	0,05 b	0,48 b	0,28 b	0,43 b	0,38 b	0,26 b	0,24	0,44
RF	0,06 a	0,05 a	0,00 a	0,19 a	0,02 a	0,18 a	0,08 a	0,03 a	0,29	0,31
RC	0,01 a	0,00 a	0,00 a	0,01 a	0,00 a	0,04 a	0,01 a	0,00 a	0,32	0,29
RN	0,34 b	0,41 c	0,12 c	0,63 b	0,36 b	0,52 b	0,44 b	0,37 b	0,41	0,52

As médias de coeficientes de escoamento (C) com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A Figura 17 compara os coeficientes de escoamento (C corrigido) dos nove tratamentos, ao longo dos dias após o plantio (DAP).

Figura 17 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Terraço Feijão (TF), Terraço Capim (TC), Terraço Solo Nu (TN), Sulco Feijão (SF), Sulco Capim (SC), Sulco Solo Nu (SN), Rampa Feijão (RF), Rampa Capim (RC) e Rampa Solo Nu (RN) em função dos dias após o plantio (DAP)

Pela Figura 18, observa-se o coeficiente de escoamento (C corrigido) para terraços de infiltração, e seu comportamento em diferentes coberturas de solo. O solo nu sempre foi o menos eficiente, os solos com capim e feijão se alternaram em primeiro e segundo, sendo que até os 65 dias após o plantio, aproximadamente, o feijão foi melhor, a partir daí o capim foi mais eficiente.

Figura 18 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Terraço Feijão (TF), Terraço Capim (TC) e Terraço Solo Nu (TN) em função dos dias após o plantio (DAP)

Pela Figura 19, observa-se o coeficiente de escoamento (C corrigido) para sulcos de infiltração, e seu comportamento em diferentes coberturas de solo. O solo nu apresentou o maior

valor a partir do DAP próximo a 55, isso é devido a constante movimentação de terra nas leituras anteriores para a implantação das culturas. O solo com capim foi mais eficiente do que o solo com feijão a partir do DAP igual a 72, antes disso o feijão infiltrou mais.

Figura 19 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Sulco Feijão (SF), Sulco Capim (SC) e Sulco Solo Nu (SN) em função dos dias após o plantio (DAP)

Pela Figura 20, observa-se o coeficiente de escoamento (C corrigido) para rampas, e seu comportamento em diferentes coberturas de solo. O solo nu apresentou o maior valor, sendo que a partir do DAP próximo a 45 dias ele se destacou mais, isso é devido à implantação das culturas. O solo com feijão foi mais eficiente do início a quinta leitura, a partir daí o solo com capim foi o mais eficiente.

Figura 20 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Rampa Feijão (RF), Rampa Capim (RC) e Rampa Solo Nu (RN) em função dos dias após o plantio (DAP)

Pela Figura 21, observa-se o coeficiente de escoamento (C corrigido) para a cultura do feijão, e seu comportamento em diferentes estruturas de contenção de enxurradas. A rampa foi a estrutura de menor eficiência e o terraço foi o mais eficiente, ficando o sulco em posição intermediária.

Figura 21 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Terraço Feijão (TF), Sulco Feijão (SF) e Rampa Feijão (RF) em função dos dias após o plantio (DAP)

Pela Figura 22, observa-se o coeficiente de escoamento (C corrigido) para a cultura do capim, e seu comportamento em diferentes estruturas de contenção de enxurradas. A rampa foi a

estrutura que apresentou menor eficiência, sendo que a partir da sexta leitura, ela se igualou ao sulco, o terraço foi o mais eficiente. Houve uma aproximação dos três coeficientes a partir do DAP igual a 101 dias, isso se deu, devido a grande massa verde produzida pelo capim utilizado nesta sua fase fenológica, quase impraticando as análises das influências das estruturas.

Figura 22 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Terraço Capim (TC), Sulco Capim (SC) e Rampa Capim (RC) em função dos dias após o plantio (DAP)

Pela Figura 23, observa-se o coeficiente de escoamento (C corrigido) para solo nu, e seu comportamento em diferentes estruturas de contenção de enxurradas. A rampa foi a estrutura de menor eficiência e o terraço foi o mais eficiente, ficando o sulco em posição intermediária. As diferenças neste caso foram mínimas.

Figura 23 – Coeficientes de escoamento (C corrigido) para Terraço Solo Nu (TN), Sulco Solo Nu (SN) e Rampa Solo Nu (RN) em função dos dias após o plantio (DAP)

Diante do trabalho de Barcelos (1996), pôde-se verificar coeficientes de enxurrada (C), em sistema plantio direto, de 0,533, 0,283 e 0,600 para as épocas de avaliação, 45 dias após a semeadura do milho, após a colheita do milho e após a semeadura da aveia, respectivamente. Para os coeficientes listados acima, as taxas constantes de enxurrada foram, respectivamente, 64 mm h^{-1} , 34 mm h^{-1} e 72 mm h^{-1} .

3 CONCLUSÕES

Diante destes resultados, concluiu-se que:

- Observando as perdas de solo, o Terraço apresentou-se como sendo mais eficiente do que o Sulco, sendo este melhor do que a Rampa. O Capim foi a cobertura vegetal com melhor desempenho em relação ao Feijão, que foi melhor do que o Solo Nu;
- Observando as perdas de água, mediante o escoamento superficial, o Terraço foi a prática de controle de erosão que apresentou os menores valores de escoamento superficial, a Rampa apresentou os maiores valores de escoamento superficial, sendo que o Sulco teve desempenho intermediário. O Feijão foi a cultura que reteve mais água no solo, seguido pelo Capim e pelo Solo Nu;
- Analisando-se o Coeficiente de escoamento (C), a prática de controle de erosão por Terraço foi a que apresentou os menores valores desse índice, já a Rampa foi a que obteve os maiores índices e o Sulco foi intermediário. O feijão foi igual ao Capim, que foram mais eficientes do que o Solo Nu. Comparando-se todos os tratamentos, tem-se: Terraço Feijão empatado com Terraço Capim, que seguem na ordem decrescente: Sulco Feijão, Sulco Capim, Rampa Capim, Rampa Feijão, Terraço Solo Nu, Sulco Solo Nu e Rampa Solo Nu; e
- Devido ao replantio do feijão, houve uma maior movimentação de terra nas parcelas com esta cobertura de solo, favorecendo assim a um aumento na desagregação de solo, conseqüentemente, um aumento no arraste de partículas de solo e uma maior infiltração de água.

REFERÊNCIAS

AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M.R.; DALMOLIN, S.D. **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; Editora Pallotti, 1997. cap. 4, p. 76-111.

ALVES, M.C.; CABEDA, M.S.V. Infiltração de água em um Podzólico Vermelho-Escuro sob dois métodos de preparo, usando chuva simulada com duas intensidades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, n. 4, p. 753-761, 1999.

AMARAL, N.D. **Noções de conservação do solo**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1984. 120 p.

AMORIM, R.S.S. **Desprendimento e arraste de partículas de solo decorrentes de chuvas simuladas**. 2000. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

BARBOSA FILHO, M.P.; SILVA, O.F. Adubação e calagem para o feijoeiro irrigado em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 1317-1324, 2000.

BARCELOS, A.A. **Infiltração de água em um Latossolo sob chuva de alta intensidade, em diferentes sistemas de manejo**. 1996. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

BARROSO, D.G.; SILVA, M.L.N. Poluição e conservação dos recursos naturais: solo e água. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 176, n. 16, p. 17-24, 1992.

BENNETT, H.H. **Elements of soil conservation**. 2nd ed. Tokyo: Kogakussha, 1955. 358 p.

BERTOL, I.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Comprimento crítico de declive em sistemas de preparos conservacionistas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 139-148, 1996.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 3. ed. São Paulo: Ícone, 1993. 355 p.

BRADFORD, J.M.; FERRIS, J.E.; REMLEY, P.A. Interril soil erosion processes: I. Effect of surface sealing on infiltration, runoff, and soil splash detachment. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 51, n. 6, p. 1566-1571, 1987.

CALBO, A.G.; SILVA, W.L.C. Novo tensiômetro – rápido, contínuo e opera em tensões superiores a 100 kPa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBEA, 2003. 1 CD-ROM.

CAMARGO, A.P.; CROHMAN, F.; CAMARGO, M.B.P. Tensiômetro simples de leitura direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 12, p. 1736-1772, 1982.

CANTARELLA, H.; WUTKE, E.B.; AMBROSANO, E.J. Calagem e adubação para o feijoeiro. In: DIA DE CAMPO DE FEIJÃO, 21., 2005, Capão Bonito. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 2006. 137 p. (IAC. Documentos, 76).

CASTRO, L.G. **Dinâmica da água em terraços de infiltração**. 2001. 104 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DE SÃO PAULO. **Manual técnico de motomecanização agrícola**. São Paulo, 1994. 100 p.

COSTA, R.D. **Nutrientes na água do escoamento superficial em sistema plantio direto com mulching vertical**. 2004. 63 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

DECHEN, S.C.F.; PROCHNOW, D. Erosão e produtividade. **O Agrônomo**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 22-24, 2003.

