

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**SISTEMA PEDOLÓGICO EM UM AMBIENTE
ANTROPIZADO DA DEPRESSÃO CENTRAL DO RS**

TESE DE DOUTORADO

Leonir Terezinha Uhde

Santa Maria, RS, Brasil

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**SISTEMA PEDOLÓGICO EM UM AMBIENTE
ANTROPIZADO DA DEPRESSÃO CENTRAL DO RS**

Por

Leonir Terezinha Uhde

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em
Ciência do Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),
como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Ciência do Solo

Orientador: Prof. José Miguel Reichert

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**SISTEMA PEDOLÓGICO EM UM AMBIENTE ANTROPIZADO
DA DEPRESSÃO CENTRAL DO RS**

Elaborada por
Leonir Terezinha Uhde

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Ciência do Solo

COMISSÃO EXAMINADORA

José Miguel Reichert, PhD
(Presidente/Orientador)

Dalvan José Reinert, PhD.(UFSM)

Ricardo Simão Diniz Dalmolin, Dr. (UFSM)

Pedro Augusto Pereira Borges , Dr. (UNIJUI)

Gilberto Loguercio Collares, Dr. (UFPEL)

Santa Maria, agosto de 2009

Aos meus pais Carlos e Therezinha Wilma, meu irmão Oto, meu sogro Ernesto Scortegagna e a nossa querida Palmira (in memoriam) e aos agricultores familiares pela sua persistência e capacidade de luta, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria que, através do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, do Departamento de Solos e do Laboratório de Física do solo, possibilitou a realização do curso de doutorado, bem como este trabalho. A todos os professores e funcionários, muito obrigado, pelos ensinamentos e amizade.

À Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, ao Departamento de Estudos Agrários, pela oportunidade de realização do doutorado, pela continuidade da formação e experiência adquirida, possibilitando o tempo necessário para a realização do curso e do trabalho de pesquisa. A todos os colegas e funcionários, muito obrigado pelo aprendizado coletivo.

Em especial ao meu orientador, professor José Miguel Reichert, por acreditar em mim, pelos desafios propostos, pela insistência, amizade, orientação e ensinamentos.

Aos professores Dalvan Reinert e Ricardo Dalmolin, pela amizade, apoio e que sempre estiveram dispostos a auxiliar no que fosse necessário.

Ao amigo Jaime Airtton Wunsch, pela viabilização das condições iniciais para a saída do doutorado, pelo apoio e amizade e aprendizado nos anos de atuação conjunta.

Aos amigos (as) e colegas de trabalho Sandra B.V. Fernandes, Jorge Luis Berto e Roberto Carbonera, pelo apoio, contribuições de diversas natureza, presença, amizade, pelas importantes discussões e espírito coletivo. Pela nossa convivência e de nossos filhos.

Ao seu Anélio Marchezan, pela cedência da área, sem a qual não seria possível a realização desta pesquisa, apoio e liberdade de entrar e sair da sua unidade de produção agropecuária.

A todos aqueles que contribuíram na realização dos trabalhos de campo e de laboratório, pela ajuda permanente, intensa convivência e espírito coletivo: Flávio Fontinelli, Douglas R. Kaiser, Marcelo Mentges, Eduardo S. Vogelmann, Cláudia A. P. de Barros, Davi A. Vieira, Paulo I. Gubiani, Tiago I. Pereira, Eracilda Fontanella, Juliana Prevedello, Neiva S. Gelain, Marcelo Kunz, Nádia Bonumá, Leandro Dalbianco, Carlos Streck, Fabiano de V.A. Braga. E também aqueles que tiveram uma participação pontual, Miriam F. Rodrigues, Mayra de S. Dettmer, André de Oliveira, Luciano Jacomet, Alencar Xavier, Mauricio Kunz, e demais colegas do grupo de física do solo pela amizade e convivência Suzana, Charlotte, Jackson Albuquerque, Suzuki e Cláudia Lima.

Aos amigos (as) Artur Müller e Lenice de Medeiros e suas filhas Isabel e Ana; Ercilia, Carlos e Cláudio Garcia, Maria de Lurdes Belinasso e Luis Fernando Fleck, Pedro Costa e família, Keka, Lorenzo e pelo apoio, presença, amizade. Pela nossa convivência e de nossos filhos.

A minha segunda filha, Camila Fernandes, pelo apoio, amizade e forte convivência.

A amiga Elena e sua família pelo apoio, amizade e convívio.

A Ângela, Dalvan e Vivi pelo apoio, amizade e convivência e demais moradores do Edifício Cerejeira.

Ao colega José Antônio da Silva, pela amizade e apoio nas análises estatísticas. A Cleusa Bianchi pelas viagens, apoio e amizade.

Aos meus colegas de pós-graduação, em especial Kaiser, Eracilda, Maria Alice, Letícia, Brandt, Adão, Fabrício, Elisandra, Isabel, Alexandre, Benjamin, Tânea, Jackson Fiorin, Leandro, Nádia, David e Vanderléia e Cláudio Fioreze, Ana Rita, Ana Carla, Ricardo Eduardo, Beto, Diovani,... pelo apoio, amizade e convivência e aprendizado coletivo.

Ao professor e amigo Jean Paolo Gomes Minella que a partir da disciplina – Estudos especiais em solos – Erosão e sedimentação – surge o projeto de pesquisa sobre a Estimativa de perdas de solo – utilizando a RUSLE acoplado ao SIG, o qual foi realizado juntamente com os colegas Leandro e Nádia, complementando o trabalho de tese. Agradeço pela motivação, apoio, envolvimento, pela amizade, convivência e aprendizado.

Ao professor Fernando Nicoloso, pela motivação e aprendizado na busca da essência do conhecimento científico.

Ao pesquisador do Centro de Solos e Recursos Agroambientais do Instituto Agronômico de Campinas e professor do curso de pós-graduação do Instituto Agronômico, pela sua contribuição na reflexão da classificação dos solos da topossequência.

A minha família – PAULO e LUIZA pelo apoio, amor e companheirismo. Amo vocês. Em especial a minha filha Luiza pela sua contribuição extremamente valiosa em todas as etapas do trabalho – em função das suas diversas habilidades.

A minha irmã – Shirlei Uhde, pela amizade e o empréstimo do carro, que viabilizou as minhas idas e vindas de Ijuí a Santa Maria e vice-versa, bem como todo o trabalho de campo e laboratório.

A amiga Reni Benemann, pelo apoio constante na nossa vida diária.

A Raquel Battaglin pelo apoio e ajuda incondicional, nos últimos meses. Muito obrigado.

Ao João Vitor Buratti pela ajuda no início do trabalho de campo em Santa Maria.
Muito obrigado pelo apoio e amizade.

Enfim, gostaria de agradecer a todos os meus amigos e familiares. As famílias Scortegagna, Uhde, Schütz e Patússi pelo apoio incondicional e convivência.

Aos meus alunos e também aos agricultores que tive oportunidade de trabalhar nesses 20 anos de atuação acadêmica.

A vida e seus mistérios.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria

SISTEMA PEDOLÓGICO EM UM AMBIENTE ANTROPIZADO DA DEPRESSÃO CENTRAL DO RS

AUTORA: LEONIR TEREZINHA UHDE

ORIENTADOR: JOSÉ MIGUEL REICHERT

Data e local de defesa: Santa Maria, 28 de agosto de 2009

O presente trabalho foi realizado em uma vertente com sistema pedológico composto de Argissolo/Gleissolo, em área de pastagem, localizada em uma unidade de produção agropecuária, no município de Santa Maria – RS. Objetivou-se, a caracterização morfológica e físico-hídrica e a discretização da variabilidade das perdas de solo da vertente. Foram selecionados treze perfis alinhados em uma topossequência, de um total de 57, descritos pelo método de tradagem. Após abordagem morfológica do sistema pedológico nos treze perfis, considerando a sucessão vertical e lateral, dos horizontes constatados, procederam-se as coletas de amostras para as determinações químicas e análise granulométricas, e em três orientações de amostragem as determinações físico-hídricas (densidades, porosidades, retenção hídrica, condutividade hidráulica do solo saturado e permeabilidade ao ar). Além disso, foi estimada as perdas de solo através do acoplamento da Equação Universal de Perda do Solo – RUSLE, em ambiente SIG. Na topossequência, três perfis foram classificados como Gleissolo e os demais como Argissolo Vermelho. Os Gleissolos apresentaram limitações variadas decorrentes do excesso de água e os Argissolos limitações químicas e físicas. O horizonte Bt nos Argissolos, encontra-se em profundidades variadas nos perfis estudados, implicando comportamentos distintos, dependendo da espessura do (s) horizontes (s) suprajacente (s). A dinâmica físico-hídrica do sistema, caracteriza-se por um comportamento distinto entre a superfície (textura média) e a subsuperfície (textura argilosa) devendo ser compreendida, considerando o conjunto dos horizontes de cada perfil, para prever o comportamento físico-hídrico do solo. A condutividade hidráulica do solo apresentou variação ao longo dos horizontes dos perfis de solo em diferentes posições da paisagem, ocorrendo grandes diferenças entre os valores observados em superfície em relação a subsuperfície, identificando-se a existência de fluxo lateral de água no solo, principalmente, na porção da encosta e a sua variação espacial em uma sequência topográfica. Na cobertura argissólica, o bloqueio de drenagem vertical ocorre no topo do horizonte Bt, originando acima deste uma zona mais úmida. A menor retenção de água em todos os perfis ocorreu nos horizontes com textura média, Ap e A1, em todas as tensões, enquanto que nos horizontes mais profundos, Bt1 e Bt2, houve maior retenção, como consequência da diminuição do teor de areia e aumento do teor de argila. Os horizontes de transição, AB e BA, apresentaram um comportamento intermediário. A água disponível no solo para as plantas foi influenciada diretamente pela granulometria, aumentando nos horizontes com maior percentual de areia e diminuindo com o aumento da fração argila. Com o secamento do solo a permeabilidade ao ar tende a aumentar devido à drenagem da água dos poros os quais passam a conduzir maior quantidade de ar, sendo altamente dependente dos macroporos. O pisoteio animal e as operações de preparo promoveram aumento da densidade do solo, resultando na redução da porosidade total e da macroporosidade e conseqüentemente um aumento na microporosidade nos horizontes Ap e A1, os quais sofrem os efeitos diretos das atividades antrópicas. A aplicação de metodologia que acopla a RUSLE em ambiente SIG, permitiu a discretização da variabilidade espacial dos fatores que influenciam as perdas, bem como as perdas de solo de uma vertente da Depressão Central do RS.

Palavras-chaves: pastagem, propriedades físico-hídricas, fluxos hídricos, retenção de água no solo, condutividade hidráulica do solo saturado, permeabilidade ao ar, RUSLE

ABSTRACT

Doctor Thesis
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria

SISTEMA PEDOLÓGICO EM UM AMBIENTE ANTROPIZADO DA DEPRESSÃO CENTRAL DO RS

AUTHOR: LEONIR TEREZINHA UHDE

ADVISER: JOSÉ MIGUEL REICHERT

Place and date of the defense: Santa Maria, august 28, 2009.

The present work was accomplished in a slope with a pedological system composed of Red Argisol/Gleysol, in a pasture area located in an unit of agricultural production in the municipal district of Santa Maria - RS. It aimed at the characterization morphologic and the physic-hydrical and the discretization of the variability of the loss of soil of the slope. Thirteen aligned profiles were selected in a toposequency, of a total of 57, reconstituted by the polls method. After description the approach of the pedologic system in the thirteen profiles, considering the vertical and lateral succession of the verified horizons, the samples were collected for the chemical and physical-hydrical determinations in laboratory (texture, densities, porosities, retention hydrical and availability of water, saturated hydraulic conductivity and permeability to the air), in three sampling orientations. Furthermore, the soil losses were estimated through the coupling of the Universal Equation of Loss of the Soil - RUSLE, in SIG atmosphere. In the toposequency, three profiles were classified as Gleysol and the others as Red Argisol. Argisols and Gleysols presented variated chemical and physical limitations, producing strong use limitation. The horizons Bt in Argissolos are found in different depths in the studied profiles, implicating different behaviors, depending on the thickness of the horizons upper (suprajacente) The physical-hydrical dynamics of the system is marked by a different behavior among the surface (loam) and the subsurface (clayer), and it should be understood, considering the group of the horizons of each profile, to predict the physical-hydrical behavior of the soil. The saturated hydraulic conductivity of the soil presented a variation along the horizons of the soil profiles in different positions of the landscape, with great differences among the values observed in surface in relation to the ones of the subsurface, identifying the existence of a lateral flow of water in the soil, mainly in the portion of the hillside and its space variation in a topographical sequence. In the podzolic cover, the blockade of vertical drainage occurs in the top of the horizon Bt, generating a more humid zone above. The smallest retention of water in all the profiles ocured in the loam horizons, Ap and A1, in all the tensions, while in the deepest horizons, Bt1 and Bt2, there was a larger retention as a consequence of the decrease of the sand tenor and increase of the clay tenor. The transition horizons, AB and BA, presented an intermediate behavior. The available water in the soil for the plants was influenced directly by the texture, which increased with the increment of the sand fraction and it decreases with the increase of the clay fraction. With the drier of the soil the permeability to the air tends to increase due to the drainage of the water of the pores which start to conduct air, being highly dependent of the macroporosity. The animal trampling and the preparation operations promoted an increase of the soil density, resulting in the reduction of the total porosity and of the macroporosity and consequently an increase in the microporosity in the horizons Ap and A1, which suffer the direct effects of the anthropic activity. The methodology application that engagement RUSLE in atmosphere SIG, allowed the discretization of the space variability of the factors that determine the losses, as well as the soil losses in a slope of the Central Depression of RS.

Key-words: pasture, physical-hydrical properties, water fluxes, soil water retention, hydraulic conductivity of the satured soil, permeability to the air, RUSLE

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Distância das tradagens para a descrição morfológica dos perfis de solo, utilizando-se o método de tradagem.....	52
TABELA 2 – Relação entre a tradagem com o perfil selecionado, a altitude, posição na paisagem, uso e manejo do solo.	55
TABELA 3 – Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 01 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.	80
TABELA 4 – Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 04 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.	81
TABELA 5 – Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 07 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.	82
TABELA 6 – Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 08 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.	83
TABELA 7 – Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 13 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.	84
TABELA 8 – Composição granulométrica do solo e classe textural dos perfis de Argissolos na posição interflúvio e ombreira de uma topossequência de solos da Depressão Central do RS.	86
TABELA 9 - Composição granulométrica do solo e classe textural dos perfis de Argissolos nas posições de encosta e pedimento de uma topossequência de solos da Depressão Central do RS.	87
TABELA 10 – Coeficientes de correlação linear de Pearson para as as propriedades físico-hídricas e a composição granulométrica, carbono orgânico e matéria orgânica do solo.....	88
TABELA 11 - Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 09 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.	90

TABELA 12 – Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 10 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.	91
TABELA 13 - Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 11 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.	92
TABELA 14 - Valores médios de permeabilidade ao ar em três orientações de amostragem e equilibradas em cinco diferentes tensões nos horizontes do perfil 13.....	95
TABELA 15 – Umidade na capacidade de campo, no ponto de murcha permanente e água disponível nos perfis 01 (pedimento) e 4 (encosta porção inferior) de uma vertente na Depressão Central do RS.....	100
TABELA 16 – Umidade na capacidade de campo, no ponto de murcha permanente e água disponível nos perfis 07 (encosta porção intermediária) e 08 (encosta porção superior) de uma vertente na Depressão Central do RS	101
TABELA 17 – Umidade na capacidade de campo, no ponto de murcha permanente e água disponível no perfil 13 (interflúvio) de uma vertente na Depressão Central do RS.....	102
TABELA 18 -Coeficientes de correlação de linear de Pearson entre capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP) e água disponível (AD) com as frações granulométricas do solo e a densidade do solo.....	103
TABELA 19 - Umidade na capacidade de campo, no ponto de murcha permanente e água disponível nos diferentes horizontes dos três perfis representando os diferentes segmentos de um terraço.	105
TABELA 20 – Altitude, uso e manejo, posição na paisagem e classificação dos solos da topossequência.....	108
TABELA 21 - Atributos do horizonte Ap dos solos estudados	109

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Caminhos que a água pode percorrer ao longo de uma vertente. As setas indicam a direção e a intensidade relativa (tamanho da seta) que cada fluxo pode ter de acordo com a posição do solo na vertente.....	27
FIGURA 2 – Quatro formas básicas de relevo.....	28
FIGURA 3 – Elementos de uma vertente.....	29
FIGURA 4- Localização do município de Santa Maria/RS e da área de estudo.....	49
FIGURA 5 – Localizações e descrição morfológica dos perfis através do método de tradagem em uma vertente da Depressão Central do Rio Grande do Sul	51
FIGURA 6 - Localização dos perfis na topossequência de solos, Santa Maria/RS	53
FIGURA 7 - Equipamento utilizado nas medidas de condutividade do solo ao ar em amostras com estrutura preservada.....	60
FIGURA 8 – Coleta de amostras para determinação de condutividade hidráulica nas três orientações de amostragem.....	62
FIGURA 9 - Cobertura do solo na área experimental, C=0,05 no interflúvio (pastagem cultivada), ombro e encosta superior e intermediária (pousio), C=0,02 na encosta inferior e pedimento (pastagem perene).....	65
FIGURA 10 – Perfil 13 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.....	69
FIGURA 11 – Perfil 12 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.....	69
FIGURA 12 – Perfil 11 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.....	70
FIGURA 13 – Perfil 11 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.....	70
FIGURA 14 – Perfil 09 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.....	71
FIGURA 15 – Perfil 08 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.....	71
FIGURA 16 – Perfil 07 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.....	72
FIGURA 17 – Perfil 06 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.....	72
FIGURA 18 – Perfil 5 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.....	73
FIGURA 19 – Perfil 4 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.....	73
FIGURA 20 – Perfil 3 de GLEISSOLO HÁPLICO.	74
FIGURA 21 – Perfil 1 e 2 de GLEISSOLO HÁPLICO.....	74
FIGURA 21 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Gleissolo sob pastagem nativa, para todos os horizontes do perfil. Perfil 01 (Pedimento), Depressão Central do RS.....	97

FIGURA 22 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pastagem nativa, para todos os horizontes do perfil. Perfil 04 (Encosta – porção inferior), Depressão Central do RS.....	98
FIGURA 23 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pastagem nativa, para todos os horizontes do perfil. Perfil 07 (Encosta – porção intermediária), Depressão Central do RS.	98
FIGURA 24 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pousio, para todos os horizontes do perfil. Perfil 08 (Encosta – porção superior). Perfil 08, Depressão Central do RS.....	99
FIGURA 25 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pastagem nativa, para todos os horizontes do perfil. Perfil 13 (Interflúvio), Depressão Central do RS.	99
FIGURA 26 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pastagem cultivada, para todos os horizontes do perfil. Perfil 09 (ombro – jusante do terraço), Depressão Central do RS.	106
FIGURA 27 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pastagem cultivada, para todos os horizontes do perfil. Perfil 10 (ombro – camalhão do terraço), Depressão Central do RS.	106
FIGURA 28 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pastagem cultivada, para todos os horizontes do perfil. Perfil 11 (ombro – canal do terraço), Depressão Central do RS.	107
FIGURA 29 – Curvas de nível na vertente.....	110
FIGURA 30 - Mapa de erodibilidade (fator K).....	110
FIGURA 31 - Mapa do fator topográfico (LS).	111
FIGURA 32 - Mapa do fator C – Cobertura do solo.....	111
FIGURA 33 - Mapa de perdas de solo	112

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Tradagens, horizontes, cor, profundidade e composição granulométrica dos perfis recompostos alinhados em topossequência.	133
APÊNDICE B – Descrição morfológica e atributos analíticos dos solos (químicos e físicos) dos perfis de 13 a 1 da topossequência.	141
APÊNDICE C - Valores de densidade de partículas (D_p), densidade do solo – CRA (D_s), porosidade total (P_T), macroporosidade (Mac), microporosidade (Mic), carbono orgânico total do solo (COT) e matéria orgânica do solo (MOS), da topossequência de solos.	167
APÊNDICE D – Valores de umidade volumétrica nas tensões de 0 kPa (θ_{sat}), 1 kPa (θ_1), 6 kPa (θ_6), 10 kPa (θ_{10}), 33 kPa (θ_{33}), 100 kPa (θ_{100}), 500 kPa (θ_{500}), 1500 kPa (θ_{1500}) e água disponível (AD) para topossequência de solos.	177
APÊNDICE E – Valores de distribuição de tamanho de poros de uma topossequência.	187
APÊNDICE F – Valores de condutividade hidráulica do solos saturado (K_s) e densidade do solo (D_s) de uma topossequência de solos.	197
APÊNDICE G – Características químicas de uma topossequência de solos	212
APÊNDICE H – Valores médios de densidade de partícula (D_p), densidade do solo (D_s), porosidade total (P_T), macroporosidade (Mac), microporosidade (Mic) e distribuição dos diâmetros dos poros para cada ponto amostrado.	216
APÊNDICE I – Valores médios de condutividade hidráulica do solo saturada e densidade do solo nas diferentes orientações de amostragem nos horizontes dos perfis estudados.	221
APÊNDICE J – Valores médios de condutividade hidráulica do solo saturada e densidade do solo nos diferentes horizontes em função da orientação de amostragem nos perfis estudados.	222

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Variável	Descrição	Unidade
Perfis do solo recompostos pelo método da tradagem		
T1	Tradagem do solo 1	-
T6	Tradagem do solo 6	-
T11	Tradagem do solo 11	-
T15	Tradagem do solo 15	-
T23	Tradagem do solo 23	-
T38	Tradagem do solo 38	-
T50	Tradagem do solo 50	-
T68	Tradagem do solo 68	-
T73	Tradagem do solo 73	-
T74	Tradagem do solo 74	-
T75	Tradagem do solo 75	-
T81	Tradagem do solo 81	-
T97	Tradagem do solo 97	-
Perfis de solo		
P1	Perfil de solo 1	-
P2	Perfil de solo 2	-
P3	Perfil de solo 3	-
P4	Perfil de solo 4	-
P5	Perfil de solo 5	-
P6	Perfil de solo 6	-
P7	Perfil de solo 7	-
P8	Perfil de solo 8	-
P9	Perfil de solo 9	-
P10	Perfil de solo 10	-
P11	Perfil de solo 11	-
P12	Perfil de solo 12	-
P13	Perfil de solo 13	-
Variáveis químicas		
P	Fósforo extraível pelo método Mehlich-1	mg dm ⁻³
Ca	Cálcio trocável	cmol _c dm ⁻³
Mg	Magnésio trocável	cmol _c dm ⁻³
Al	Alumínio trocável	cmol _c dm ⁻³

Na	Sódio disponível	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$
K	Potássio extraível	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$
H + Al ³⁺	Acidez potencial	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$
CTC pH 7,0	Capacidade de troca de cátions a pH 7,0	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$
V	Saturação da CTC pH 7,0 por bases	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$
MO	Matéria orgânica	%

Variáveis físico-hídricas

K _s	Condutividade hidráulica do solo saturado	mm h^{-1}
D _s – K _s	Densidade do solo relacionada a condutividade hidráulica d solo saturado	Mg m^{-3}
K _a	Permeabilidade ao ar	mm h^{-1}
θ _{sat}	Umidade de saturação	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
θ ₁	Umidade volumétrica na tensão de 1 kPa	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
θ ₆	Umidade volumétrica na tensão de 6 kPa	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
θ ₁₀	Umidade volumétrica na tensão de 10 kPa	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
θ ₃₃	Umidade volumétrica na tensão de 33 kPa	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
θ ₅₀₀	Umidade volumétrica na tensão de 500 kPa	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
θ ₁₀₀₀	Umidade volumétrica na tensão de 1000 kPa	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
θ ₁₅₀₀	Umidade volumétrica na tensão de 1500 kPa	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
CC	Capacidade de campo	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
PMP	Ponto de murcha permanente	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
AD	Água disponível	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
D _p	Densidade de partículas	g cm^{-3}
D _s - CRA	Densidade do solo relacionada com a curva de retenção	Mg m^{-3}
D _s	Densidade do solo	Mg m^{-3}
AT	Areia total	g kg^{-1}
AG	Areia grossa	g kg^{-1}
AF	Areia fina	g kg^{-1}
SI	Silte	g kg^{-1}
ARG	Argila	g kg^{-1}
P _T	Porosidade total	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
M _{AC}	Macroporosidade	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
M _{IC}	Microporosidade	$\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$
COT	Carbono orgânico total	g kg^{-1}
MO	Matéria orgânica	%
GF	Grau de flocculação	%

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
1.1 Hipóteses de trabalho	22
1.2 Objetivo geral	23
1.3 Objetivos específicos	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1 Importância do estudo em vertentes e a sua relação com o comportamento físico-hídrico dos solos	24
2.2 Análise estrutural da cobertura pedológica	30
2.3 Comportamento físico-hídrico do solo	35
3 MATERIAIS E MÉTODOS	48
3.1 Local de estudo	48
3.2 Escolha da topossequência e obtenção dos dados	50
3.3 Roteiro metodológico	50
3.4 Aplicação da equação universal de perdas de solo revisada (RUSLE) combinada a um sistema geográfico de informações (SIG) para estimativa de perdas de solo da vertente em estudo.	63
3.4.1 Fator R – Erosividade da chuva.....	64
3.4.2 Fator K – Erodibilidade do solo	64
3.4.3 Fator LS – Topográfico	65
3.4.4 Fator CP – Preparo e cobertura do solo e práticas conservacionistas	65
3.5 Análise estatística	66
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
4.1 Caracterização e classificação dos solos de uma topossequência da Depressão Central do RS	67
4.1.1 Atributos morfológicos e físicos	67
4.1.2 Atributos químicos	75
4.2 Caracterização do comportamento físico-hídrico do sistema pedológico Argissolo-Gleissolo de uma vertente	77
4.2.1 Condutividade hidráulica do solo saturado dependente da direção de amostragem em diferentes segmentos de uma vertente	77

4.2.2 Condutividade hidráulica do solo saturado nos diferentes segmentos de um terraço – ombro- dependente da orientação de amostragem	89
4.2.3 Influência das propriedades físicas na permeabilidade ao ar no perfil 13 (interflúvio) ..	94
4.3 Retenção e disponibilidade de água no solo às plantas em um sistema pedológico argissolo -gleissolo	96
4.3.1 Retenção e disponibilidade de água do solo para as plantas nos segmentos da vertente	96
4.3.2 Retenção e disponibilidade de água do solo para as plantas nos segmentos de um terraço	104
4.4 Estimativa de perdas de solo em uma vertente aplicando a rusle combinada ao sig	107
5 CONCLUSÕES.....	113
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	115
REFERÊNCIAS	118
APÊNDICES	132

1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos é totalmente dependente da disponibilidade de água, nutrientes e oxigênio, os quais são “gerenciados” conforme o manejo que o solo é submetido, portanto, o conhecimento do comportamento físico-hídrico, expresso pela retenção e disponibilidade de água do solo para as plantas, bem como, a identificação das áreas que apresentam maior risco de erosão em uma vertente, é de suma importância para a sustentabilidade ambiental de sistemas agrícolas.

A paisagem é a imagem da ação combinada dos fatores de formação do solo, tais como o relevo, o material de origem, o clima e os organismos ao longo do tempo. Para melhor compreender e interpretar os processos que ocorrem em uma vertente é necessário conhecer a morfologia, as propriedades químicas e físico-hídricas, a partir destas, estabelecer relações para caracterizar o movimento da água e a circulação do ar através do meio poroso, assim como, conhecer as áreas com maior risco de erosão, visando o manejo dos solos e a planificação do uso das terras agrícolas.

Informações sobre a armazenagem e distribuição da água no solo são essenciais, do ponto de vista agrícola e das reservas de água na escala da bacia. Suas medidas e determinações realizam-se, geralmente, com a atenção dirigida ao movimento da água e do ar dentro do solo e complementados pelas propriedades físicas e químicas que afetam diretamente as características hidrodinâmicas.

A recarga de água no lençol freático é proveniente da água infiltrada, quando superada a capacidade de armazenamento no solo o excesso drena e abastece os lençóis subsuperficiais. Assim, é importante que o solo apresente características que permitam a infiltração e a redistribuição da água no perfil, evitando o escoamento excessivo, que pode ocasionar perda de solo, nutrientes e movimento de pesticidas aplicados na superfície, mas ao mesmo tempo, devendo armazenar e disponibilizar a água para as plantas em crescimento.