DENARDIN, J.E. Manejo adequado do solo para áreas motomecanizadas. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, 1.; SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DE SOLO DO PLANALTO, 3., 1984, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: UPF, Faculdade de Agronomia, 1984. p. 107-123.

DENARDIN, J.E.; FREITAS, P.L. de. Características fundamentais da chuva no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 10, p. 1409-1416, 1982.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; RIGHES, A.A. Mulching vertical: técnica de manejo de enxurradas em sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 85. jan./fev. 2005. Disponível em: < http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=611>. Acesso em: 06 ago. 2009.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; FAGANELLO, A.; SATTTLER, A.; BERTON, A.L. Sistema plantio direto: com ou sem práticas conservacionistas complementares de manejo da enxurrada? **Boletim Informativo da Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha**. Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/informe_14_pagina_6.htm>. Acesso em: 25 ago. 2008.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; FAGANELLO, A.; SATTTLER, A.; MANHAGO, D.D. “Vertical Mulching” como prática conservacionista para manejo de enxurrada em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, n. esp., p. 2847-2852, 2008.

DOTTO, J.M.R.; RIGHES, A.A. Efeitos do manejo do solo nas perdas por erosão. **Revista Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 19, n. 1/2, p.19-30, 1989.

DREGNE, H.E.; WILLIS, W.D. (Ed.). **Dryland agriculture**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 1983. 622 p. (Agronomy, 23).

FAIRBOURN, M.L.; GARDNER, H.R. Field use of microwatersheds with vertical mulch. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, n. 6, p. 740-744, 1974.

FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.

GARCIA, S.M.; RIGHES, A.A. Vertical Mulching e manejo da água em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 833-842, 2008.

GOEDERT, W.J.; LOBATO, E.; WAGNER, E. Potencial agrícola da região de cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, p. 1-17, 1988.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 468 p.

GONÇALVES, J.S. Estado e progresso tecnológico: os resultados da pesquisa agropecuária paulista e a acumulação de capital. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 1-71, 1990.

GRIEBELER, N.P.; CARVALHO, D.F. de; MATOS, A.T. 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.

_____. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 15-55.

GUERRA, A.J.T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 149-199.

HECKLER, J.C.; SALTON, J.C. **Palha**: fundamento do sistema plantio direto. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 26 p. (Coleção Sistema Plantio Direto).

HERBES, M.G. **Escoamento superficial em sistema plantio direto com mulching vertical**. 2003. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

HODGSON, J.S.C.; SILVA, S.C. da. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p. 180-202.

HUDSON, N. **Soil conservation**. Ithaca: Cornell University Press, 1981. 324 p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **O feijão carioca**: reflexos de sua adoção. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br>>. Acesso em: 11 jun. 2008.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: EDUSP, 2005. v. 1, 344 p.

LOPES, P.R.C., COGO, N.P., CASSOL, E.A. Influência da cobertura vegetal morta na redução da velocidade da enxurrada e na distribuição de tamanho de sedimentos transportados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 193-197, 1987.

MARGOLIS, E.; SILVA, A.B. da; JACQUES, F.O. Determinação dos fatores da equação universal de perda de solo para as condições de Caruaru-PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, p. 165-169, 1985.

MATTIONI, J.A.M. **Influência de cinco sistemas de preparo do solo no armazenamento e escoamento superficial de água na cultura da soja**. 1990. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1990.

NISHIJIMA, T.; RIGHES, A.A. Escoamento superficial de água em cinco sistemas de manejo do solo com cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 223-233, 1987.

NOLLA, D. **Erosão do solo**. Porto Alegre. Secretaria da Agricultura, Diretoria Geral, Divisão de Divulgação e Informação Rural, 1982. 412 p.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; AGUIAR, R.N.S. Silagem do excedente de produção das pastagens para suplementação na seca. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DO GADO DE CORTE, 1., 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2000. p. 121-138.

PARR, J.F. Effects of vertical mulching and subsoiling on soil physical properties. In: **Agronomy Journal**, Madison, v. 51, n. 7, p. 412-414, July 1959.

PEREIRA, S.B. **Desprendimento e arraste do solo em decorrência do escoamento superficial**. 2000. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

PFAFSTETTER, O. **Chuvas intensas no Brasil**. [s.l.: s.n.], 1957. 419 p.

POMPEU, A.S. IAC – Votuporanga, IAC – Apuã, IAC – Ybaté e IAC – Tunã: novos cultivares de feijoeiro para o Estado de São Paulo. In: DIA DE CAMPO DE FEIJÃO, 21., 2005, Capão Bonito. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 2006. 137 p. (IAC. Documentos, 76).

PRUSKI, F.F. Conservação de água e solos. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO AGRÍCOLA SUPERIOR. **Curso de gestão de recursos hídricos para o desenvolvimento sustentado de projetos hidroagrícolas**. Brasília: ABEAS; Viçosa: UFV, DEA, 1998. Módulo 7: 88 p.

_____. **Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 240 p.

PRUSKI, F.F.; BRANDÃO, V.D.S.; SILVA, D.D.D. **Escoamento superficial**. Viçosa: Ed. UFV, 2003. 88 p.

REICHARDT, K. **A água na produção agrícola**. São Paulo: Mac GrowHill do Brasil, 1978. 119 p.

RICHARDS, L.A.; NEAL, O.R. Some field observations with tensiometers. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 1, p. 71-91, 1936.

RIGHES, A.A. Mulching vertical, uma nova tecnologia. **Item: Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 64, p. 59, 2004.

RIGHES, A.A.; NISHIJIMA, T., DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; GARCIA, S.M. Mulching vertical e escoamento superficial no sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002. **Anais...** Salvador: SBEA, 2002. 1 CD-ROM.

RIGHETTO, A.M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: USP, EESC, 1998. 840 p.

SAXTON, K.E.; MCCOOL, D.K.; PAPENDICK, R.I. Slot mulch for runoff and erosion control. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 36, n. 1, p. 44-47, 1981.

SEGANFREDO, M.L.; ELTZ, F.L.F.; BRUM, A.C.D. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 287-291, 1997.

SEVERIANO, E.C.; OLIVEIRA, G.C.; SARMENTO, P.H.L.; MORAES, M.F. Alterações estruturais do solo e produção de *Brachiaria decumbens* em Latossolo do Cerrado submetido ao sistema barreira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Ed. UFG, 2003. 1 CD-ROM.

SILVA, I.F. da; CAMPOS FILHO, O.R.; ANDRADE, A.P. de; COELHO, E.A.C.; DINIZ, E.J. Influência do cultivo isolado e do consórcio sobre as perdas de solo e água numa terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p. 111-115, 1989.

SILVEIRA, A.L.D.; LOUZADA, J.A.; BELTRAME, L.F. Infiltração e armazenamento no solo. In: TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS; ABRH, 1993. p. 335-372. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 4).

SILVEIRA, R.C. **Estudo de perdas de solo e água, sob diferentes níveis de resíduos culturais de milho, usando um simulador de chuvas**. 1998. 52 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

SOARES, J.V. Introdução a hidrologia de florestas. **Curso de hidrologia florestal**. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/dsr/viane/hidrologia/DOCs_PDFs/Eros%e3o%20e%20sedimenta%e7%e3o%20e%20sua%20rela%e7%e3o%20com%20florestas%20v%202004.pdf> Acesso em: 09 jul. 2009.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS; ABRH, 2000. 943 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 4).

UHLAND, R.E. Physical properties of soils as modified by crops and management. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 14, p. 361-366, 1949.

VILELA, H. **Série gramínea tropical: gênero brachiaria (*Brachiaria Decumbens* – Capim)**. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_brachiaria_decumbens.htm>. Acesso em: 15 abr. 2008.

WERNER, J.C.; PAULINO V.T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, Fundação IAC, 1996. p. 263-273.

WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses:** a guide to conservation planning. Washington: USDA, 1978. 58 p. (Agricultural Handbook, 537).

WOLSCHICK, D. **Perdas de nitrogênio por lixiviação durante o ciclo de desenvolvimento da cultura do milho em condições de excesso hídrico.** 2000. 76 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

WRIGHT-MACLAUGHIN ENGINEERS. **Urban storm drainage criteria manual.** Denver, 1969. 2 v.