O solo é constituído por minerais, matéria orgânica, organismos e poros ocupados por água e ar. A natureza e a proporção de cada uma destas partes pode variar significativamente nas diferentes classes de solos. Para exemplificar, nos solos hidromórficos, por exemplo os Gleissolos os poros são ocupados por água durante longos períodos, em detrimento da fase gasosa, ocorrendo a deficiência de oxigênio, que restringe a atividade decompositora dos microorganismos e conseqüentemente, determinando maior acúmulo de matéria orgânica. Nos

solos não hidromórficos, Argissolos, por exemplo, que predominam nas áreas bem a imperfeitamente drenadas, suas propriedades químicas e morfológicas apresentam variação de acordo com o material de origem, textura, posição na paisagem e drenagem, caracterizando-se pela translocação de material dos horizontes superiores que se acumula no horizonte B. Assim, é de grande valia o estudo dessas áreas, tendo como ponto de partida uma ampla caracterização de solos e que possibilite melhor manejar o ambiente de forma sustentável.

O solo possui um papel fundamental nos ciclos hidrológicos e geoquímicos, contribuindo para a manutenção da qualidade da água e funcionamento dos ecossistemas, atuando como filtro e meio para remediação a todos os tipos de materiais orgânicos. Lin (2006) relaciona o sistema circulatório do corpo humano com o sistema fluvial, afirmando que, o que é o sistema circulatório para o corpo humano, é o sistema fluvial para a paisagem. Para Bouma (2006), os fluxos de água superficial e subsuperficial no solo são a essência da vida, da mesma maneira como o sangue circula no corpo humano.

A necessidade do uso racional dos recursos hídricos tem contribuído para a intensificação dos estudos de dinâmica de água no solo. Tal conhecimento é também importante para pesquisas de dinâmica de solutos, fluxo de calor e de gases. Em escala global, sua importância está relacionada com o importante sistema solo-água-plantas-atmosfera.

Dentre as propriedades físico-hídricas do solo, a condutividade hidráulica de solo saturado é referida na literatura como uma propriedade de extrema importância nos estudos sobre fluxos no solo.

Os solos variam com as condições ambientais numa escala continental ou local. O fato de materializar a interface entre a litosfera e a atmosfera faz com que algumas classes de solos, por exemplo Argissolos apresente alta anisotropia vertical em seus atributos, portanto, o solo é variável nas três dimensões espaciais. Adicionalmente ao determinismo ambiental, a ação antrópica representa um dos fatores que intervêm de forma significativa nas modificações das propriedades do solo, principalmente as práticas agrícolas, que afetam a estrutura do solo, diminuindo a permeabilidade da água e as taxas de infiltração e porosidade de aeração, entre outros aspectos.

A degradação dos solos afeta tanto as terras agrícolas como as áreas de vegetação natural e pode ser considerada um dos mais importantes problemas ambientais da atualidade. Os problemas de erosão dos solos no RS, e outras regiões do Brasil, são decorrentes da combinação de um rápido desenvolvimento, ocupação de áreas com solos frágeis e arenosos associado ao regime climático desses ambientes. A planificação de uso do solo deve incorporar o tratamento da questão da erosão, incluindo principalmente a identificação dos

fatores relacionados à atuação dos processos erosivos e a detecção de áreas mais suscetíveis à erosão (atual e potencial), com objetivo de ajustar as práticas culturais sobre as mesmas, buscando um uso sustentável.

As consequências dos impactos decorrentes dos usos e manejos inadequados dos solos e da água são bastante conhecidos, bem como os prejuízos econômicos e sociais que acarretam. Neste sentido, a incorporação de técnicas de estudo que permitem identificar o (s) compartimentos (s) de maior suscetibilidade à degradação dos solos e com maiores riscos de erosão, são de fundamental importância para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

1.1 Hipóteses de trabalho

A inerente anisotropia dos solos é representada numa macroescala pelas classes de solos ocorrentes na paisagem. Na classe agrega-se, em amplitude menor, a variabilidade morfológica, química e físico-hídrica. Adicionalmente, a variabilidade induzida pelo manejo agrícola, que pode determinar comportamento diferenciado de um sistema pedológico, implicando: variação no conteúdo de água armazenada, disponibilidade de água para as plantas e perdas de solo. Esse pressuposto permite delinear as seguintes hipóteses:

1. o comportamento físico-hídrico dos horizontes superficiais; de transição e subsuperficiais é afetado pela posição na vertente, composição granulométrica e variações na estrutura do solo devido ao manejo na classe dos Argissolos;
2. aspectos morfológicos podem ser usados para auxiliar na interpretação das direções dos fluxos de água no solo;
3. a utilização conjunta da RUSLE – equação universal de perdas de solo revisada - com um sistema de informações geográficas permitirá a discretização das perdas de solo na vertente.

1.2 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar as propriedades físico-hídricas associadas ao comportamento do sistema pedológico Argissolo/Gleissolo de uma vertente antropizada da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

1.3 Objetivos específicos

- 1 Identificar uma topossequência que possui terraço;
- 2 Identificar os segmentos de uma vertente na topossequência de solos;
- 3 Identificar, caracterizar física, química e morfologicamente e classificar os perfis de solos selecionados;
- 4 Determinar as propriedades físico-hídricas dos horizontes dos perfis de solos em três orientações de amostragem, nos segmentos da vertente, e relacionar com os usos e manejos dos solos, e ainda, dos segmentos de um terraço, localizados no ombro da vertente;
- 5 Verificar as correlações existentes entre as propriedades físicas com a condutividade hidráulica do solo saturado em diferentes direções de amostragem;
- 6 Aplicar a RUSLE acoplada em ambiente SIG para identificar a variabilidade da perda de solo da vertente em estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância do estudo em vertentes e a sua relação com o comportamento físico-hídrico dos solos

As encostas constituem-se como uma porção do relevo no qual o solo se desenvolve e a porção desenvolvida desloca-se por meio dos movimentos de massa. Toda uma conjuntura morfo-estrutural e ambiental dirime essa evolução de maneira interligada, cuja perspectiva de estudo pode-se dar pela compreensão sistêmica do processo ou a partir das observações individuais de cada conjunto envolvido (ROSA, 2005).

Uma vertente simplesmente pode ser definida, segundo Veloso (2009), como uma superfície terrestre inclinada em relação à horizontal. Desta maneira uma vertente possui um gradiente, dando uma direção ou orientação no espaço.

A Lei nº 9.433/1997, referente aos Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), define bacia hidrográfica como uma unidade espacial, como é sabido, ela liga-se a outras por meio dos nós de confluência estabelecidos pela hierarquia fluvial dos canais de escoamento ou pela captura fluvial. Do ponto de vista espacial a encosta, ou vertente, é um elemento do conjunto bacia, e é a porção do relevo que permite – dada a sua geometria – a ação antrópica mais efetiva, pois nessa porção estabelecem-se o uso e a ocupação do solo com grande intensidade, e a encosta naturalmente é uma área de recepção e captação d'água.

As vertentes são locais onde ocorrem o intemperismo, o transporte e deposição de materiais. O estudo das encostas e dos processos que nelas ocorrem requer uma descrição cuidadosa e precisa das encostas e geralmente é feita com referência ao seu perfil. O perfil da vertente é a linha traçada sobre o terreno descrevendo sua inclinação. Esta inclinação é expressa por um ângulo ou um gradiente e sua orientação é dada pelos pontos cardeais. Vertentes cujo perfil tem um ângulo constante são chamadas retilineares, segmentos ou partes das vertentes também podem ter este tipo de perfil. As vertentes curvas podem ser convexas ou côncavas de acordo com a direção da curvatura e não pode ser descritas por um simples ângulo, mas pelo grau de curvatura do segmento (VELOSO, 2009).

No relevo, mais precisamente no compartimento das encostas, é que a formação dos solos ou seu transporte ocorre com maior frequência, sendo que esse transporte é direcionado

para os níveis de menor energia, isto é, a base das encostas dependendo da curvatura. Quando carregada pelas águas, a partir da gravidade, essa força desloca o fluido nas vertentes procurando o caminho que oferece menor resistência. De acordo com Oliveira (2008), é o relevo que regula os movimento da água ao longo da vertente, tanto na superfície como no interior do solo, agindo sobre seu regime hídrico e conseqüentemente, sobre os fenômenos de percolação interna e ações correlatas – lixiviação de solutos, transporte de partículas coloidais em suspensão no meio líquido – e ainda naqueles fenômenos em que a presença da água é imprescindível – hidrólise, hidratação e dissolução.

A paisagem desenvolve-se pela atuação de processos naturais na superfície terrestre, o resultado disto, é o relevo constituído por um conjunto de superfícies geomórficas representadas por A, B, C. Os solos desenvolvidos ao longo do relevo apresentam feições distintas, que podem ser tomadas como resultado da ação conjunta dos processos geomórficos e pedogenéticos, ambos condicionados principalmente pela dinâmica das águas superficial e subsuperficial (HUGGETT, 1975).

Em ciência do solo, o estudo do relevo é fundamental para entender as variações que esse provoca nas propriedades dos solos. Podendo supor que as propriedades dos solos variam entre pontos relativamente próximos, muitas vezes de forma significativa e sem causa visual aparente (SOUZA et al.; 2003). Considerado um importante fator de formação dos solos, podendo ser um dos fatores condicionantes das direções do fluxo de água na paisagem. A quantidade de água armazenada e disponível para as plantas em um solo em topografia declivosa pode ser influenciada pela posição na paisagem, especialmente em solos de textura mais argilosa, os quais em geral têm uma baixa taxa de infiltração e alto potencial de escoamento superficial (HANNA et al., 1982).

De modo geral declives acentuados favorecem o escoamento superficial direto, diminuindo a infiltração. Superfícies suavemente onduladas permitem o escoamento superficial menos veloz, aumentando a possibilidade de infiltração (KARMANN, 2001).

Para estudos detalhados da influência do relevo na hidrologia de uma vertente, torna-se necessária à caracterização completa das formas dos segmentos da encosta como um todo e de como os solos nela se posicionam. Os métodos para descrever a forma da pendente (vertente) ou os segmentos desta e também de quantificar os seus atributos e dos solos a ela relacionados variam desde a identificação e descrição das superfícies geomórficas, propostas por Ruhe (1975), até as compartimentações dessas superfícies em segmentos de vertentes (DARLYMPLE et al., 1968) ou equações adaptadas a mapas planialtimétricos detalhados TROEH, 1965).

Através do desenvolvimento de métodos de cartografia digital, é possível a representação da superfície terrestre na forma numérica, como são denominados os *modelos de elevação digital do terreno* (DEM), os quais permitem uma rápida e útil análise topográfica de uma zona de interesse, assim como o cálculo automatizado de uma série de variáveis relacionadas, como aquelas ligadas à altitude (vertentes, orientações, limites de bacia hidrográfica, dinâmica do fluxo de água, etc.).

O clima, o material de origem, a forma da vertente, os processos geomorfológicos e a infiltração de água atuando de maneira conjunta, são alguns dos elementos responsáveis pela formação de solos diferenciados em uma mesma vertente. De acordo com Boulaine (1982), o solo é um corpo contínuo que não se apresenta sob a forma de perfil vertical. Sendo os perfis, somente um produto do trabalho intelectual dos pedólogos concebido para facilitar a sua análise e delimitação na paisagem.

Para um melhor entendimento dos processos envolvendo o conceito de relevo é necessário reconhecer que os solos são anisotrópicos. Para Hall e Olson (1991), a anisotropia é o maior fator que governa os processos dos solos, em grau e intensidade. Ainda, segundo os mesmos autores um dos mais importantes aspectos da anisotropia é a da influência dos movimentos de água no solo na variabilidade espacial. Assim, o movimento lateral e/ou vertical de água no perfil é causa significativa da variabilidade em muitos solos.

O funcionamento hidrológico dos solos e paisagens é definido pela estrutura de caminhos e espaços disponíveis para a água mover e para ser armazenada. Este relacionamento tem uma multitude (diversidade) de “feedbacks” que modifica a função de acordo com mudanças na estrutura, e vice-versa (PACHEPSKY et al., 2006). Em particular, mudanças ecológicas e no manejo são ambas conhecidas por alterar a estrutura do solo e o seu funcionamento hidrológico.

Onde, quando e como a água move-se através dos vários solos e paisagens e como o fluxo de água impacta os processos do solo e subsequentemente os padrões espaciais do solo é uma das questões a ser respondida.

Trabalhar com formas de vertentes de maneira detalhada ajudará o entendimento dos tipos e intensidades dos fluxos de água superficiais e subsuperficiais que ocorrem nos solos (FIGURA 1). O movimento lateral da água do topo para o pedimento (porção mais baixa) através do solo é conhecido como interfluxo. Dando lugar ao fluxo concentrado em tunéis ou pipes subsuperficial ocasionando o colapso dos mesmos e formação de voçorocas, fenômeno este bem conhecido. O material, uniformemente fino com partículas de diâmetro entre 4 a 8

μm , é desagregado através do impacto da gota da chuva na superfície e então transportado pelo fluxo através dos macroporos do solo (MORGAN, 2006).

Em relevos ondulados, a presença de camadas subsuperficiais menos permeáveis no solo do que as camadas superficiais faz com que, em adição ao fluxo vertical da água, surja um fluxo lateral subsuperficial morro abaixo, chamado de interfluxo, paralelo às camadas de menor permeabilidade e resultante da combinação das forças de gravidade e do gradiente de pressão (Zaslavsky, Rogowski, 1969).

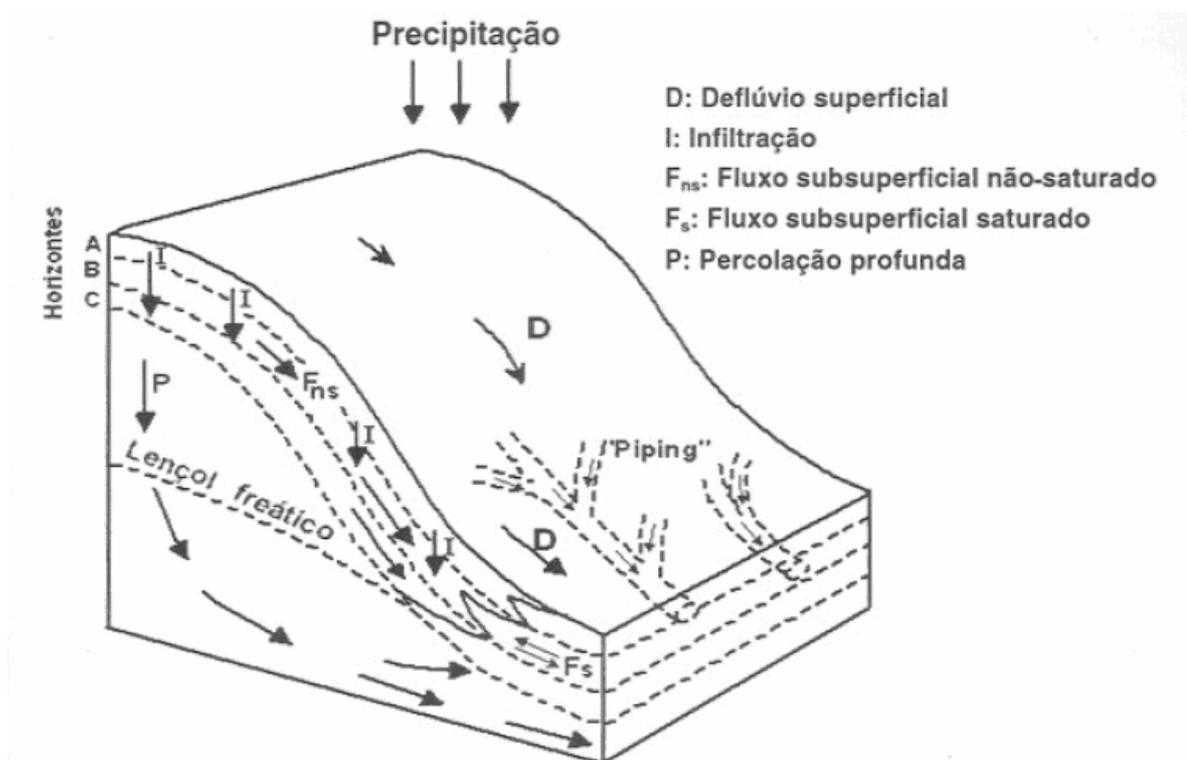


FIGURA 1 - Caminhos que a água pode percorrer ao longo de uma vertente. As setas indicam a direção e a intensidade relativa (tamanho da seta) que cada fluxo pode ter de acordo com a posição do solo na vertente.

Fonte: Adaptado de Gerrard (1981).

O fluxo subsuperficial é um sistema de drenagem superficial, estando ligado ao sistema de drenagem subsuperficial, podendo atuar como importante caminho para o movimento de sedimentos. Ainda, Morgan (2006) afirma que mais importante do que a concentração de sedimentos, contudo, é a concentração de bases minerais, a qual pode ser duas vezes maior do que a encontrada no fluxo superficial. Nutrientes essenciais às plantas, particularmente os adicionados via fertilizantes, podem ser removidos, consequentemente reduzindo a sua resistência a erosão.

A água é o principal fator influenciando o desenvolvimento dos solos em muitos ambientes. O movimento da água pode ser refletido pela redistribuição de compostos solúveis. De acordo com (WEYMAN, 1973; ANDERSON, BURT, 1978; HURLEY, PANTELIS, 1985) o fluxo lateral dentro do solo é mais significativo através das partes saturadas do perfil.

O fluxo preferencial pode estar relacionado tanto com a variabilidade espacial, como com a estrutura do solo (considerando a condutividade hidráulica). Solos estruturados contêm macroporos altamente permeáveis ou sistema de poros através da qual a água e solutos dissolvidos podem mover-se em velocidades mais altas do que na matriz porosa. O fluxo relacionado com a estrutura do solo tem sido largamente relatado em solos que possui atividade de minhocas, canais de raízes e fissuras inter-agregados (BOUMA, 1981; BEVEN, GERMAN, 1982; VERVOORT et al.; 1999). Outros tipos de fluxo preferencial têm sido associados as diferenças texturais mais do que estruturais (VOGEL et al.; 2000).

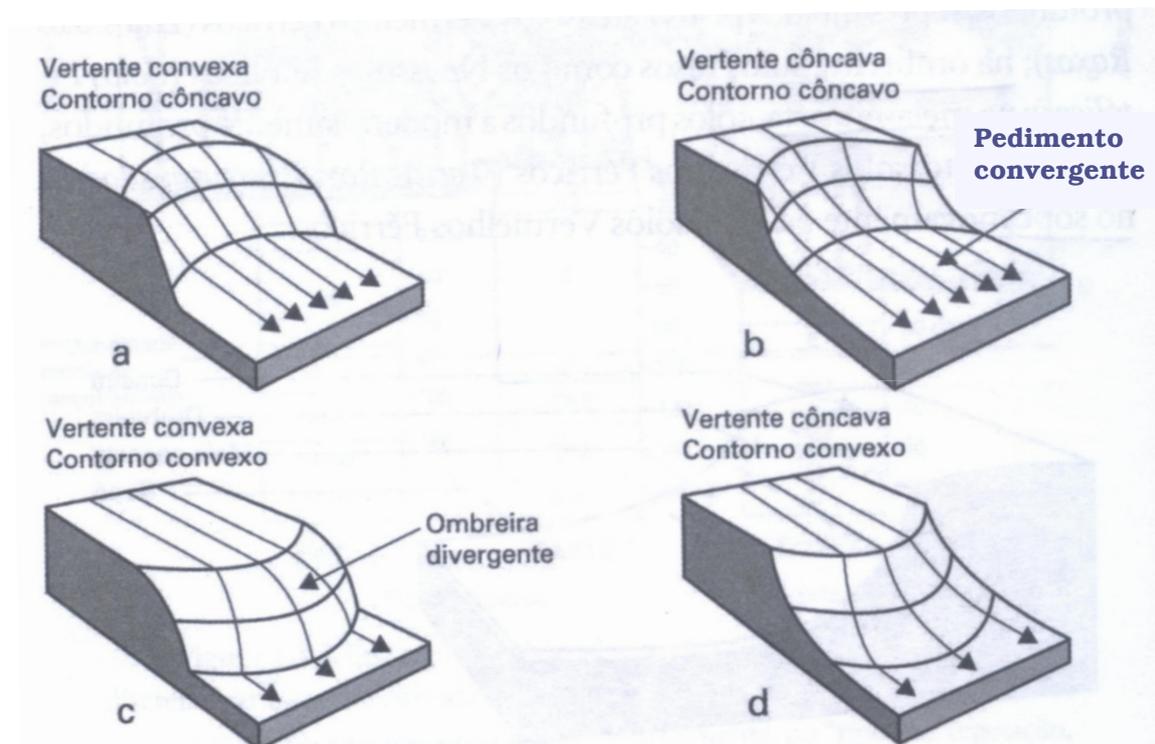


FIGURA 2 – Quatro formas básicas de relevo.
Fonte: Hugget (1975)

Hugget (1975) considerou ser de grande importância o estabelecimento de modelos ideais de fluxos de água em conformidade com as feições das encostas e das bacias de

drenagem de primeira ordem. Com base na convergência e divergência das linhas de fluxos d'água, em conformidade, respectivamente, com a concavidade e convexidade da superfície, esse autor propôs padrões ideais para indicações dos fluxos, de acordo com a forma dos diferentes tipos dos segmentos de vertentes (FIGURA 22).

De acordo com Resende, Carvalho Filho e Lani, 1992, os declives são classificados, em nove formas básicas, relacionando-as com a retenção de umidade no sistema. Essas formas são obtidas pela combinação da concavidade, convexidade e linearidade, do comprimento e largura dos declives. Assim, formas côncavo-côncavas favorecem a retenção de água no solo, enquanto formas convexo-convexas favorecem a drenagem rápida do solo. No interflúvio os fluxos de água predominantes são verticais, determinando solos profundos, enquanto o ombro é a superfície de máximo transporte superficial (erosão). A encosta é a superfície mais instável do relevo, podendo ocorrer solos rasos ou mesmo afloramentos de rochas, ocorrendo em determinadas situações a formação de horizontes E álbicos, devido à translocação de argilas pelos fluxos subsuperficiais. O pedimento e a planície aluvial são superfícies onde ocorre a deposição de materiais oriundos de cotas mais altas, geralmente, o tempo de residência da água nestas posições é longo, podendo ocorrer processos de gleização e ferrólise (destruição de argilas). Também o nível do lençol freático determina variações nas feições dos solos ao longo das superfícies geomórficas, sendo que, o mesmo tende a aproximar-se ou mesmo aflorar-se nas superfícies do pedimento e planície aluvial. Na Figura 3 são apresentados os elementos de uma vertente, constituídos pelo interflúvio, a ombreira, a meia-encosta e o pedimento.

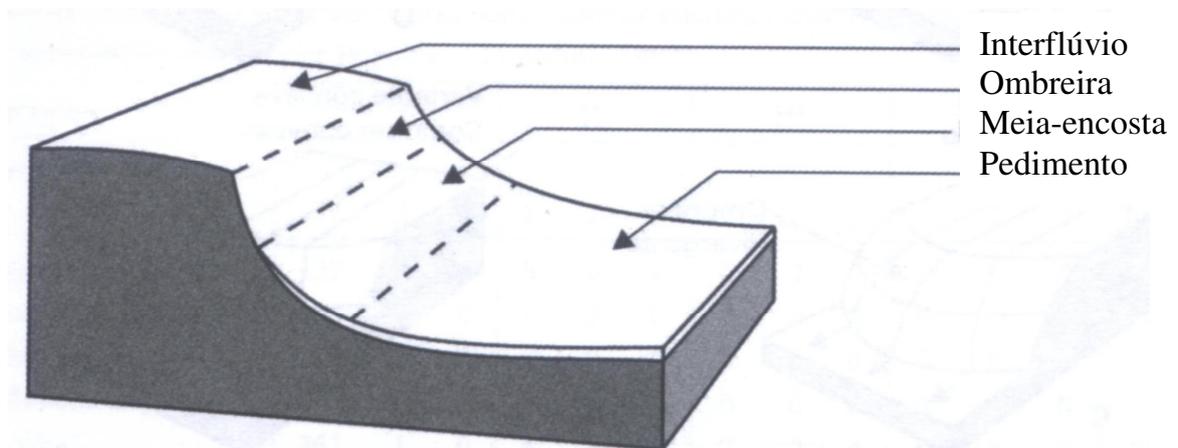


FIGURA 3 – Elementos de uma vertente.

Fonte: Adaptado de Hall; Olson (1991).

As consequências dos impactos decorrentes dos usos e manejos inadequados dos solos e da água são bastante conhecidos, bem como os prejuízos econômicos e sociais que acarretam. Neste sentido, a incorporação de técnicas de estudo que permitem identificar o (s) compartimentos (s) de maior suscetibilidade à degradação dos solos e com maiores riscos de erosão, são de fundamental importância para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Assim, o estudo morfológico dos horizontes pedológicos, através de levantamentos em topossequências representativas do sistema pedológico dominante na área em estudo, pode servir de base para a definição e realização de coletas de amostras para diversos fins, monitoramentos físico-hídricos e também para a realização de ensaios, quando este for o objetivo.

Sabe-se que as características dos solos variam numa paisagem (DEMATTE; MARCONI, 1991) e que estas afetam o comportamento físico-hídrico dos diferentes solos. A textura, por exemplo, influencia em muitas propriedades químicas e físicas do solo como a capacidade de troca catiônica (CTC), retenção de água, erodibilidade do solo, infiltração de água, drenagem, entre outras. A estrutura pode ser modificada com o tipo de uso e manejo do solo, dessa forma, o manejo inadequado pode produzir camadas compactadas criando condições desfavoráveis ao desenvolvimento das culturas.

O movimento de água na paisagem contribui nos processos geomórficos, por exemplo, através do transporte de materiais de locais mais elevados na paisagem para cotas inferiores (colúvio, deslizamento, etc.) via fluxo superficial. Nos processos pedogenéticos, a água que infiltra no solo pode deslocar materiais coloidais (minerais e orgânicos) e constituintes químicos para outras regiões do perfil (eluviação horizontal e lateral), ou mesmo para fora do sistema solo (INDA JUNIOR, 1997).

2.2 Análise estrutural da cobertura pedológica

A análise estrutural da cobertura pedológica, introduzida por Boulet (1978) representa a preocupação dos pedólogos em compreender a distribuição dos solos nas vertentes e nas paisagens, suas causas e fatores, isto é, procura interpretar os processos responsáveis por essa distribuição.

Em um de seus estudos, Boulet (1978) propôs um procedimento, que permite a reconstituição da distribuição espacial das organizações pedológicas ao longo das encostas.

Iniciando-se pela reconstituição bidimensional da organização dos solos com seus horizontes, em topossequências, estabelecida no sentido de maior declive das vertentes. As escalas de representação gráfica dos resultados dos trabalhos são geralmente muito grandes, variando de 1:100 a 1:1000. Trincheiras abertas em pontos privilegiados permitem observar as transições verticais e laterais entre horizontes. Num segundo momento, com outras topossequências transversais e paralelas, reconstituindo-se a distribuição espacial (tridimensional) das organizações pedológicas; os limites entre horizontes são colocados em mapas, sob a forma de curvas de isodiferenciação, que representam posições onde se iniciam ou terminam horizontes e/ou outras feições pedológicas ou geológicas.

Foi sistematizado por Boulet e seus colaboradores (BOULET et al., 1982 a, b; RUELLAN et al., 1984; BOULET, 1988; QUEIROZ NETO, 1988) uma proposta de trabalho para estudos pedológicos de ultradetalhe com forte integração das relações pedologia-topografia-estratigrafia-hidrologia e que a denominaram análise estrutural da cobertura pedológica, implementada em duas fases: análise bidimensional (levantamento em contínuo dos sistemas pedológicos ao longo dos eixos topográficos, perpendicularmente às curvas de nível) e tridimensional (representação cartográfica no plano por meio de curvas de isodiferenciação que marcam os aparecimentos e desaparecimentos de horizontes nos sistemas pedológicos de uma dada área), adotando a bacia hidrográfica de primeira ordem como unidade de paisagem.

Para a realização do procedimento da análise estrutural da cobertura pedológica alguns aspectos servem de embasamento de acordo com Boulet et al., 1982 a, b:

1. O solo é um meio organizado e estruturado, constituindo uma cobertura contínua ao longo das vertentes;
2. As organizações pedológicas e suas estruturas apresentam, assim, três dimensões espaciais, donde seu caráter de tridimensionalidade é uma dimensão temporal. As características dessa organização e das estruturas devem estar presentes em todas as escalas de observação, desde a da paisagem até a do microscópico;
3. Como decorrência, e independentemente das aplicações, o estudo dos solos deve basear-se no reconhecimento dessas organizações e estruturas pedológicas, em todas as escalas, no das características e propriedades, de seu funcionamento e de sua história.