APÊNDICES

Apêndice A – Umidade do solo com base em volume ($\text{cm}^3 \text{H}_2\text{O} / \text{cm}^3 \text{Solo}$), em função da aplicação de diferentes Tensões (kPa), para os três blocos

Umidade Volumétrica (%)			
Tensão (kPa)	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
0	0,53	0,51	0,52
10	0,50	0,49	0,50
20	0,47	0,46	0,46
40	0,38	0,42	0,41
100	0,34	0,40	0,38
300	0,31	0,37	0,36
500	0,30	0,36	0,35
1000	0,28	0,35	0,34
5000	0,27	0,34	0,33
15000	0,26	0,33	0,31

Apêndice B – Massa de solo ($M_{s100\text{ mL}}$) para cada 100 mL da amostra (em g) nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 11 de fevereiro de 2008

Tratamento	Data													
	14.12	20.12	21.12	06.01	07.01	12.01	14.01	17.01	20.01	21.01	29.01	30.01	08.02	11.02
TF 1.1	0,1675	0,2786	0,2668	0,2151	0,2107	0,168	0,1827	0,2815	0,1597	0,1665	0,2011	0,2107	0,8602	0,2975
SN 1.2	0,1844	0,26	0,2508	0,211	0,2076	0,1848	0,186	0,2622	0,1777	0,1735	0,2136	0,2076	0,4306	0,4376
SC 1.3	0,129	0,1632	0,1562	0,1259	0,1233	0,1295	0,1068	0,1649	0,1221	0,0973	0,1588	0,1233	0,3866	0,3008
RF 1.4	0,2104	0,2729	0,2617	0,213	0,2088	0,2111	0,1824	0,2756	0,1999	0,167	0,2558	0,2088	0,6224	0,5188
SF 1.5	0,2228	0,2844	0,2717	0,2164	0,2117	0,2237	0,1817	0,2875	0,2102	0,1643	0,2773	0,2117	0,6771	0,5458
TC 1.6	0,1823	0,1808	0,1727	0,1372	0,1342	0,1831	0,115	0,1828	0,1712	0,1038	0,2305	0,1342	0,4782	0,2873
RC 1.7	0,1332	0,1507	0,1441	0,1152	0,1127	0,1338	0,097	0,1523	0,1256	0,0879	0,1665	0,1127	0,2996	0,2187
RN 1.8	0,1905	0,2372	0,2288	0,1923	0,1892	0,191	0,1694	0,2393	0,1826	0,1579	0,2245	0,1892	0,5195	0,4176
TN 1.9	0,1994	0,239	0,2306	0,1938	0,1907	0,2	0,1708	0,2411	0,1909	0,1592	0,236	0,1907	0,758	0,406
RN 2.1	0,201	0,2488	0,2411	0,2074	0,2045	0,2014	0,1862	0,2508	0,1941	0,1756	0,2309	0,2045	0,3993	0,4199
TN 2.2	0,252	0,2811	0,2717	0,2306	0,2271	0,2527	0,2048	0,2834	0,2414	0,1919	0,2978	0,2271	0,791	0,4109
RF 2.3	0,25	0,2387	0,2294	0,1888	0,1853	0,2509	0,1633	0,241	0,2366	0,1505	0,3083	0,1853	0,6005	0,4856
TC 2.4	0,1765	0,1918	0,1844	0,1522	0,1494	0,1772	0,1319	0,1936	0,1677	0,1218	0,215	0,1494	0,4823	0,2539
SF 2.5	0,237	0,3785	0,3614	0,2868	0,2804	0,2378	0,2399	0,3827	0,2244	0,2164	0,2917	0,2804	0,816	0,4669
TF 2.6	0,2308	0,2703	0,2595	0,2123	0,2083	0,2316	0,1827	0,273	0,2191	0,1679	0,2815	0,2083	0,6639	0,399
SN 2.7	0,2304	0,31	0,2984	0,2477	0,2434	0,2311	0,2159	0,3129	0,2206	0,2	0,2729	0,2434	0,4645	0,5
SC 2.8	0,1582	0,2545	0,2425	0,19	0,1855	0,1588	0,157	0,2575	0,1491	0,1405	0,1977	0,1855	0,6146	0,1936
RC 2.9	0,1428	0,1842	0,176	0,1399	0,1368	0,1434	0,1172	0,1863	0,1347	0,1059	0,178	0,1368	2,3146	0,2058
SC 3.1	0,1741	0,2121	0,2024	0,1602	0,1566	0,1748	0,1337	0,2145	0,1638	0,1204	0,2186	0,1566	0,4903	0,2278
RC 3.2	0,1637	0,2232	0,2128	0,1676	0,1637	0,1643	0,1391	0,2258	0,1541	0,1249	0,2054	0,1637	0,5992	0,1996
TF 3.3	0,2099	0,2401	0,2301	0,1863	0,1825	0,2107	0,1587	0,2426	0,1986	0,1449	0,2591	0,1825	0,6639	0,4405
SN 3.4	0,2544	0,3431	0,3308	0,2771	0,2725	0,2551	0,2434	0,3461	0,2444	0,2265	0,2981	0,2725	0,5764	0,3676
SF 3.5	0,2549	0,3808	0,3644	0,2925	0,2863	0,2558	0,2473	0,3849	0,2419	0,2247	0,311	0,2863	0,7906	0,4759
TC 3.6	0,1488	0,1495	0,1426	0,1122	0,1096	0,1494	0,0931	0,1513	0,1394	0,0836	0,1894	0,1096	0	0,1747
TN 3.7	0,3134	0,3638	0,3502	0,2906	0,2855	0,3144	0,2532	0,3672	0,2987	0,2344	0,3773	0,2855	0,9173	0,4735
RF 3.8	0,2662	0,3567	0,3412	0,2735	0,2677	0,2672	0,231	0,3605	0,252	0,2097	0,3281	0,2677	0,6575	0,5024
RN 3.9	0,3305	0,4825	0,4628	0,3766	0,3692	0,3315	0,3224	0,4874	0,3151	0,2953	0,3974	0,3692	0,7137	0,6387

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Apêndice C – Massa de solo ($M_{s100\text{ mL}}$) para cada 100 mL da amostra (em g) nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 22 de fevereiro de 2008 e 10 de abril de 2008

Tratamento	Data														
	22.02	25.02	01.03	03.03	09.03	12.03	13.03	14.03	22.03	23.03	03.04	04.04	07.04	10.04	Total
TF 1.1	0,2612	0,1695	0	0,379	0,1866	0	0,2326	0,1001	0	0,0967	0	0,0927	0,1458	0	5,3308
SN 1.2	0,4068	0,2619	0,2605	0,3832	0,2799	0,2083	0,1866	0,1085	0,3217	0,6863	0,5548	0,3718	0,2929	0,1795	7,8901
SC 1.3	0,1004	0,0709	0	0,212	0,0504	0	0,0308	0	0	0,0191	0,0329	0,0215	0,0271	0	2,8528
RF 1.4	0,2761	0,1805	0	0,4035	0,2465	0	0,091	0,0743	0	0,1104	0,3604	0,1019	0,1191	0,1303	5,9026
SF 1.5	0,3214	0,1975	0	0,3397	0,1715	0	0,2232	0,0907	0	0,1431	0	0,0867	0	0	5,5601
TC 1.6	0,0934	0,0654	0	0	0,0493	0	0,0468	0,0359	0	0,0267	0,0381	0,0201	0,0348	0	3,1038
RC 1.7	0,0622	0,0473	0	0,1669	0,0438	0	0,0697	0,0387	0	0,0357	0,0603	0,0214	0	0	2,596
RN 1.8	0,3745	0,2404	0,1736	0,3446	0,2581	0,1728	0,1408	0,0971	0,196	0,3738	0,3466	0,2816	0,2458	0,1742	6,7489
TN 1.9	0,4234	0,2671	0,2836	0,3992	0,3153	0,3002	0,1587	0,1017	0,3531	0,7808	0,5556	0,3991	0,2542	0,1597	8,3579
RN 2.1	0,3912	0,2601	0,2924	0,3238	0,2618	0,2534	0,1583	0,119	0,2847	0,5673	0,486	0,4039	0,2885	0,17	7,6259
TN 2.2	0,4468	0,2908	0,321	0,4691	0,3253	0,3327	0,2076	0,1311	0,33	0,6824	0,5879	0,4549	0,335	0,2633	9,3414
RF 2.3	0,4173	0,2562	0	0,2603	0,1697	0	0,1242	0,0813	0	0,1416	0,1715	0,1136	0,154	0,14	5,7439
TC 2.4	0,1261	0,0942	0	0,1692	0,0498	0	0,064	0,0588	0	0,0258	0,0498	0,0169	0,0194	0	3,4211
SF 2.5	0,335	0,211	0	0,3364	0,2646	0	0,1095	0,0764	0	0,1498	0,1691	0,1298	0,1349	0,1214	6,7382
TF 2.6	0,3378	0,2154	0	0,3318	0,2293	0	0,1118	0,0819	0	0,151	0,1878	0,1558	0,2226	0,2469	6,0803
SN 2.7	0,5536	0,3429	0,5354	0,4482	0,3123	0,3412	0,1725	0,1147	0,3162	0,6644	0,4043	0,2794	0,2372	0,1683	8,8818
SC 2.8	0,0801	0,0595	0	0	0,0315	0	0	0	0	0,2024	0	0,0816	0	0	3,5401
RC 2.9	0,0644	0,0502	0	0	0,0447	0	0,1336	0,0555	0	0,0502	0,0772	0,0372	0	0	4,8154
SC 3.1	0,1018	0,0713	0	0	0,0432	0	0,0663	0,0426	0	0,0341	0	0,0169	0,0181	0	3,2002
RC 3.2	0,0604	0,0484	0	0	0,0428	0	0,0845	0,0453	0	0,0723	0,0909	0,0285	0,0526	0	3,4328
TF 3.3	0,2957	0,1853	0	0,5057	0,1126	0	0,0869	0,0638	0	0,1069	0	0,0899	0,1074	0	5,1046
SN 3.4	0,4082	0,2743	0,6232	0,4967	0,3759	0,5384	0,2507	0,1478	0,5068	1,1271	0,7125	0,5971	0,4254	0,3777	11,17
SF 3.5	0,3088	0,2032	0	0,347	0,1674	0	0,1757	0,1015	0	0,1331	0	0,1404	0,3432	0,2622	6,9798
TC 3.6	0,0632	0,0445	0	0	0,0339	0	0,1512	0,0508	0	0,0867	0	0,0324	0	0	2,2159
TN 3.7	0,3942	0,2651	0,661	0,5942	0,3761	0,319	0,2429	0,1431	0,4601	1,0118	0,5582	0,4189	0,2615	0,2377	11,069
RF 3.8	0,3713	0,2338	0	0,3719	0,2822	0	0,0876	0,0772	0	0,139	0,329	0,2757	0,2661	0,2511	7,2663
RN 3.9	0,5834	0,3702	0,3211	0,566	0,4806	0,2337	0,2404	0,1486	0,3507	0,715	0,8166	0,5206	0,4225	0,3296	11,991