A abordagem da análise estrutural da cobertura pedológica permite relacionar os fluxos hídricos com a distribuição dos horizontes dos solos e similares (SALOMÃO, 1996; QUEIROZ NETO, 1988), o que pode agilizar e enriquecer os diagnósticos, sendo especialmente indicados para áreas pequenas, como as microbacias, ou outras, em especial

com restrições ao uso e manejo dos solos e da água, devido à suscetibilidade, sobretudo à erosão, movimentos de massa, compactação ou contaminação de aquíferos.

Uma topossequência é definida por Bocquier (1973), como uma sequência de diversos tipos de solos distribuídos de maneira regular e sistemática na paisagem de acordo com a topografia sobre o mesmo material de origem. A partir dos estudos realizados pelo autor citado, novos métodos foram desenvolvidos para estudar a sucessão de perfis alinhados do topo à base de uma pendente, permitindo não só identificar a distribuição dos horizontes de solo, mas também as relações entre eles (CASTRO et al., 2003).

Os sistemas pedológicos (sistemas de solos) – correspondem a sucessões verticais e laterais de horizontes de solos dispostos em continuum do topo dos interflúvios aos fundos de vale, perpendicularmente aos canais de drenagem, sobretudo de 1ª ordem, que permitem o reconhecimento dos tipos de solos, de suas reações genético-evolutivas e espaciais entre si e com a topografia e o substrato (BOULET, 1988; QUEIROZ NETO, 1988).

A técnica da análise estrutural proposta por Boulet et al. (1982 a, b), considera a geometria lateral e vertical de cada horizonte do solo. Esta técnica tende a auxiliar, cada vez mais, no diagnóstico de problemas de degradação dos solos por erosão, na compreensão da relação entre pedogênese e evolução do relevo e também na avaliação do comportamento e funcionamento hídrico do solo, para ampliar os conhecimentos sobre as relações solo-planta (QUEIROZ NETO, 1988).

No Brasil, o procedimento da análise estrutural da cobertura pedológica foi introduzido no início da década de 80 (QUEIROZ NETO et al., 1981; QUEIROZ NETO, 1988) com avanços que permitiu superar algumas dificuldades propostas inicialmente pelo conceito de catena de Milne (1935), que via as sucessões de solos ao longo das encostas como uma simples justaposição de perfis verticais. Esta visão reducionista foi substituída por uma abordagem e/ou pela percepção do solo como um meio contínuo, cujas diferenciações são devidas ao movimento interno das soluções.

Segundo Queiroz Neto (2002), o estudo deve ser realizado em todas as escalas de observação disponível, da macromorfológica de campo, passando pela micromorfológica em escala microscopia óptica até as escalas ultramicroscópicas, incluindo a que atinge a distribuição dos elementos. Portanto, a análise estrutural da cobertura pedológica, integra essas diferentes escalas de observação, que se completam.

Em uma topossequência de solos (típica) na região da Depressão Central do RS, pode-se encontrar Argissolo Vermelho, Argissolo Bruno-Acinzentado; Plintossolo Argilúvico; Planossolo Háptico e Gleissolo Háptico (STRECK et al.; 2008). Os Argissolos representam a

principal classe de solos do Rio Grande do Sul e estão concentrados na metade sul do estado (BRASIL, 1973). São caracterizados por horizontes com gradientes texturais e a espessura dos horizontes superficiais determina a capacidade de armazenamento e disponibilidade de água às plantas (FIORIN et al., 1997), afetando o crescimento e a produtividade das culturas agrícolas (ALBUQUERQUE et al; 1996). Os horizontes superficiais desses solos são arenosos ou de textura média tornando-os suscetíveis ao processo erosivo em condições inadequadas de manejo. Eles ocorrem em relevo desde suave ondulado até fortemente ondulado, ocupando em termos percentuais a maior parte da área territorial do RS. Uma textura arenosa ou média por exemplo facilita o preparo do solo para o plantio, e isto decorre da baixa consistência úmida, diferente de um Vertissolo. As limitações físicas dos Argissolos referem-se à textura, espessura da camada arenosa com mudança textural abrupta. As informações sobre a mudança textural abrupta e declividade, permitem inferir sobre a suscetibilidade à erosão hídrica e potencial de uso.

Em perfis de solos com textura homogênea a taxa de infiltração de água é geralmente maior nos arenosos em comparação com os argilosos. Então em um solo heterogêneo como um Argissolo textura arenosa ou média/argilosa a infiltração pode ser de igual valor a de um solo homogêneo de textura arenosa por exemplo Neossolo Quartzarênico. A condutividade hidráulica entre ambos contudo será muito diferente. De acordo com Oliveira (2008), o fluxo de água ao longo de perfis de textura unitária, binária ou contrastante é bastante diverso. Solos com textura unitária apresentam, em geral, comportamento hídrico semelhante ao longo do perfil. Nos solos de textura binária, diferentemente daqueles de textura unitária, especialmente nos que apresentam textura contrastante ou mudança textural abrupta, o comportamento hídrico apresenta importantes variações ao longo do perfil, especialmente entre os horizontes A e E e o horizonte B.

Em solos com mudança textural abrupta, as camadas superficiais arenosas são rapidamente saturadas com a água da chuva, gerando duas possíveis situações: a) escoamento superficial da água excedente, promovendo acentuada erosão hídrica; b) formação de ambiente anaeróbico (ausência de oxigênio) temporário, prejudicando o desenvolvimento do sistema radicular das culturas (STRECK et.al. 2002)

Os Gleissolos são solos pouco profundos a profundos, muito mal drenados, de cor acinzentada, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-Cg, ou A-Bg-Cg ou H-Cg, onde os horizontes Bg e Cg são horizontes glei. Estes solos, ocorrem tipicamente em depressões mal drenadas em todo estado. Ressalta-se que nas áreas maiores de várzeas de rios e planícies lagunares são solos aptos para o cultivo com arroz irrigado e, quando drenados,

com culturas anuais como milho, soja, feijão e pastagens. Devido a baixa condutividade hidráulica nos Gleissolos mais argilosos, o uso de culturas de sequeiro exige uma sistematização do terreno para possibilitar a drenagem superficial (STRECK et al., 2008).

Os Gleissolos apresentam sérias limitações impostas pela presença de lençol freático a pouca profundidade. A aeração inadequada aumenta a resistência da difusão de gases do solo para a atmosfera e vice-versa, consumindo rapidamente o oxigênio do solo pelos microorganismos e plantas inibindo o crescimento das raízes.

O estudo do solo em sequências topográficas tem sido considerado uma importante e eficaz forma de avaliação do desenvolvimento das características e propriedades dos solos influenciadas pelos diferentes fatores de formação desses (VIDAL-TORRADO; LEPSCH, 1993). O solo é considerado um componente vital para os agroecossistemas no qual ocorrem os processos e ciclos de transformações físicas, biológicas e químicas, e quando mal manejado pode degradar todo o ecossistema (STRECK et al., 2008). Portanto, deste modo, é possível estabelecer correlações entre os indicadores de qualidade do solo na superfície e na subsuperfície do solo, analisando o efeito do manejo nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (DORAN; PARKIN, 1994).

A partir do estudo da morfologia dos solos, obtemos a caracterização do perfil de solo, assim como, a espessura e sequência de horizontes, informações sobre a cor e estrutura. Estas servem como um auxílio para compreendermos a formação do solo, e também como, uma ferramenta para melhor manejarmos o ambiente. A cor do solo (FRITSCH, FITZPATRICK, 1994), características redox, tais como ferro, concreções de manganês, pode indicar condições de drenagem pobres, períodos de saturação e lixiviação (KHAN, FENTON, 1994). Particularmente a cor do solo e presença de concreções redox são úteis na identificação da localização e profundidades onde a saturação e o fluxo lateral ocorrem (TICEHURST et al, 2007).

Entre os solos e dentro de cada solo, os horizontes podem diferir entre si nas propriedades: a) constituição; b) cor; c) textura; d) estrutura; e) cerosidade; f) porosidade; g) consistência; h) cimentação; i) pedoclima; e j) pedoforma (RESENDE et al., 2007), bem como nas propriedades físicas, químicas e hídricas.

Características químicas, físicas e morfológicas podem variar de um perfil para outro dentro de uma mesma unidade de mapeamento, o que muitas vezes altera sua classificação, principalmente, em níveis categóricos mais baixos. Neste sentido, Dalmolin et al. (2004), recomendam que cada perfil seja analisado particularmente, e não extrapolado simplesmente por apresentar a mesma classificação de um outro perfil já classificado.

2.3 Comportamento físico-hídrico do solo

O solo, do ponto de vista físico, pode ser considerado como um sistema disperso complexo, constituído por material sólido, líquido e gasoso. A *fase sólida* é constituída por material mineral e orgânico. O material mineral é formado por partículas de tamanho, forma e composição química muito variável. A matéria orgânica é constituída por resíduos animais e vegetais em diferentes estágios de decomposição, raízes e microrganismos. A *fase líquida* é constituída pela solução que preenche total, ou parcialmente a porosidade do solo e que permanece mais ou menos fortemente ligada às partículas sólidas. A *fase gasosa*, ou ar do solo, apresenta uma umidade relativa sempre muito alta e preenche a parte da porosidade do solo que não estiver tomada pela água.

O solo é um corpo tridimensional da paisagem, resultante da ação combinada de vários processos pedogenéticos e dependente da intensidade de manifestação dos fatores de formação, constituindo-se em um sistema aberto, que troca materiais e energia, trifásico e poroso. Composto por materiais minerais e orgânicos, com a função de sustentar a produção vegetal, sendo considerado um importante componente do equilíbrio ambiental.

Nesse ambiente, vivem as raízes da maioria das plantas superiores, que para exercer suas funções não necessitam, apenas de nutrientes; mas, principalmente, de boas condições físicas, entendidas como adequada disponibilidade de água, oxigênio, temperatura e que não ofereça resistência à emergência das plantas, condições essas encontradas em solos com boa estrutura. A quantidade e a proporção do tamanho de poros são fundamentais para que se tenha um equilíbrio entre a retenção e condução de água e as trocas gasosas (GRABLE; SIEMER, 1968).

Desde o século XVIII, alguns autores despertaram um crescente interesse pelo conhecimento, medida e determinação das propriedades que controlam o meio poroso do solo (DARCY, 1856; RICHARDS, 1931; SCHOFIELD, 1935), e sua relação com as plantas (BRIGGS, SHANTZ, 1912), já que existe uma dependência entre a densidade e tipo de cobertura vegetal e o conteúdo hídrico do solo (REYNOLDS, 1970). Paralelamente, começaram a desenvolver métodos para o conhecimento e estudo dos fatores externos ao solo que, em maior ou menor grau, influem na variabilidade dos processos de infiltração, drenagem e escoamento (HILLS, REYNOLDS, 1969; MOORE, BURCH, MACKENZIE, 1988).

Os solos devem ser entendidos como compartimentos com grande heterogeneidade, e portanto, serem considerados a partir de sua dimensão espacial, já que esta é responsável pela

complexidade que comporta seu estudo, uma vez que a qualidade da informação diminui em função da distância ao ponto de medida. Por esse motivo nas últimas décadas desenvolveu-se um crescente interesse pela variabilidade das propriedades dos solos a partir de diferentes pontos de vista, como é o edafológico (BASCOMB; JARVIS, 1976; WRIGHT; WILSON, 1979), geomorfológico (BRIGGS; SHISHIRA, 1985; HARRISON et al., 1990) e o ecológico (Van DER BROECK et al., 1981).

A variabilidade espacial das propriedades do solo tem origem distinta, podendo estar vinculada a características intrínsecas do próprio solo ou a fatores que incidem direta ou indiretamente desde a parte externa, como por exemplo, o clima, a rocha matriz, a topografia, a atividade biológica e a atividade humana (BECKETT; WEBSTER, 1971). Um dos fatores que intervêm de forma mais direta na modificação das propriedades do solo, como já mencionado anteriormente, é a ação antrópica, principalmente as práticas agrícolas (SCHAFER et al., 1992), que atuam diminuindo a permeabilidade e as taxas de infiltração e aeração (BALL et al., 1997). Outras propriedades básicas dos solos que podem ser afetadas pelas práticas agrícolas são: a densidade do solo (junto com a porosidade) e o conteúdo de matéria orgânica.

Por meio de parâmetros como densidade do solo e porosidade total, avalia-se o grau de compactação. A textura do solo também é importante, pois mesmo não sendo alterada pelas práticas agrícolas, influencia na infiltração e retenção de água no solo. As análises químicas permitem verificar aspectos do manejo que uma determinada área é submetida, devido à utilização ou não de fertilizantes e corretivos e/ou adoção de plantas de cobertura.

A matéria orgânica do solo constitui um dos principais indicativos da qualidade do solo, tendo um papel importante na agregação, infiltração e retenção de água e disponibilidade de nutrientes para as plantas (DORAN; PARKIN, 1994), seus níveis podem ser alterados quando sistemas nativos são utilizados para cultivo.

Algumas das propriedades que maior efeito podem apresentar no comportamento físico-hídrico são: a textura (REYNOLDS, 1970; HEINNINGER et al. 1976), a densidade do solo (RINGROSE-VOASE, BULLOCK, 1984; MOUTONNET, SCHMIDT, 1985) e os aportes orgânicos do solo (BRADY, 1984).

A textura do solo constituiu-se numa das características físicas mais estáveis e representa a distribuição quantitativa das partículas do solo quanto ao tamanho. E a sua distribuição espacial, determinará em parte o comportamento hídrico do solo (KOOREVAAR et al., 1983), influenciando na capacidade de retenção de água, na formação de crostas e selamento, na permeabilidade, na porosidade e na erosividade (BALL et al., 1997). Enquanto

que, a densidade do solo, junto com outras variáveis edáficas, condiciona propriedades hídricas como a condutividade e difusividade hidráulica, e a capacidade de retenção (MOUTONNET; SCHMIDT, 1985).

A matéria orgânica favorece a agregação do solo permitindo a formação de complexos de argila-húmus que, atuam como núcleo dos agregados (LAL et al., 1994), e portanto, participará na estruturação e aeração do solo, contribuindo para aumentar a porosidade e favorecendo o aumento da capacidade de retenção de água (BRADY, 1984). A matéria orgânica condiciona uma densidade do solo baixa, assim, em geral, conteúdos elevados desta favorecem também a condutividade hidráulica do solo.