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Apêndice D – Volume bruto (Vb) coletado (em L) nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 11 de fevereiro de 2008

Tratamento	Data													
	14.12	20.12	21.12	06.01	07.01	12.01	14.01	17.01	20.01	21.01	29.01	30.01	08.02	11.02
TF 1.1	160	19	101	24	105	168	20	287	207	35	208	34	4	58
SN 1.2	336	89	203	108	243	373	106	413	454	132	514	133	39	164
SC 1.3	231	62	91	62	181	337	90	416	408	91	385	96	12	147
RF 1.4	422	54	206	45	199	359	109	396	363	111	361	86	17	131
SF 1.5	164	100	102	84	256	311	96	360	300	95	344	81	15	123
TC 1.6	344	85	192	47	120	206	51	292	237	58	179	42	6	73
RC 1.7	514	117	474	145	281	433	119	461	479	96	421	95	16	169
RN 1.8	514	147	454	122	271	422	119	399	463	109	514	127	41	179
TN 1.9	195	71	122	56	183	421	51	331	315	49	389	71	12	128
RN 2.1	218	49	174	95	180	371	87	388	426	95	458	107	30	164
TN 2.2	285	36	202	70	184	259	40	317	332	43	326	67	8	125
RF 2.3	307	21	207	56	134	240	75	373	390	79	365	77	18	139
TC 2.4	287	17	85	61	166	230	38	336	327	39	257	48	2	127
SF 2.5	167	15	69	50	100	85	37	280	295	51	260	47	8	106
TF 2.6	172	11	53	84	218	131	40	176	191	38	197	37	5	85
SN 2.7	414	31	103	77	245	162	44	182	223	43	409	87	26	164
SC 2.8	198	17	75	69	178	287	55	384	414	45	190	33	0	117
RC 2.9	318	25	143	100	266	332	68	399	456	46	216	43	0	111
SC 3.1	193	45	124	113	257	262	67	391	399	86	280	55	6	143
RC 3.2	264	48	175	130	287	340	83	382	403	86	284	47	1	143
TF 3.3	139	24	70	47	105	119	37	169	193	60	177	34	6	72
SN 3.4	106	34	107	75	203	273	58	364	404	81	256	45	5	139
SF 3.5	111	21	119	78	174	165	48	353	368	74	306	59	9	143
TC 3.6	91	14	71	41	101	140	29	160	161	33	117	20	0	56
TN 3.7	219	44	128	57	239	281	40	446	450	50	243	48	7	135
RF 3.8	386	52	153	109	232	233	73	375	413	81	338	61	14	162
RN 3.9	514	134	408	293	423	378	87	394	415	89	411	88	20	185

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Apêndice E – Volume bruto (Vb) coletado (em L) nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 22 de fevereiro de 2008 e 10 de abril de 2008

Tratamento	Data														Total
	22.02	25.02	01.03	03.03	09.03	12.03	13.03	14.03	22.03	23.03	03.04	04.04	07.04	10.04	
TF 1.1	348	187	0	7	70	0	2	0	0	41	0	40	5	0	2130
SN 1.2	493	265	10	43	279	14	171	42	13	226	75	180	99	46	5263
SC 1.3	431	231	0	10	189	0	39	0	0	83	10	79	12	0	3693
RF 1.4	422	227	0	24	137	0	26	3	0	83	1	62	10	1	3855
SF 1.5	413	222	0	21	124	0	1	0	0	3	0	9	0	0	3224
TC 1.6	251	135	0	0	83	0	13	3	0	26	7	31	5	0	2486
RC 1.7	451	242	0	5	136	0	6	0	0	9	1	30	1	0	4701
RN 1.8	497	267	11	38	250	18	147	38	17	234	83	187	78	36	5782
TN 1.9	465	250	4	16	246	9	147	32	6	217	90	201	99	48	4224
RN 2.1	495	266	2	26	252	12	143	40	15	229	107	223	122	62	4836
TN 2.2	445	240	1	15	218	5	105	29	6	199	85	191	103	47	3983
RF 2.3	398	214	0	25	144	0	19	5	0	57	9	63	13	1	3429
TC 2.4	354	190	0	2	117	0	6	0	0	19	1	45	8	0	2762
SF 2.5	331	178	0	19	147	0	35	7	0	105	10	95	13	2	2512
TF 2.6	350	188	0	13	165	0	26	5	0	105	10	118	21	4	2443
SN 2.7	498	267	5	38	263	9	113	34	9	166	76	162	78	27	3955
SC 2.8	332	178	0	0	47	0	0	0	0	1	0	6	1	0	2627
RC 2.9	281	151	0	0	84	0	5	0	0	5	1	8	1	0	3059
SC 3.1	360	193	0	0	71	0	7	0	0	9	0	25	9	0	3095
RC 3.2	383	206	0	0	81	0	2	0	0	6	2	14	4	0	3371
TF 3.3	186	100	0	4	32	0	12	1	0	12	0	9	1	0	1609
SN 3.4	497	267	1	17	237	4	84	27	2	193	81	207	106	52	3925
SF 3.5	393	211	0	7	117	0	4	0	0	7	0	24	4	1	2796
TC 3.6	170	91	0	0	18	0	1	0	0	3	0	7	0	0	1324
TN 3.7	439	236	1	7	170	8	102	22	5	190	47	168	92	44	3918
RF 3.8	444	238	0	30	166	0	34	7	0	84	7	110	34	12	3848
RN 3.9	486	261	11	27	289	17	174	44	21	293	112	249	126	73	6022

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Apêndice F – Massa de solo (Ms) calculado (em g), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 11 de fevereiro de 2008