Propriedades físicas do solo como granulometria, grau de compactação, quantidade de matéria orgânica e distribuição de raízes determinam os processos hidrológicos que ocorrem no solo. Dentre estes processos, destaca-se como os mais importantes:

- infiltração;
- redistribuição da água no solo, seguida de infiltração;
- drenagem para a camada de solo saturado imediatamente abaixo da superfície do solo;
- evaporação do solo descoberto;
- evaporação e transpiração (evapotranspiração) de um solo com cobertura vegetal (KUTÍLEK; NIELSEN, 1994).

A armazenagem de água pelo solo e a disponibilidade desta para as plantas são funções de processos dinâmicos, tais como infiltração, redistribuição, drenagem e absorção de água pelas raízes das plantas. A infiltração de água no solo é um processo que representa o volume de água que passa por uma unidade de área, perpendicular ao movimento, em uma unidade de tempo. Os fatores que afetam a infiltração de água no solo são: o conteúdo de água no solo, a condutividade hidráulica do solo, a superfície do solo, a presença de camadas com baixa permeabilidade e a duração da chuva ou irrigação.

Em solo não saturado, o processo de infiltração ocorre em regime transiente. Após um determinado intervalo de tempo, num perfil uniforme, a distribuição da umidade com a profundidade pode ser caracterizada pelas seguintes zonas: a) A zona saturada é uma camada estreita imediatamente abaixo da superfície do solo; b) na zona de transição ocorre decréscimo de umidade. Sua espessura é de poucos milímetros; c) A zona de transmissão,

diferentemente de todas as outras, cresce continuamente durante a aplicação de água na superfície. Nela, a umidade varia muito pouco com a profundidade. A zona de molhamento é estreita e apresenta grandes variações de umidade.

Sempre a porção do espaço poroso não ocupado pela fase líquida será complementada pela fase gasosa. Portanto, a fase líquida pode estar presente nos poros do solo completa ou parcialmente. No primeiro caso, o solo é dito saturado e, no segundo, não saturado. De modo geral, os solos se encontram não saturados de água, mas mesmo assim armazenam considerável quantidade de água, parte da qual deve ser utilizada pelas plantas.

A drenagem interna ou redistribuição é denominada como o movimento da água dentro do perfil, no período pós-infiltração, a qual aumenta a umidade de camadas mais profundas pela água contida nas camadas superficiais inicialmente umedecidas. A importância desse fenômeno reside no fato de tal processo determinar a quantidade de água retida a cada instante pelas diferentes camadas no perfil do solo, tornando-se disponível às plantas. A velocidade e a duração do processo determinam a capacidade efetiva de armazenamento do solo (HILLEL, 1998).

Com exceção da infiltração, todos os processos citados provocam perda de água em todo volume de solo ou pelo menos em uma camada particular, geralmente a superficial, quando um fluxo unidimensional na direção vertical é considerado. Quando fluxos bi e tridimensionais são considerados devido às circunstâncias de campo, fluxos horizontais subsuperficiais podem participar do balanço hídrico em um perfil do solo.

O tipo de sistema de manejo do solo tem papel fundamental nos processos hidrológicos do solo. O sistema de manejo semeadura direta, tem como grande objetivo a minimização de perdas de solo e água pela diminuição do escoamento superficial.

As propriedades hidráulicas do solo e sua organização espacial são importantes para o conhecimento da dinâmica do conteúdo de água no solo, da hidrologia superficial e subsuperficial, e transporte de contaminantes. O solo, topografia, vegetação, e precipitação interativamente governam a hidrologia e transporte de contaminantes na superfície e na subsuperfície. O conhecimento do interrelacionamento entre variabilidade do solo e características da paisagem são conhecimentos chaves para o ambiente hidrológico do solo. Por exemplo, propriedades hidráulicas do solo podem variar ao longo da declividade, resultando em variabilidade na umidade do solo na superfície e na drenagem subsuperficial (MOHANTY, 2000).

A zona não saturada é onde ocorre a maior parte dos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no solo. O meio poroso de um solo pode dividir-se em dois domínios

para analisar o fluxo hídrico, segundo Chen, Wagenet (1992): os microporos que se comportam como um meio homogêneo, e os macroporos onde a água é conduzida com maior velocidade que o domínio anterior.

Dentre as propriedades físico-hídricas do solo, a condutividade hidráulica de solo saturado é referida na literatura como uma propriedade de extrema importância nos estudos sobre fluxos no solo. Pode ser definida como a velocidade com que a água se movimenta através do solo (EMBRAPA, 1997). Ela depende da fluidez da água, que é proporcional a sua viscosidade e densidade, e da macroporosidade do solo que, por sua vez, é função da textura e da estrutura (REICHARDT; TIMM, 2004).

A condutividade hidráulica é uma das propriedades do solo que melhor indicam as diferenças estruturais nas diversas camadas que constituem o perfil (CORSINI, 1974). Em um perfil do solo ela varia de horizonte para horizonte, e dentro de cada horizonte, varia em função da umidade. De acordo com Oliveira et al. (2003), sua magnitude depende da distribuição, forma e tortuosidade dos poros, da superfície específica e da porosidade total.

No estudo da dinâmica físico-hídrica de uma toposseqüência de solos sob savana florestada (Cerradão) em Assis, São Paulo, Juhász et al. (2006), verificaram que os altos teores de argila no horizonte de subsuperfície do Gleissolo, em contraste aos Latossolos com maior teor de areia, determinaram menor drenagem, maior retenção hídrica e baixa condutividade hidráulica nesta camada, não atingindo a saturação em nenhum momento do monitoramento. Os autores concluíram que o comportamento físico-hídrico dos solos é influenciado pelas condições do relevo, evidenciado pela transição lateral contínua de cor, textura e estrutura dos solos na toposseqüência.

Foi constatado por Zago (2000) em Latossolos, fluxos hídricos verticais e a ocorrência de uma camada compactada, ou endurecida, logo após a superfície. Da meia encosta à jusante, nos Argissolos, predominaram fluxos hídricos laterais, como consequência das mudanças texturais e estruturais. Esses fluxos redistribuíram as águas, ao longo da vertente e propiciaram um lençol suspenso temporário, no Argissolo, entre os horizontes E e Bt, durante a estação chuvosa.

Para o crescimento e desenvolvimento das plantas é necessário que o solo forneça água, nutrientes e oxigênio. A disponibilidade de água para as plantas é regulada pela precipitação e pela capacidade de armazenamento e de infiltração da água no solo. O fluxo de água no solo está diretamente relacionado com a distribuição do diâmetro dos poros, o que remete à necessidade de conhecer esses atributos físicos para o entendimento de diversos

processos que ocorrem no solo, como a infiltração, redistribuição e suprimento de água para as plantas e a circulação do ar.

A zona não saturada é onde ocorre a maior parte dos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no solo. O meio poroso de um solo pode dividir-se em dois domínios para analisar o fluxo hídrico, segundo Chen e Wagenet (1992), os microporos comportam-se como um meio homogêneo e os macroporos onde a água é conduzida com maior velocidade que o domínio anterior.

Dentre as variáveis que influenciam o fluxo de água no solo, a condutividade hidráulica do solo saturado (K_s) se destaca. A equação que melhor quantifica o movimento de água no solo é a equação de Darcy-Buckingham. Nela, a constante de proporcionalidade entre a densidade de fluxo e o gradiente de potencial total da água denomina-se condutividade hidráulica do solo. A condutividade hidráulica é, portanto, um parâmetro do solo que traduz a intensidade com que este solo conduz a água, sendo tanto maior quanto mais úmido o solo, atingindo seu valor máximo na saturação (LIBARDI, 2005). Portanto, qualquer fator que exerça influência sobre o tamanho e a configuração dos poros do solo, exercerá também efeito sobre a condutividade hidráulica, sendo os macroporos responsáveis pela maior parte da movimentação da água no solo (BRADY, 1983).

Informações de pesquisas mostram que o processo de compactação do solo aumenta a densidade do solo, diminui a porosidade total e, simultaneamente, diminui a condutividade hidráulica (HOUSE et al., 2001; NAKANO; MIYAZAKI, 2005; REICHERT et al., 2007), quando o solo é compactado por maquinário ou pisoteio animal.

A condutividade hidráulica apresenta uma distribuição do tipo log-normal, atribuída aos diferentes tamanhos de poros do meio (BUCHTER et al., 1991), assim solos com uma textura grosseira mostrarão intervalos de K_s mais elevados que os solos de textura fina (WARD; ROBISON, 1990). A condutividade hidráulica apresenta uma elevada variabilidade espacial devido à heterogeneidade do próprio solo (MECKE et al., 2000). Como a K_{sat} depende, em grande parte, da forma e continuidade dos poros, a mesma varia fortemente de um local a outro, e difere também para as distintas orientações do solo, o que pode levar à assimetria, conforme Mesquita e Moraes (2004).

De acordo com Reichardt e Timm (2004), a K_s depende da fluidez da água, que é proporcional a sua viscosidade e densidade, e da macroporosidade do solo que, por sua vez, é função da textura e da estrutura.

Os fluxos de ar e de água no solo são determinados pelo arranjo, continuidade do sistema poroso e pela estrutura. Cada fluido ocupa um conjunto de poros com diâmetro

efetivo e tortuosidade diferente. A K_s é determinada pela geometria e continuidade dos poros preenchidos por água, tornando-se dependente, portanto da forma, arranjo, quantidade e continuidade dos poros no solo, tendo uma relação direta com a capacidade de transporte de solutos e substâncias químicas (MESQUITA; MORAES, 2004).

A condutividade hidráulica é uma das propriedades do solo que melhor indicam as diferenças estruturais nas diversas camadas que constituem o perfil (CORSINI, 1974). Em um perfil do solo ela varia de horizonte para horizonte, e dentro de cada horizonte, varia em função da umidade. De acordo com Oliveira et al. (2003), sua magnitude depende da distribuição, forma e tortuosidade dos poros, da superfície específica e da porosidade total.

Algumas propriedades físicas do solo, como a textura e a estrutura determinam o fluxo de água no perfil. Assim, Silva et al. (2005) enfatizam a importância da funcionalidade do sistema poroso do solo, englobando propriedades tais como: quantidade, tamanho, morfologia, continuidade e orientação dos poros. A quantidade e a proporção do tamanho de poros são fundamentais para que se tenha um equilíbrio entre a retenção e condução de água e as trocas gasosas (GRABLE; SIEMER, 1968).

Segundo Abreu (2000), os poros formados pela ação das raízes no solo são mais estáveis, pois a decomposição por microrganismos gera materiais que atuam como cimentantes nas paredes dos poros, proporcionando maior durabilidade, se comparados àqueles formados por implementos mecânicos. Isso pode ser visualizado em maior intensidade em áreas com vegetação perene como no caso dos campos nativos.

Os macroporos do solo são rapidamente drenados e representam a porosidade de aeração quando o teor de umidade estiver na capacidade de campo. O fluxo de ar ocorre de forma preferencial através dos macroporos grandes e contínuos (IVERSEN et al., 2003).

A porosidade de aeração representa a razão entre o volume de ar e o volume do solo, sendo, portanto, afetado pela umidade e pela compactação do solo (HILLEL, 1998). De acordo com Klein e Libardi (2002), a porosidade de aeração mínima a partir da qual as raízes da maioria das culturas podem se desenvolver deve ser ao redor de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. No processo de compactação do solo, ocorre aumento na densidade com redução, ou total desaparecimento dos poros grandes do solo.

A permeabilidade do ar não é apenas importante para aeração do solo, mas também é um indicador que revela as mudanças na eficiência e funcionalidade do sistema poroso, podendo ser influenciada pelo manejo adotado (STRECK, 2007).

A necessidade do uso racional dos recursos hídricos tem contribuído para a intensificação dos estudos da dinâmica da água no solo. Informações sobre a armazenagem e

distribuição da água no solo são essenciais, tanto do ponto de vista agrícola como das reservas de água na escala de vertente. Sua medida e determinação se realizam, geralmente, com atenção dirigida ao movimento da água dentro do solo. Além disso, a recarga de água no lençol freático é proveniente da água que infiltra no mesmo. Quando superada a capacidade de armazenamento da água no solo, o excesso drena e abastece os lençóis subsuperficiais.

Características que permitam a infiltração e a redistribuição da água no perfil são importantes para evitar o escoamento excessivo, que pode ocasionar perda de solo, nutrientes e pesticidas aplicados na superfície do solo. Ao mesmo tempo, o solo deve armazenar e disponibilizar a água para as plantas em crescimento.

A água é retida no solo devido a fenômenos de capilaridade e adsorção. A capilaridade atua na retenção de água dos solos na faixa úmida, quando os poros se apresentam razoavelmente cheios de água. Quando um solo se seca, os poros irão se esvaziando e as partículas sólidas são cobertas por um filme de água, nestas condições, o fenômeno de adsorção domina a retenção de água no solo. Muitos fatores afetam a retenção de água em um solo, sendo o principal a textura, pois ela determina a área de contato entre as partículas sólidas e a água e as proporções de poros de diferentes tamanhos, influenciando na presença de maior ou menor quantidade de cargas no solo para reter a água. Solos argilosos apresentam mais cargas que os arenosos, assim retêm maior teor de água. O tipo de argila também influencia, argilas 2:1 apresentam mais cargas e retêm a água com maior energia.

Outro fator que afeta a retenção de água no solo é a estrutura, pois ela determina o arranjo das partículas e a distribuição dos tamanhos dos poros, cujo diâmetro controla a energia de retenção da água e, conseqüentemente, a sucção necessária para seu esvaziamento, que aumenta na medida em que diminui o tamanho do poro (CAMARGO; ALLEONI, 2009). Solos com estrutura em blocos, para proporção de argila semelhante apresentam maior proporção de microporos que solos com estrutura granular e dessa forma retêm mais água.

O teor de matéria orgânica é outro fator que influencia bastante a retenção de água no solo. A matéria orgânica apresenta elevada capacidade de retenção de água. Solos com elevados teores de matéria orgânica, tendem a ter uma capacidade de retenção de água elevada. Solos compactados retêm água com mais energia e em menor quantidade de modo geral, que solos com estrutura natural.

A água é retida no solo em seus espaços porosos de diferentes diâmetros (macro e microporos), devido a forças de capilaridade e a cargas elétricas da superfície das partículas. Quando o solo está saturado, a maioria dos poros encontra-se cheios de água. Nesta condição, o movimento da água realiza-se facilmente devido à menor atração a que está submetida. Á

medida que o solo seca, primeiramente ocorre extração da água dos macroporos, e posteriormente dos microporos. Nos microporos a atração das moléculas de água pelas partículas do solo é mais elevada, havendo maior dificuldade de movimento. Esta força de atração é denominada de tensão do solo ou potencial matricial (FARIA; COSTA,1987).

Nos estudos de armazenamento, movimentação da água e ar no solo, é extremamente importante conhecer a distribuição dos tamanhos dos poros, pois a microporosidade é a principal responsável pela retenção da água, ficando a macroporosidade responsável pela movimentação da água e do ar.

Solos com textura grosseira têm maior proporção de macroporos, sendo bem drenados e arejados. Solos com textura fina, têm drenagem e aeração inferior aos arenosos, porém, a porosidade total é maior; no estado de saturação, contêm mais água que os de textura grosseira. Um solo sempre retém certa quantidade de água, não chegando a secar-se completamente. Por conseguinte, só parte dos poros é que se enchem ou se esvaziam com os movimentos da água no solo. A diferença entre o conteúdo de água no estado de saturação e a existente a uma dada pressão capilar, denomina-se espaço poroso drenável. O volume e a natureza da porosidade de um solo estão correlacionados com outras propriedades, como textura, estrutura, densidade do solo, umidade do solo, etc., influenciando direta ou indiretamente, na infiltração, permeabilidade ao ar e à água, temperatura retenção de água e no crescimento das plantas (KIEHL, 1979).

Os poros grandes têm papel importante na penetração de raízes, na difusão de gases e na redistribuição da água na matriz do solo. Quanto maior a densidade de macroporos, mais facilmente as raízes podem explorar o solo. Similarmente, quanto mais contínuos são os macroporos, mais livremente os gases podem realizar trocas com a atmosfera. Macroporos contínuos também têm efeito direto sobre a infiltração de água e o transporte de soluto no solo. O tamanho de aberturas dos poros é mais importante para o crescimento da planta do que a própria porosidade (SHIPITALO et al., 2000).

O conteúdo de água no solo tem uma importância crítica nos processos hidrológicos que ocorrem em diferentes escalas. Duas são as variáveis chaves na capacidade de retenção de água nos solos, o conteúdo hídrico (θ) e o potencial matricial (Ψ_m). Estas vêm sendo estudadas desde o início do século passado, por exemplo, em Richards (1931) e Schofield (1935).

A relação entre o conteúdo de água de solo (usualmente calculado sobre uma base volumétrica), e o potencial matricial (ou sucção matricial) é uma característica do solo referida como a curva de retenção de água no solo (SWRC), ou a curva característica de água

no solo. A curva de retenção de água no solo é fundamental para estudos físico-hídricos do solo e expressa a relação entre a umidade do solo e o potencial matricial ou a tensão da água no solo (REINERT; REICHERT, 2006).

Há uma preocupação da pesquisa em encontrar modelos de ajuste para as curvas de retenção de água em solos, uma vez que as curvas $\Psi_m(\theta)$ ou $\theta(\Psi_m)$ são levantadas experimentalmente, há necessidade de definir a melhor curva que se ajusta aos dados experimentais. A estimação da relação entre potencial matricial (Ψ_m) e umidade volumétrica (θ) poderá ser realizada ajustando os modelos de Brooks e Corey (1964) e de van Genuchten (1980) nas curvas características de umidade observadas.

O conhecimento da curva de retenção de água é essencial quando investigamos como “reações” da umidade do solo seguidas de mudanças no potencial matricial resultante de eventos tais como infiltração, evaporação e drenagem (RASSAM et al., 2003).

A umidade volumétrica (θ) de um solo pode ser estimada conhecendo-se o Ψ_m , isto é possível tendo-se a curva característica da água no solo, que é traçada no gráfico de Ψ_m em função de θ . Para altos teores de água nos quais fenômenos capilares são de importância na determinação do Ψ_m , a curva característica depende da geometria da amostra, isto é, do arranjo e das dimensões dos poros. Ela passa, então, a ser uma função da densidade do solo e da porosidade. Para baixos teores de água, o Ψ_m praticamente independe dos fatores geométricos, sendo a densidade do solo e a porosidade de pouca importância em sua determinação (REICHARDT; TIMM, 2004).

A sucção matricial é a diferença entre pressão do ar no poro e a pressão da água no poro. Se uma mudança ocorrer no conteúdo de umidade em qualquer ponto na massa do solo inicialmente em um estado de umidade em equilíbrio, a sucção matricial (ou a pressão negativa do poro) nos pontos que mudam (assumindo condições atmosféricas, pressão do ar no poro = zero).

Para a determinação do movimento da água e de solutos no solo e deste para as plantas o estado energético da água quando se encontra retida no solo é muito mais importante que a quantidade (LIBARDI, 2005).

A retenção de água é uma propriedade do solo, relacionada às forças superficiais que determinam o nível de energia da água do solo. Existem dois processos responsáveis pela retenção um deles ocorre nos microporos (capilaridade) e outro processo ocorre nas superfícies dos sólidos do solo como filmes presos a superfície, pela adsorção (LIBARDI, 2005). A curva de retenção de água do solo é afetada pela estrutura, num solo compacto haverá menor porosidade total e menor será o conteúdo de água da saturação, diminuindo

assim a redução inicial da curva, quando aplicado uma sucção. À medida que os potenciais decrescem, os fenômenos de adsorção se tornam mais atuantes e menos afetados pela distribuição do tamanho de poros. Para altos teores de conteúdo de água a curva de retenção depende da geometria e da distribuição dos poros. Já para teores baixos, a curva é praticamente independente do espaço poroso, passando a serem importantes os fenômenos de adsorção (GUERRA, 2000).

A água retida entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP) representa a quantidade de água que um solo pode fornecer às plantas em crescimento, e ela é influenciada pela textura, estrutura e conteúdo de matéria orgânica. Entre os vários fatores que afetam a retenção de água no solo, a granulometria é um dos mais importantes, pois determina a superfície de contato entre a água e as partículas sólidas (REICHARDT, 1990). Em solos argilosos a retenção de água é maior do que em solos arenosos (HUDSON, 1994) embora muita dessa água não seja extraível pelas raízes da planta (FIORIN et al., 1992).

Em potenciais mais elevados (>-10 kPa), a quantidade de água retida depende da porosidade, da estrutura e da densidade do solo. À medida que a umidade diminui, a adsorção de água tende a prevalecer e a quantidade de água retida passa a ser cada vez mais dependente de propriedades relacionadas com a superfície específica do solo, tais como: textura, conteúdo de matéria orgânica e mineralogia da fração argila (WILLIAMS et al. 1983). Os valores limitantes de condutividade hidráulica, associados a um potencial matricial ou a umidade seriam melhores indicadores da qualidade físico-hídrica de um solo (JONG VAN LIER, 2000), no entanto, poucos são os dados disponíveis para solos brasileiros que permitem a avaliação do grau de confiabilidade desses modelos.

A quantidade de água disponível (AD) no solo para as plantas é determinada por um grande número de fatores, incluindo a relação entre conteúdo e potencial da água no solo, resistência à penetração e efeitos da densidade sobre o crescimento radicular, profundidade do solo e do sistema radicular, e estratificação do perfil.

A AD é uma variável de grande importância na caracterização da necessidade de água e da eficiência na absorção de nutrientes pelas plantas. Esta têm sido representada pela quantidade de água existente no solo em potenciais compreendidos entre o limite superior da AD ou capacidade de campo (considerado entre -6 kPa e -33 kPa) e o limite inferior da AD ou ponto de murcha permanente (considerado como -1500 kPa) (ASSAD et al., 2001). Portanto, o conhecimento da AD é indispensável para o correto manejo da água e orientação de projetos de irrigação.

2.4 Estimativa de perdas de solo em uma vertente

O aumento da população mundial e a crescente demanda por alimentos têm levado cientistas a buscar o uso mais eficiente do solo, equacionando uma maior produção com menores perdas de solo. A planificação de uso do solo deve incorporar o tratamento da questão da erosão, incluindo principalmente a identificação dos fatores relacionados à atuação dos processos erosivos e a detecção de áreas mais suscetíveis à erosão (atual e potencial), com objetivo de regular as ações sobre as mesmas, buscando uma incidência mínima de uso, para evitar os prejuízos sobre as atividades humanas e sobre o meio ambiente (MAFRA, 1999).

Para estimar as perdas de solo existem vários modelos matemáticos, as incertezas estão relacionadas com a dificuldade destes estimarem de forma razoável a erosão produzida. A evolução dos modelos de predição da erosão começou com a Equação Universal de Perda de Solo (*Universal Soil Loss Equation* – USLE), desenvolvido por Meyer e Mannering em 1967, seguido por dois outros modelos empíricos desenvolvidos a partir dele, chamados de Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE) e a Equação Universal de Perda de Solo Modificada (MUSLE), cuja maior diferença está nos valores dos fatores e na metodologia como eles foram obtidos. Estes três modelos de erosão são aplicados em muitos países, devido a sua relativa simplicidade e pouca quantidade de entradas necessárias na comparação com outros modelos mais complexos.

A Equação Universal de Perdas de Solo Revisada (*Revised Universal Soil Loss Equation* - RUSLE) é amplamente utilizada para a predição de perda de solo por erosão hídrica (WISCHMEIR; SMITH, 1978). Os fatores que interferem nas perdas de solo são: o potencial erosivo da chuva; a suscetibilidade do solo à ação da chuva; a topografia do terreno; uso do solo; e as práticas conservacionistas. Para se estimar o comportamento da erosão é necessário que cada um desses fatores seja quantificado.

Os métodos tradicionais para o cálculo das perdas de solo por meio da RUSLE – equação universal de perdas de solo revisada - fornece como resultado a média de longo período para uma área considerada homogênea, não sendo possível discretizar minuciosamente a variabilidade espacial da perda de solo e das áreas fontes de sedimentos, principalmente em áreas de relevo complexo, como as bacias hidrográficas e vertentes. A determinação das perdas de solo em áreas de grande complexidade é um procedimento de difícil execução segundo os métodos tradicionais. Uma alternativa viável e eficiente é o

acoplamento da RUSLE com um programa de informações geográficas (SIG), permitindo a discretização da variabilidade da perda de solo em áreas de grande complexidade.

A utilização conjunta da RUSLE com um Sistema de Informações Geográficas permite discretizar espacialmente os fatores que determinam a perda de solo e, conseqüentemente, realizar o cálculo da RUSLE, independente da complexidade espacial dos fatores. Os sistemas de informação geográfica (SIG) são ferramentas versáteis e cada vez mais acessíveis (BURROUGH, 1986; MAGUIRE; GOODCHILD; HIND, 1991). Os SIGs permitem elaborar com rapidez mapas temáticos que têm a vantagem de ordenar dados com relativamente pouco trabalho, permitindo uma visão geral das relações solo-relevo.

A erosão hídrica pode ser considerada como um processo dissipativo que ocorre em três etapas: a remoção das partículas, o seu transporte e finalmente a deposição. Merten e Minella (2004), afirmam que os impactos causados pela erosão hídrica ocorrem devido a perda da capacidade produtiva dos solos no local onde ela ocorre e o assoreamento dos rios e lagos nos locais onde as partículas desagregadas se depositam. Mais recentemente, os impactos da erosão hídrica também têm sido identificados como causadores da poluição da água devido aos poluentes (nutrientes e químicos) que se adsorvem aos sedimentos provenientes de áreas agrícolas e urbanas.

Os solos possuem diferentes vulnerabilidades à erosão, a qual depende diretamente de características como a textura, a estrutura, a consistência, conteúdo de matéria orgânica, desenvolvimento do perfil de solo. A textura é uma das importantes, devido à estreita relação com as propriedades de coesão do solo, estabilidade de agregados, assim como a permeabilidade. O domínio das frações areia fina e silte, por exemplo, favorece uma maior erodibilidade, enquanto elevados percentuais de areia grossa permitem uma maior permeabilidade e, portanto menor erodibilidade (MAFRA, 1999).

Esse estudo procura salientar, também, o cálculo do fator topográfico, pois este é o fator de maior limitação para a extrapolação da RUSLE para áreas maiores e de relevo complexo. Como alternativa ao fator topográfico tradicional foi usado o algoritmo proposto por Wilson e Gallant (1996), que incorpora os efeitos da forma das vertentes, bem como a declividade e o comprimento da rampa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de estudo

O estudo foi desenvolvido nos anos de 2008 e 2009, em uma vertente com base no sistema pedológico presente em uma topossequência de solos localizada em uma unidade de produção agropecuária, que possui como principal atividade a produção de leite, no município de Santa Maria, RS, 8,5 km de distância do Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), na região fisiográfica da Depressão Central do RS. A área está situada aproximadamente a 100 m de altitude. A região caracteriza-se pela ocorrência de precipitação pluvial anual de 1500 mm, distribuídas ao longo de todos os meses do ano, sendo o clima enquadrado na zona Cfa, segundo a classificação de Köppen (NIMER, 1989), com médias anuais de temperatura de 19,3°C (Figura 4).

A Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul corresponde à borda da bacia sedimentar do Paraná, constituída por sedimentos depositados pelos diferentes agentes ao longo de várias épocas geológicas. Ocorre o predomínio de material sedimentar das formações Rosário do Sul e Santa Maria, e sua extensão é de 54.000 km² de superfície (BRASIL, 1973). O relevo é caracterizado por grandes planícies aluviais e coxilhas sedimentares com declínios médios (CASSOL, et al.; 2008).

As áreas escolhidas da unidade de produção agropecuária para realização do estudo foram as de pastagem. A vegetação das áreas é composta pastagem anual, com aveia (*Avena strigosa* Scheb.) no inverno e milho (*Pennisetum americanum* (L) no verão, por pousop, pastagem perene e campo nativo. Sendo mais degradada no terço superior da topossequência - composta por pastagem anual em sistema convencional de cultivo - e de melhor qualidade na parte inferior - sob cultivo perene, apresentando qualidade mediana na parte intermediária. A área é representativa de pastagem degradada pelo sobrepastejo, principalmente nos segmentos interflúvio, ombro e encosta (porção superior e intermediária). Todas as áreas estão submetidas ao pastejo contínuo dos animais durante o ano todo.