Tratamento	Data													
	14.12	20.12	21.12	06.01	07.01	12.01	14.01	17.01	20.01	21.01	29.01	30.01	08.02	11.02
TF 1.1	268,0	52,9	269,5	51,6	221,2	282,2	36,5	807,9	330,6	58,3	418,3	71,6	34,4	172,6
SN 1.2	619,6	231,4	509,1	227,9	504,5	689,3	197,2	1082,9	806,8	229,0	1097,9	276,1	167,9	717,7
SC 1.3	298,0	101,2	142,1	78,1	223,2	436,4	96,1	686,0	498,2	88,5	611,4	118,4	46,4	442,2
RF 1.4	887,9	147,4	539,1	95,9	415,5	757,8	198,8	1091,4	725,6	185,4	923,4	179,6	105,8	679,6
SF 1.5	365,4	284,4	277,1	181,8	542,0	695,7	174,4	1035,0	630,6	156,1	953,9	171,5	101,6	671,3
TC 1.6	627,1	153,7	331,6	64,5	161,0	377,2	58,6	533,8	405,7	60,2	412,6	56,4	28,7	209,7
RC 1.7	684,6	176,3	683,0	167,0	316,7	579,4	115,4	702,1	601,6	84,4	701,0	107,1	47,9	369,6
RN 1.8	979,2	348,7	1038,8	234,6	512,7	806,0	201,6	954,8	845,4	172,1	1153,9	240,3	213,0	747,5
TN 1.9	388,8	169,7	281,3	108,5	349,0	842,0	87,1	798,0	601,3	78,0	918,0	135,4	91,0	519,7
RN 2.1	438,2	121,9	419,5	197,0	368,1	747,2	162,0	973,1	826,9	166,8	1057,5	218,8	119,8	688,6
TN 2.2	718,2	101,2	548,8	161,4	417,9	654,5	81,9	898,4	801,4	82,5	970,8	152,2	63,3	513,6
RF 2.3	767,5	50,1	474,9	105,7	248,3	602,2	122,5	898,9	922,7	118,9	1125,3	142,7	108,1	675,0
TC 2.4	506,6	32,6	156,7	92,8	248,0	407,6	50,1	650,5	548,4	47,5	552,6	71,7	9,6	322,5
SF 2.5	395,8	56,8	249,4	143,4	280,4	202,1	88,8	1071,6	662,0	110,4	758,4	131,8	65,3	494,9
TF 2.6	397,0	29,7	137,5	178,3	454,1	303,4	73,1	480,5	418,5	63,8	554,6	77,1	33,2	339,2
SN 2.7	953,9	96,1	307,4	190,7	596,3	374,4	95,0	569,5	491,9	86,0	1116,2	211,8	120,8	820,0
SC 2.8	313,2	43,3	181,9	131,1	330,2	455,8	86,4	988,8	617,3	63,2	375,6	61,2	0,0	226,5
RC 2.9	454,1	46,1	251,7	139,9	363,9	476,1	79,7	743,3	614,2	48,7	384,5	58,8	0,0	228,4
SC 3.1	336,0	95,4	251,0	181,0	402,5	458,0	89,6	838,7	653,6	103,5	612,1	86,1	29,4	325,8
RC 3.2	432,2	107,1	372,4	217,9	469,8	558,6	115,5	862,6	621,0	107,4	583,3	76,9	6,0	285,4
TF 3.3	291,8	57,6	161,1	87,6	191,6	250,7	58,7	410,0	383,3	86,9	458,6	62,0	39,8	317,2
SN 3.4	269,7	116,7	354,0	207,8	553,2	696,4	141,2	1259,8	987,4	183,5	763,1	122,6	28,8	511,0
SF 3.5	282,9	80,0	433,6	228,2	498,2	422,1	118,7	1358,7	890,2	166,3	951,7	168,9	71,2	680,5
TC 3.6	135,4	20,9	101,2	46,0	110,7	209,2	27,0	242,1	224,4	27,6	221,6	21,9	0,0	97,8
TN 3.7	686,3	160,1	448,3	165,6	682,3	883,5	101,3	1637,7	1344,2	117,2	916,8	137,0	64,2	639,2
RF 3.8	1027,5	185,5	522,0	298,1	621,1	622,6	168,6	1351,9	1040,8	169,9	1109,0	163,3	92,1	813,9
RN 3.9	1698,8	646,5	1888,2	1103,4	1561,7	1253,1	280,5	1920,4	1307,7	262,8	1633,3	324,9	142,7	1181,6

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Apêndice G – Massa de solo (Ms) calculado (em g), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 22 de fevereiro de 2008 e 10 de abril de 2008

Tratamento	Data														
	22.02	25.02	01.03	03.03	09.03	12.03	13.03	14.03	22.03	23.03	03.04	04.04	07.04	10.04	Total
TF 1.1	909,0	317,0	0,0	26,5	130,6	0,0	4,7	0,0	0,0	39,6	0,0	37,1	7,3	0,0	4547,4
SN 1.2	2005,5	694,0	26,1	164,8	780,9	29,2	319,1	45,6	41,8	1551,0	416,1	669,2	290,0	82,6	14473,1
SC 1.3	432,7	163,8	0,0	21,2	95,3	0,0	12,0	0,0	0,0	15,9	3,3	17,0	3,3	0,0	4630,4
RF 1.4	1165,1	409,7	0,0	96,8	337,7	0,0	23,7	2,2	0,0	91,6	3,6	63,2	11,9	1,3	9140,1
SF 1.5	1327,4	438,4	0,0	71,3	212,7	0,0	2,2	0,0	0,0	4,3	0,0	7,8	0,0	0,0	8304,9
TC 1.6	234,4	88,3	0,0	0,0	40,9	0,0	6,1	1,1	0,0	6,9	2,7	6,2	1,7	0,0	3869,2
RC 1.7	280,5	114,5	0,0	8,3	59,6	0,0	4,2	0,0	0,0	3,2	0,6	6,4	0,0	0,0	5813,5
RN 1.8	1861,3	641,9	19,1	130,9	645,2	31,1	207,0	36,9	33,3	874,7	287,7	526,6	191,7	62,7	13998,7
TN 1.9	1968,8	667,7	11,3	63,9	775,6	27,0	233,3	32,5	21,2	1694,3	500,0	802,2	251,7	76,7	12494,3
RN 2.1	1936,4	691,9	5,8	84,2	659,7	30,4	226,4	47,6	42,7	1299,1	520,0	900,7	352,0	105,4	13407,8
TN 2.2	1988,3	697,9	3,2	70,4	709,2	16,6	218,0	38,0	19,8	1358,0	499,7	868,9	345,0	123,8	13122,9
RF 2.3	1660,9	548,3	0,0	65,1	244,4	0,0	23,6	4,1	0,0	80,7	15,4	71,6	20,0	1,4	9098,1
TC 2.4	446,4	179,0	0,0	3,4	58,3	0,0	3,8	0,0	0,0	4,9	0,5	7,6	1,6	0,0	4402,6
SF 2.5	1108,8	375,6	0,0	63,9	389,0	0,0	38,3	5,3	0,0	157,3	16,9	123,3	17,5	2,4	7009,4
TF 2.6	1182,3	405,0	0,0	43,1	378,3	0,0	29,1	4,1	0,0	158,6	18,8	183,8	46,7	9,9	5999,6
SN 2.7	2756,9	915,5	26,8	170,3	821,3	30,7	194,9	39,0	28,5	1102,9	307,3	452,6	185,0	45,4	13107,1
SC 2.8	265,9	105,9	0,0	0,0	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	4,9	0,0	0,0	4268,0
RC 2.9	181,0	75,8	0,0	0,0	37,5	0,0	6,7	0,0	0,0	2,5	0,8	3,0	0,0	0,0	4196,7
SC 3.1	366,5	137,6	0,0	0,0	30,7	0,0	4,6	0,0	0,0	3,1	0,0	4,2	1,6	0,0	5011,0
RC 3.2	231,3	99,7	0,0	0,0	34,7	0,0	1,7	0,0	0,0	4,3	1,8	4,0	2,1	0,0	5195,8
TF 3.3	550,0	185,3	0,0	20,2	36,0	0,0	10,4	0,6	0,0	12,8	0,0	8,1	1,1	0,0	3681,6
SN 3.4	2028,8	732,4	6,2	84,4	890,9	21,5	210,6	39,9	10,1	2175,3	577,1	1236,0	450,9	196,4	14855,7
SF 3.5	1213,6	428,8	0,0	24,3	195,9	0,0	7,0	0,0	0,0	9,3	0,0	33,7	13,7	2,6	8279,9
TC 3.6	107,4	40,5	0,0	0,0	6,1	0,0	1,5	0,0	0,0	2,6	0,0	2,3	0,0	0,0	1646,3
TN 3.7	1730,5	625,6	6,6	41,6	639,4	25,5	247,8	31,5	23,0	1922,4	262,4	703,8	240,6	104,6	14589,0
RF 3.8	1648,6	556,4	0,0	111,6	468,5	0,0	29,8	5,4	0,0	116,8	23,0	303,3	90,5	30,1	11570,0
RN 3.9	2835,3	966,2	35,3	152,8	1388,9	39,7	418,3	65,4	73,6	2095,0	914,6	1296,3	532,3	240,6	26260,1

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Apêndice H – Volume de solo (Vs) calculado (em L), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 11 de fevereiro de 2008

Tratamento	Data													
	14.12	20.12	21.12	06.01	07.01	12.01	14.01	17.01	20.01	21.01	29.01	30.01	08.02	11.02
TF 1.1	0,096	0,019	0,097	0,019	0,079	0,101	0,013	0,290	0,118	0,021	0,150	0,026	0,012	0,062
SN 1.2	0,222	0,083	0,182	0,082	0,181	0,247	0,071	0,388	0,289	0,082	0,394	0,099	0,060	0,257
SC 1.3	0,107	0,036	0,051	0,028	0,080	0,156	0,034	0,246	0,179	0,032	0,219	0,042	0,017	0,158
RF 1.4	0,318	0,053	0,193	0,034	0,149	0,272	0,071	0,391	0,260	0,066	0,331	0,064	0,038	0,244
SF 1.5	0,131	0,102	0,099	0,065	0,194	0,249	0,063	0,371	0,226	0,056	0,342	0,061	0,036	0,241
TC 1.6	0,225	0,055	0,119	0,023	0,058	0,135	0,021	0,191	0,145	0,022	0,148	0,020	0,010	0,075
RC 1.7	0,245	0,063	0,245	0,060	0,114	0,208	0,041	0,252	0,216	0,030	0,251	0,038	0,017	0,132
RN 1.8	0,351	0,125	0,372	0,084	0,184	0,289	0,072	0,342	0,303	0,062	0,414	0,086	0,076	0,268
TN 1.9	0,139	0,061	0,101	0,039	0,125	0,302	0,031	0,286	0,216	0,028	0,329	0,049	0,033	0,186
RN 2.1	0,157	0,044	0,150	0,071	0,132	0,268	0,058	0,349	0,296	0,060	0,379	0,078	0,043	0,247
TN 2.2	0,257	0,036	0,197	0,058	0,150	0,235	0,029	0,322	0,287	0,030	0,348	0,055	0,023	0,184
RF 2.3	0,275	0,018	0,170	0,038	0,089	0,216	0,044	0,322	0,331	0,043	0,403	0,051	0,039	0,242
TC 2.4	0,182	0,012	0,056	0,033	0,089	0,146	0,018	0,233	0,197	0,017	0,198	0,026	0,003	0,116
SF 2.5	0,142	0,020	0,089	0,051	0,101	0,072	0,032	0,384	0,237	0,040	0,272	0,047	0,023	0,177
TF 2.6	0,142	0,011	0,049	0,064	0,163	0,109	0,026	0,172	0,150	0,023	0,199	0,028	0,012	0,122
SN 2.7	0,342	0,034	0,110	0,068	0,214	0,134	0,034	0,204	0,176	0,031	0,400	0,076	0,043	0,294
SC 2.8	0,112	0,016	0,065	0,047	0,118	0,163	0,031	0,354	0,221	0,023	0,135	0,022	0,000	0,081
RC 2.9	0,163	0,017	0,090	0,050	0,130	0,171	0,029	0,266	0,220	0,017	0,138	0,021	0,000	0,082
SC 3.1	0,120	0,034	0,090	0,065	0,144	0,164	0,032	0,301	0,234	0,037	0,219	0,031	0,011	0,117
RC 3.2	0,155	0,038	0,133	0,078	0,168	0,200	0,041	0,309	0,223	0,038	0,209	0,028	0,002	0,102
TF 3.3	0,105	0,021	0,058	0,031	0,069	0,090	0,021	0,147	0,137	0,031	0,164	0,022	0,014	0,114
SN 3.4	0,097	0,042	0,127	0,074	0,198	0,250	0,051	0,452	0,354	0,066	0,274	0,044	0,010	0,183
SF 3.5	0,101	0,029	0,155	0,082	0,179	0,151	0,043	0,487	0,319	0,060	0,341	0,061	0,026	0,244
TC 3.6	0,049	0,008	0,036	0,016	0,040	0,075	0,010	0,087	0,080	0,010	0,079	0,008	0,000	0,035
TN 3.7	0,246	0,057	0,161	0,059	0,245	0,317	0,036	0,587	0,482	0,042	0,329	0,049	0,023	0,229
RF 3.8	0,368	0,066	0,187	0,107	0,223	0,223	0,060	0,485	0,373	0,061	0,397	0,059	0,033	0,292
RN 3.9	0,609	0,232	0,677	0,395	0,560	0,449	0,101	0,688	0,469	0,094	0,585	0,116	0,051	0,424

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Apêndice I – Volume de solo (Vs) calculado (em L), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 22 de fevereiro de 2008 e 10 de abril de 2008

Tratamento	Data														
	22.02	25.02	01.03	03.03	09.03	12.03	13.03	14.03	22.03	23.03	03.04	04.04	07.04	10.04	Total
TF 1.1	0,326	0,114	0,000	0,010	0,047	0,000	0,002	0,000	0,000	0,014	0,000	0,013	0,003	0,000	1,63
SN 1.2	0,719	0,249	0,009	0,059	0,280	0,010	0,114	0,016	0,015	0,556	0,149	0,240	0,104	0,030	5,19
SC 1.3	0,155	0,059	0,000	0,008	0,034	0,000	0,004	0,000	0,000	0,006	0,001	0,006	0,001	0,000	1,66
RF 1.4	0,418	0,147	0,000	0,035	0,121	0,000	0,008	0,001	0,000	0,033	0,001	0,023	0,004	0,000	3,28
SF 1.5	0,476	0,157	0,000	0,026	0,076	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,003	0,000	0,000	2,98
TC 1.6	0,084	0,032	0,000	0,000	0,015	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,001	0,002	0,001	0,000	1,39
RC 1.7	0,101	0,041	0,000	0,003	0,021	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	2,08
RN 1.8	0,667	0,230	0,007	0,047	0,231	0,011	0,074	0,013	0,012	0,314	0,103	0,189	0,069	0,022	5,02
TN 1.9	0,706	0,239	0,004	0,023	0,278	0,010	0,084	0,012	0,008	0,607	0,179	0,288	0,090	0,027	4,48
RN 2.1	0,694	0,248	0,002	0,030	0,236	0,011	0,081	0,017	0,015	0,466	0,186	0,323	0,126	0,038	4,81
TN 2.2	0,713	0,250	0,001	0,025	0,254	0,006	0,078	0,014	0,007	0,487	0,179	0,311	0,124	0,044	4,70
RF 2.3	0,595	0,197	0,000	0,023	0,088	0,000	0,008	0,001	0,000	0,029	0,006	0,026	0,007	0,001	3,26
TC 2.4	0,160	0,064	0,000	0,001	0,021	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,003	0,001	0,000	1,58
SF 2.5	0,397	0,135	0,000	0,023	0,139	0,000	0,014	0,002	0,000	0,056	0,006	0,044	0,006	0,001	2,51
TF 2.6	0,424	0,145	0,000	0,015	0,136	0,000	0,010	0,001	0,000	0,057	0,007	0,066	0,017	0,004	2,15
SN 2.7	0,988	0,328	0,010	0,061	0,294	0,011	0,070	0,014	0,010	0,395	0,110	0,162	0,066	0,016	4,70
SC 2.8	0,095	0,038	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	1,53
RC 2.9	0,065	0,027	0,000	0,000	0,013	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	1,50
SC 3.1	0,131	0,049	0,000	0,000	0,011	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,001	0,000	1,80
RC 3.2	0,083	0,036	0,000	0,000	0,012	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000	1,86
TF 3.3	0,197	0,066	0,000	0,007	0,013	0,000	0,004	0,000	0,000	0,005	0,000	0,003	0,000	0,000	1,32
SN 3.4	0,727	0,263	0,002	0,030	0,319	0,008	0,075	0,014	0,004	0,780	0,207	0,443	0,162	0,070	5,32
SF 3.5	0,435	0,154	0,000	0,009	0,070	0,000	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,012	0,005	0,001	2,97
TC 3.6	0,039	0,015	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,59
TN 3.7	0,620	0,224	0,002	0,015	0,229	0,009	0,089	0,011	0,008	0,689	0,094	0,252	0,086	0,037	5,23
RF 3.8	0,591	0,199	0,000	0,040	0,168	0,000	0,011	0,002	0,000	0,042	0,008	0,109	0,032	0,011	4,15
RN 3.9	1,016	0,346	0,013	0,055	0,498	0,014	0,150	0,023	0,026	0,751	0,328	0,465	0,191	0,086	9,41

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Apêndice J – Volume de água (Va) calculado (em L), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 14 de dezembro de 2007 e 11 de fevereiro de 2008

Tratamento	Data													
	14.12	20.12	21.12	06.01	07.01	12.01	14.01	17.01	20.01	21.01	29.01	30.01	08.02	11.02
TF 1.1	159,90	18,98	100,90	23,98	104,92	167,90	19,99	286,71	206,88	34,98	207,85	33,97	3,99	57,94
SN 1.2	335,78	88,92	202,82	107,92	242,82	372,75	105,93	412,61	453,71	131,92	513,61	132,90	38,94	163,74
SC 1.3	230,89	61,96	90,95	61,97	180,92	336,84	89,97	415,75	407,82	90,97	384,78	95,96	11,98	146,84
RF 1.4	421,68	53,95	205,81	44,97	198,85	358,73	108,93	395,61	362,74	110,93	360,67	85,94	16,96	130,76
SF 1.5	163,87	99,90	101,90	83,93	255,81	310,75	95,94	359,63	299,77	94,94	343,66	80,94	14,96	122,76
TC 1.6	343,78	84,94	191,88	46,98	119,94	205,86	50,98	291,81	236,85	57,98	178,85	41,98	5,99	72,92
RC 1.7	513,75	116,94	473,76	144,94	280,89	432,79	118,96	460,75	478,78	95,97	420,75	94,96	15,98	168,87
RN 1.8	513,65	146,88	453,63	121,92	270,82	421,71	118,93	398,66	462,70	108,94	513,59	126,91	40,92	178,73
TN 1.9	194,86	70,94	121,90	55,96	182,87	420,70	50,97	330,71	314,78	48,97	388,67	70,95	11,97	127,81
RN 2.1	217,84	48,96	173,85	94,93	179,87	370,73	86,94	387,65	425,70	94,94	457,62	106,92	29,96	163,75
TN 2.2	284,74	35,96	201,80	69,94	183,85	258,77	39,97	316,68	331,71	42,97	325,65	66,95	7,98	124,82
RF 2.3	306,72	20,98	206,83	55,96	133,91	239,78	74,96	372,68	389,67	78,96	364,60	76,95	17,96	138,76
TC 2.4	286,82	16,99	84,94	60,97	165,91	229,85	37,98	335,77	326,80	38,98	256,80	47,97	2,00	126,88
SF 2.5	166,86	14,98	68,91	49,95	99,90	84,93	36,97	279,62	294,76	50,96	259,73	46,95	7,98	105,82
TF 2.6	171,86	10,99	52,95	83,94	217,84	130,89	39,97	175,83	190,85	37,98	196,80	36,97	4,99	84,88
SN 2.7	413,66	30,97	102,89	76,93	244,79	161,87	43,97	181,80	222,82	42,97	408,60	86,92	25,96	163,71
SC 2.8	197,89	16,98	74,93	68,95	177,88	286,84	54,97	383,65	413,78	44,98	189,87	32,98	0,00	116,92
RC 2.9	317,84	24,98	142,91	99,95	265,87	331,83	67,97	398,73	455,78	45,98	215,86	42,98	0,00	110,92
SC 3.1	192,88	44,97	123,91	112,94	256,86	261,84	66,97	390,70	398,77	85,96	279,78	54,97	5,99	142,88
RC 3.2	263,85	47,96	174,87	129,92	286,83	339,80	82,96	381,69	402,78	85,96	283,79	46,97	1,00	142,90
TF 3.3	138,90	23,98	69,94	46,97	104,93	118,91	36,98	168,85	192,86	59,97	176,84	33,98	5,99	71,89
SN 3.4	105,90	33,96	106,87	74,93	202,80	272,75	57,95	363,55	403,65	80,93	255,73	44,96	4,99	138,82
SF 3.5	110,90	20,97	118,84	77,92	173,82	164,85	47,96	352,51	367,68	73,94	305,66	58,94	8,97	142,76
TC 3.6	90,95	13,99	70,96	40,98	100,96	139,93	28,99	159,91	160,92	32,99	116,92	19,99	0,00	55,96
TN 3.7	218,75	43,94	127,84	56,94	238,76	280,68	39,96	445,41	449,52	49,96	242,67	47,95	6,98	134,77
RF 3.8	385,63	51,93	152,81	108,89	231,78	232,78	72,94	374,52	412,63	80,94	337,60	60,94	13,97	161,71
RN 3.9	513,39	133,77	407,32	292,60	422,44	377,55	86,90	393,31	414,53	88,91	410,41	87,88	19,95	184,58

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Apêndice K – Volume de água (Va) calculado (em L), nos tratamentos: terraço com feijão (TF), sulco com feijão (SF), rampa com feijão (RF), terraço com capim (TC), sulco com capim (SC), rampa com capim (RC), terraço com solo nu (TN), sulco com solo nu (SN) e rampa com solo nu (RN) entre 22 de fevereiro de 2008 e 10 de abril de 2008

Tratamento	Data														
	22.02	25.02	01.03	03.03	09.03	12.03	13.03	14.03	22.03	23.03	03.04	04.04	07.04	10.04	Total
TF 1.1	347,67	186,89	0,00	6,99	69,95	0,00	2,00	0,00	0,00	40,99	0,00	39,99	5,00	0,00	2128,37
SN 1.2	492,28	264,75	9,99	42,94	278,72	13,99	170,89	41,98	12,99	225,44	74,85	179,76	98,90	45,97	5257,81
SC 1.3	430,84	230,94	0,00	9,99	188,97	0,00	39,00	0,00	0,00	82,99	10,00	78,99	12,00	0,00	3691,34
RF 1.4	421,58	226,85	0,00	23,97	136,88	0,00	25,99	3,00	0,00	82,97	1,00	61,98	10,00	1,00	3851,72
SF 1.5	412,52	221,84	0,00	20,97	123,92	0,00	1,00	0,00	0,00	3,00	0,00	9,00	0,00	0,00	3221,02
TC 1.6	250,92	134,97	0,00	0,00	82,99	0,00	13,00	3,00	0,00	26,00	7,00	31,00	5,00	0,00	2484,61
RC 1.7	450,90	241,96	0,00	5,00	135,98	0,00	6,00	0,00	0,00	9,00	1,00	30,00	1,00	0,00	4698,92
RN 1.8	496,33	266,77	10,99	37,95	249,77	17,99	146,93	37,99	16,99	233,69	82,90	186,81	77,93	35,98	5776,98
TN 1.9	464,29	249,76	4,00	15,98	245,72	8,99	146,92	31,99	5,99	216,39	89,82	200,71	98,91	47,97	4219,52
RN 2.1	494,31	265,75	2,00	25,97	251,76	11,99	142,92	39,98	14,98	228,53	106,81	222,68	121,87	61,96	4831,19
TN 2.2	444,29	239,75	1,00	14,97	217,75	4,99	104,92	28,99	5,99	198,51	84,82	190,69	102,88	46,96	3978,30
RF 2.3	397,40	213,80	0,00	24,98	143,91	0,00	18,99	5,00	0,00	56,97	8,99	62,97	12,99	1,00	3425,74
TC 2.4	353,84	189,94	0,00	2,00	116,98	0,00	6,00	0,00	0,00	19,00	1,00	45,00	8,00	0,00	2760,42
SF 2.5	330,60	177,87	0,00	18,98	146,86	0,00	34,99	7,00	0,00	104,94	9,99	94,96	12,99	2,00	2509,49
TF 2.6	349,58	187,85	0,00	12,98	164,86	0,00	25,99	5,00	0,00	104,94	9,99	117,93	20,98	4,00	2440,85
SN 2.7	497,01	266,67	4,99	37,94	262,71	8,99	112,93	33,99	8,99	165,60	75,89	161,84	77,93	26,98	3950,30
SC 2.8	331,90	177,96	0,00	0,00	46,99	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	6,00	1,00	0,00	2625,47
RC 2.9	280,94	150,97	0,00	0,00	83,99	0,00	5,00	0,00	0,00	5,00	1,00	8,00	1,00	0,00	3057,50
SC 3.1	359,87	192,95	0,00	0,00	70,99	0,00	7,00	0,00	0,00	9,00	0,00	25,00	9,00	0,00	3093,20
RC 3.2	382,92	205,96	0,00	0,00	80,99	0,00	2,00	0,00	0,00	6,00	2,00	14,00	4,00	0,00	3369,14
TF 3.3	185,80	99,93	0,00	3,99	31,99	0,00	12,00	1,00	0,00	12,00	0,00	9,00	1,00	0,00	1607,68
SN 3.4	496,27	266,74	1,00	16,97	236,68	3,99	83,92	26,99	2,00	192,22	80,79	206,56	105,84	51,93	3919,68
SF 3.5	392,57	210,85	0,00	6,99	116,93	0,00	4,00	0,00	0,00	7,00	0,00	23,99	4,00	1,00	2793,03
TC 3.6	169,96	90,99	0,00	0,00	18,00	0,00	1,00	0,00	0,00	3,00	0,00	7,00	0,00	0,00	1323,41
TN 3.7	438,38	235,78	1,00	6,99	169,77	7,99	101,91	21,99	4,99	189,31	46,91	167,75	91,91	43,96	3912,77
RF 3.8	443,41	237,80	0,00	29,96	165,83	0,00	33,99	7,00	0,00	83,96	6,99	109,89	33,97	11,99	3843,85
RN 3.9	484,98	260,65	10,99	26,95	288,50	16,99	173,85	43,98	20,97	292,25	111,67	248,54	125,81	72,91	6012,59

* o primeiro numeral que acompanha o tratamento corresponde ao bloco e o segundo numeral à ordem da parcela dentro do bloco

Apêndice L – Valores de “C” para o dia 14 de dezembro de 2007

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,19	0,21	0,17
TC	0,42	0,35	0,11
TN	0,24	0,35	0,27
SF	0,20	0,20	0,13
SC	0,28	0,24	0,23
SN	0,41	0,50	0,13
RF	0,51	0,37	0,47
RC	0,62	0,39	0,32
RN	0,62	0,26	0,62

Apêndice M – Valores de “C” para o dia 20 de dezembro de 2007

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,03	0,02	0,04
TC	0,15	0,03	0,03
TN	0,13	0,06	0,08
SF	0,18	0,03	0,04
SC	0,11	0,03	0,08
SN	0,16	0,06	0,06
RF	0,10	0,04	0,09
RC	0,21	0,04	0,09
RN	0,26	0,09	0,24

Apêndice N – Valores de “C” para o dia 21 de dezembro de 2007

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,19	0,10	0,13
TC	0,36	0,16	0,13
TN	0,23	0,38	0,24
SF	0,19	0,13	0,23
SC	0,17	0,14	0,23
SN	0,38	0,19	0,20
RF	0,39	0,39	0,29
RC	0,90	0,27	0,33
RN	0,86	0,33	0,77

Apêndice O – Valores de “C” para o dia 6 de janeiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,06	0,21	0,12
TC	0,12	0,16	0,10
TN	0,14	0,18	0,15
SF	0,21	0,13	0,20
SC	0,16	0,18	0,29
SN	0,28	0,20	0,19
RF	0,11	0,14	0,28
RC	0,37	0,25	0,33
RN	0,31	0,24	0,75

Apêndice P – Valores de “C” para o dia 7 de janeiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,27	0,57	0,27
TC	0,31	0,43	0,26
TN	0,48	0,48	0,62
SF	0,67	0,26	0,45
SC	0,47	0,46	0,67
SN	0,63	0,64	0,53
RF	0,52	0,35	0,61
RC	0,73	0,69	0,75
RN	0,71	0,47	0,90

Apêndice Q – Valores de “C” para o dia 12 de janeiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,20	0,16	0,14
TC	0,25	0,28	0,17
TN	0,51	0,31	0,34
SF	0,38	0,10	0,20
SC	0,41	0,35	0,32
SN	0,45	0,20	0,33
RF	0,43	0,29	0,28
RC	0,52	0,40	0,41
RN	0,51	0,45	0,46

Apêndice R – Valores de “C” para o dia 14 de janeiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,06	0,13	0,12
TC	0,16	0,12	0,09
TN	0,16	0,13	0,13
SF	0,31	0,12	0,16
SC	0,29	0,18	0,22
SN	0,34	0,14	0,19
RF	0,35	0,24	0,24
RC	0,38	0,22	0,27
RN	0,38	0,28	0,28

Apêndice S – Valores de “C” para o dia 17 de janeiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,51	0,31	0,30
TC	0,51	0,59	0,28
TN	0,58	0,56	0,78
SF	0,63	0,49	0,62
SC	0,73	0,68	0,69
SN	0,73	0,32	0,64
RF	0,70	0,66	0,66
RC	0,81	0,70	0,67
RN	0,70	0,68	0,69

Apêndice T – Valores de “C” para o dia 20 de janeiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,27	0,25	0,25
TC	0,31	0,43	0,21
TN	0,41	0,43	0,59
SF	0,39	0,39	0,48
SC	0,53	0,54	0,52
SN	0,59	0,29	0,53
RF	0,48	0,51	0,54
RC	0,63	0,60	0,53
RN	0,61	0,56	0,54

Apêndice U – Valores de “C” para o dia 21 de janeiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,13	0,14	0,22
TC	0,22	0,15	0,12
TN	0,18	0,16	0,19
SF	0,36	0,19	0,28
SC	0,34	0,17	0,32
SN	0,49	0,16	0,30
RF	0,42	0,30	0,30
RC	0,36	0,17	0,32
RN	0,41	0,36	0,33

Apêndice V – Valores de “C” para o dia 29 de janeiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,19	0,18	0,16
TC	0,16	0,24	0,11
TN	0,36	0,30	0,22
SF	0,32	0,24	0,28
SC	0,35	0,17	0,26
SN	0,47	0,38	0,24
RF	0,33	0,34	0,31
RC	0,39	0,20	0,26
RN	0,47	0,42	0,38

Apêndice W – Valores de “C” para o dia 30 de janeiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,09	0,10	0,09
TC	0,11	0,13	0,05
TN	0,19	0,17	0,13
SF	0,21	0,12	0,15
SC	0,25	0,09	0,14
SN	0,35	0,23	0,12
RF	0,22	0,20	0,16
RC	0,25	0,11	0,12
RN	0,33	0,28	0,23

Apêndice X – Valores de “C” para o dia 8 de fevereiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,02	0,03	0,03
TC	0,03	0,01	0,00
TN	0,07	0,04	0,04
SF	0,08	0,04	0,05
SC	0,07	0,00	0,03
SN	0,21	0,14	0,03
RF	0,09	0,10	0,08
RC	0,09	0,00	0,01
RN	0,22	0,16	0,11

Apêndice Y – Valores de “C” para o dia 11 de fevereiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,13	0,19	0,16
TC	0,16	0,28	0,12
TN	0,28	0,28	0,30
SF	0,27	0,23	0,32
SC	0,32	0,26	0,32
SN	0,36	0,36	0,31
RF	0,29	0,31	0,36
RC	0,37	0,25	0,32
RN	0,40	0,36	0,41

Apêndice Z – Valores de “C” para o dia 22 de fevereiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,45	0,45	0,24
TC	0,33	0,46	0,22
TN	0,60	0,58	0,57
SF	0,54	0,43	0,51
SC	0,56	0,43	0,47
SN	0,64	0,65	0,64
RF	0,55	0,52	0,58
RC	0,58	0,36	0,50
RN	0,64	0,64	0,63

Apêndice AA – Valores de “C” para o dia 25 de fevereiro de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,45	0,45	0,24
TC	0,33	0,46	0,22
TN	0,60	0,58	0,57
SF	0,54	0,43	0,51
SC	0,56	0,43	0,47
SN	0,64	0,64	0,64
RF	0,55	0,52	0,57
RC	0,58	0,36	0,50
RN	0,64	0,64	0,63

Apêndice AB – Valores de “C” para o dia 1º de março de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,00	0,00	0,00
TC	0,00	0,00	0,00
TN	0,01	0,00	0,00
SF	0,00	0,00	0,00
SC	0,00	0,00	0,00
SN	0,03	0,02	0,00
RF	0,00	0,00	0,00
RC	0,00	0,00	0,00
RN	0,04	0,01	0,04

Apêndice AC – Valores de “C” para o dia 3 de março de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,07	0,12	0,04
TC	0,00	0,02	0,00
TN	0,15	0,14	0,07
SF	0,20	0,18	0,07
SC	0,09	0,00	0,00
SN	0,41	0,36	0,16
RF	0,23	0,24	0,28
RC	0,05	0,00	0,00
RN	0,36	0,25	0,26

Apêndice AD – Valores de “C” para o dia 9 de março de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,12	0,27	0,05
TC	0,14	0,19	0,03
TN	0,41	0,36	0,28
SF	0,20	0,24	0,19
SC	0,31	0,08	0,12
SN	0,46	0,43	0,39
RF	0,23	0,24	0,27
RC	0,22	0,14	0,13
RN	0,41	0,42	0,48

Apêndice AE – Valores de “C” para o dia 12 de março de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,00	0,00	0,00
TC	0,00	0,00	0,00
TN	0,05	0,03	0,04
SF	0,00	0,00	0,00
SC	0,00	0,00	0,00
SN	0,08	0,05	0,02
RF	0,00	0,00	0,00
RC	0,00	0,00	0,00
RN	0,10	0,07	0,09

Apêndice AF – Valores de “C” para o dia 13 de março de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,00	0,06	0,03
TC	0,03	0,01	0,00
TN	0,32	0,23	0,22
SF	0,00	0,08	0,01
SC	0,09	0,00	0,02
SN	0,37	0,25	0,18
RF	0,06	0,04	0,07
RC	0,01	0,01	0,00
RN	0,32	0,31	0,38

Apêndice AG – Valores de “C” para o dia 14 de março de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,00	0,05	0,01
TC	0,03	0,00	0,00
TN	0,32	0,29	0,22
SF	0,00	0,07	0,00
SC	0,00	0,00	0,00
SN	0,43	0,34	0,27
RF	0,03	0,05	0,07
RC	0,00	0,00	0,00
RN	0,38	0,41	0,45

Apêndice AH – Valores de “C” para o dia 22 de março de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,00	0,00	0,00
TC	0,00	0,00	0,00
TN	0,04	0,04	0,03
SF	0,00	0,00	0,00
SC	0,00	0,00	0,00
SN	0,08	0,06	0,01
RF	0,00	0,00	0,00
RC	0,00	0,00	0,00
RN	0,11	0,10	0,14

Apêndice AI – Valores de “C” para o dia 23 de março de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,10	0,26	0,03
TC	0,06	0,05	0,01
TN	0,54	0,49	0,47
SF	0,01	0,26	0,02
SC	0,21	0,00	0,02
SN	0,56	0,41	0,48
RF	0,21	0,14	0,21
RC	0,02	0,01	0,01
RN	0,58	0,57	0,73

Apêndice AJ – Valores de “C” para o dia 3 de abril de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,00	0,04	0,00
TC	0,02	0,00	0,00
TN	0,32	0,30	0,17
SF	0,00	0,04	0,00
SC	0,04	0,00	0,00
SN	0,27	0,27	0,29
RF	0,00	0,03	0,02
RC	0,00	0,00	0,01
RN	0,29	0,38	0,40

Apêndice AK – Valores de “C” para o dia 4 de abril de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,09	0,27	0,02
TC	0,07	0,10	0,02
TN	0,47	0,44	0,39
SF	0,02	0,22	0,06
SC	0,18	0,01	0,06
SN	0,42	0,38	0,48
RF	0,14	0,15	0,26
RC	0,07	0,02	0,03
RN	0,43	0,54	0,58

Apêndice AL – Valores de “C” para o dia 7 de abril de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,02	0,09	0,00
TC	0,02	0,03	0,00
TN	0,40	0,42	0,37
SF	0,00	0,05	0,02
SC	0,05	0,00	0,04
SN	0,40	0,32	0,43
RF	0,04	0,05	0,14
RC	0,00	0,00	0,02
RN	0,32	0,49	0,51

Apêndice AM – Valores de “C” para o dia 10 de abril de 2008

Tratamentos	BLOCOS		
	1	2	3
TF	0,00	0,03	0,00
TC	0,00	0,00	0,00
TN	0,31	0,30	0,28
SF	0,00	0,01	0,01
SC	0,00	0,00	0,00
SN	0,29	0,17	0,33
RF	0,01	0,01	0,08
RC	0,00	0,00	0,00
RN	0,23	0,40	0,47