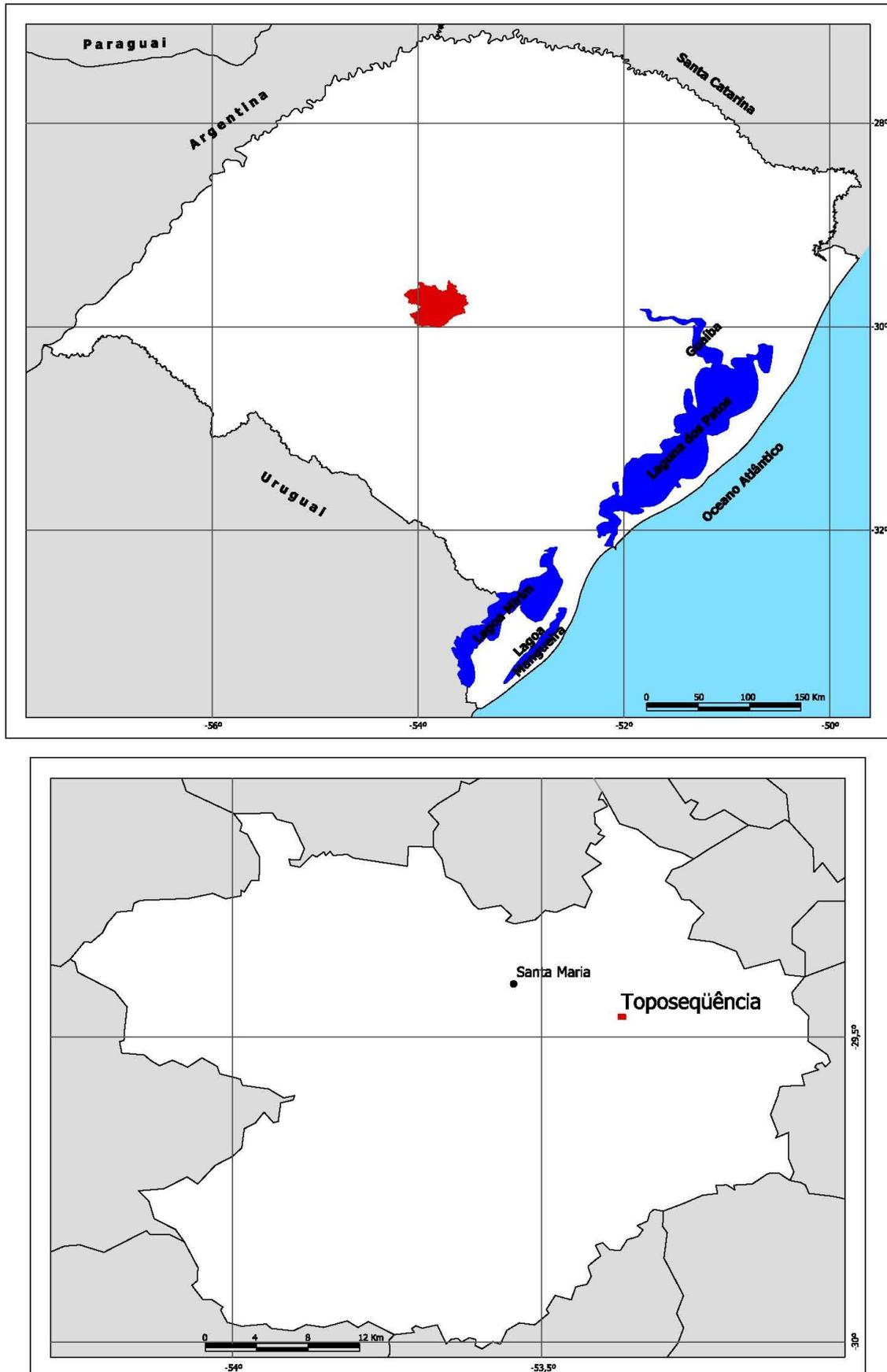


FIGURA 4 - Localização do município de Santa Maria/RS e da área de estudo.

3.2 Escolha da topossequência e obtenção dos dados

Tendo como objetivo principal do estudo a caracterização do comportamento físico-hídrico do sistema pedológico presente na topossequência de solos e suas relações com a retenção, disponibilidade de água do solo para as plantas e perdas de solos da vertente, fazia-se necessário encontrar uma área na qual o fluxo de água não fosse interrompido e/ou com a menor interrupção possível, e ainda que tivessem a maior variação de solo. Após várias tentativas no campus da UFSM e também em áreas próximas – localizou a área onde foi realizado o estudo. A área escolhida foi uma topossequência, com comprimento de, aproximadamente, 215 m desde o divisor de água até o talvegue, e aproximadamente, 30 m de largura. Na vertente escolhida identificou a existência de dois terraços na parte superior da topossequência (ombro e meia encosta).

Iniciou-se o trabalho no mês de fevereiro de 2008 e finalizou em maio de 2009.

3.3 Roteiro metodológico

O estudo foi desenvolvido em etapas sucessivas e concomitantes. As etapas são descritas a seguir:

Etapa 1: Seleção da topossequência de solos da Depressão Central do RS

Um dos critérios de escolha das trincheiras a serem abertas em uma topossequência de solos foi a ocorrência do maior número de solos representativos de uma topossequência típica da Depressão Central do RS (Argissolo Vermelho; Argissolo Bruno-Acinzentado; Plintossolo Argilúvico; Planossolo Háptico e Gleissolo Háptico), considerando tanto os solos que ocorrem nas partes mais altas do relevo, nas encostas e nas partes mais baixas (Várzea). Outro critério foi à variação dos teores de argila no conjunto dos horizontes do perfil e entre os perfis de solo e a profundidade do início do horizonte Bt, associado com a posição ocupada na paisagem o que pode resultar em comportamentos diferenciados em relação a condutividade

hidráulica do solo saturada e permeabilidade ao ar, retenção e disponibilidade de água do solo às plantas e maior ou menor potencial de perda de solos.

Inicialmente, utilizou-se do método de tradagem, cujo objetivo foi de reconhecer as principais variações verticais dos solos ao longo de uma vertente. Foram escolhidos 57 pontos, de um total de 97 pontos se fossem tradados de dois em dois metros, conforme proposta inicial, em uma pendente de aproximadamente 215 metros. A sequência de tradagens obedeceu a um método sistemático de observação, de forma que todas as transições fossem localizadas de maneira precisa e foi realizada no período de janeiro a fevereiro de 2008, visando melhor definir o número de trincheiras a ser abertas para o estudo (Figura 5). Nos 57 perfis escolhidos foi feito a delimitação dos principais horizontes, descrevendo seus limites e anotando suas profundidades, cor e também se coletou amostras de solo nos diferentes horizontes para posterior análise física (Apêndice A).

Após realização das análises texturais foram escolhidos 13 perfis (Tabela 1). Destes, selecionou-se três perfis para avaliar o comportamento físico-hídrico nos segmentos de um dos terraços – neste sentido foi aberta uma trincheira (perfil) no canal, outra no camalhão do terraço e também na jusante do mesmo.



FIGURA 5 – Localizações e descrição morfológica dos perfis através do método de tradagem em uma vertente da Depressão Central do Rio Grande do Sul

TABELA 1 – Distância das tradagens para a descrição morfológica dos perfis de solo, utilizando-se o método de tradagem.

Perfis – Método de tradagem	Distância entre os perfis recompostos através de tradagens sucessivas (m)
Tradagem 1 a 30	de 2 em 2 metros
Tradagem 30 a 34	4 metros
Tradagem 37 a 45	de 3 em 3 metros
Tradagem 46 a 50	de 1 em 1 metro
Tradagem 50 a 73	de 3 em 3 metros
Tradagem 73 a 75	de 1 em 1 metro
Tradagem 75 a 97	de 3 em 3 metros

Foram abertas treze trincheiras de 2 a 2,5 m de profundidade, ao longo da topossequência para identificação e classificação das classes de solo encontrada e/ou variação de uma mesma classe em termos de espessura de horizontes, procedendo à descrição morfológica de acordo com Lemos; Santos (1996, 2002) e Santos et al. (2005), conforme apresentado no apêndice B. As trincheiras para caracterização física, química e morfológica e classificação dos perfis 13 (T97) ao 6 (T38) foram abertas com retroescavadeira, as demais foram abertas manualmente, para posteriormente efetuar coletas de amostras, com a finalidade de determinar as propriedades físico-hídricas da vertente. Na Figura 6 é apresentado a topossequência com a distribuição dos treze perfis selecionados para o estudo. A área de estudo representa uma unidade típica de escoamento superficial e produção de sedimentos pela erosão hídrica.

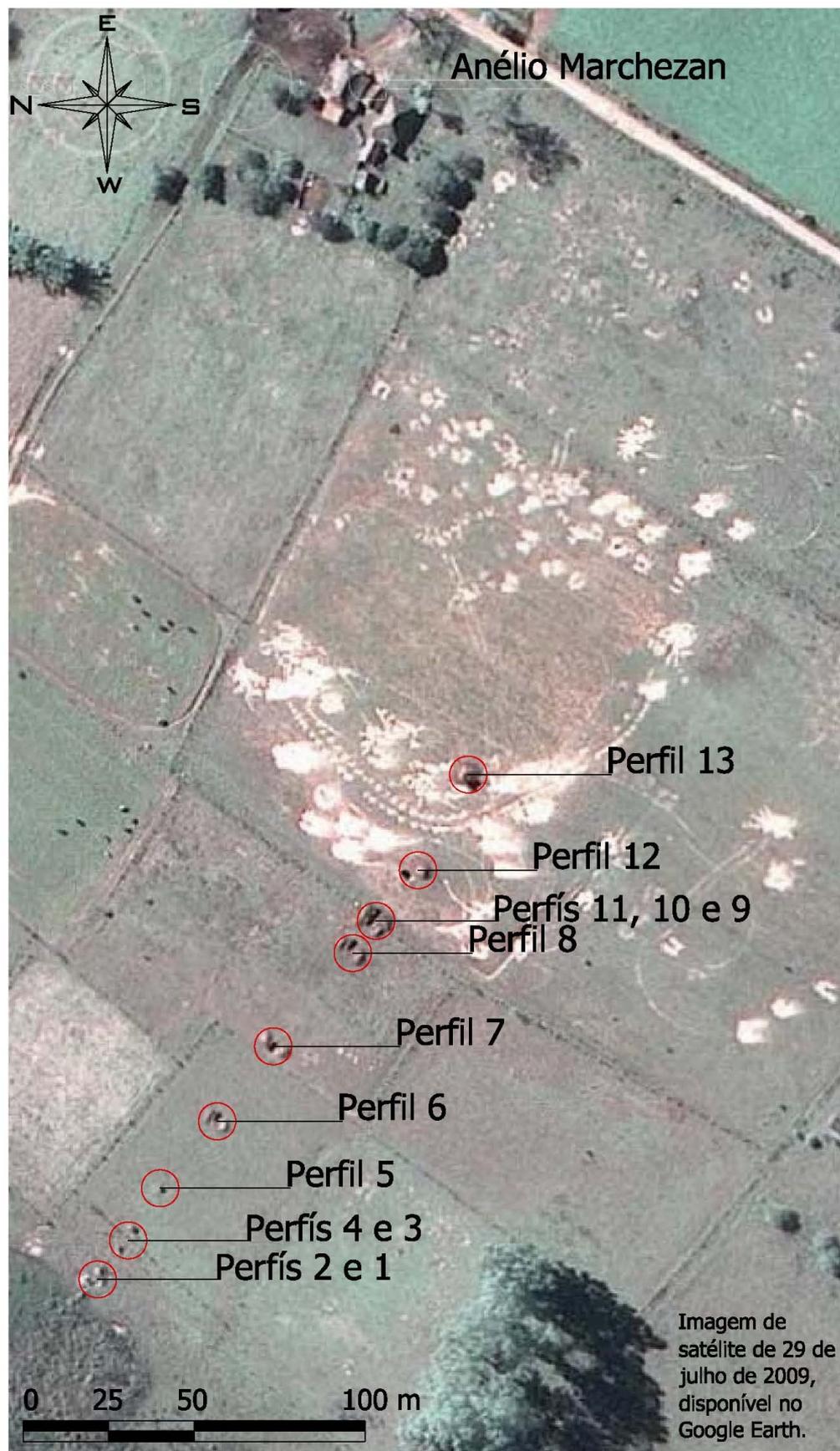


FIGURA 6 - Localização dos perfis na topossequência de solos, Santa Maria/RS

Etapa 2: Caracterização do uso do solo e práticas conservacionistas

O levantamento de uso e manejo do solo foi realizado diretamente no campo. A área possui pastagem em toda sua extensão. Essa é mais degradada no terço superior da topossequência – composta por pastagem anual em sistema convencional de cultivo – e de melhor qualidade na parte inferior – sob cultivo perene. Na parte intermediária constituiu-se de uma área em pousio.

As práticas conservacionistas são representadas somente por dois pequenos terraços, localizados no ombro e na meia encosta.

Etapa 3: Levantamento topográfico da área

Após a escolha da área, foi efetuado o levantamento topográfico detalhado da área, pelo método de irradiação, limitando-se lateralmente a mesma pelos divisores de água. O critério da declividade foi utilizado para definir os segmentos da vertente (interflúvio, ombro, encosta, pedimento e caracterização de um terraço) e se possível estabelecer zonas e/ou unidades de comportamento hídrico similares, considerando ambos os critérios (solos, uso e manejo e segmento ocupado na vertente) e o estabelecimento de uma malha de amostragem que possa ser representativa da variabilidade das propriedades do solo. Mesmo que se consiga separar em unidades de comportamento hídrico similares, estas unidades apresentarão variação tanto nos atributos morfológicos, bem como em suas propriedades químicas e físico-hídricas.

Etapa 4: Definição das dimensões espaciais da área de estudo para a caracterização morfológica, físico-hídrica e estimativa das perdas de solo.

A área de domínio do estudo compreende as seguintes formas básicas de declive, relacionadas com a retenção de água e a distribuição dos solos na paisagem: interflúvio, ombro, encosta e pedimento. Iniciando-se no pedimento (perfis 1 (T1), 2 (T6) e 3 (T11)); encosta (perfis - 4 (T15), 5 (T23), 6 (T38), 7 (50) e 8 (T68); ombro (perfis - 9 (T73), 10 (T74) e 11 (T73) e interflúvio (perfis - 12 (T81) e 13 (T97), os quais estão localizados da jusante a montante da topossequência em ordem crescente (Figura 6 e Tabela 2). Para o estudo do comportamento físico-hídrico e estimativa das perdas de solo a área foi considerada como um contínuo, ou seja, a topossequência de solos como um todo.

TABELA 2 – Relação entre os perfis descritos pelo método da tradagem com os perfis selecionados para a caracterização físico-hídrica, a altitude, posição na paisagem, uso e manejo do solo.

Tradagem	Perfil	Altitude (m)	Posição na paisagem	Uso do solo	Manejo do solo
T1	P1	79	Pedimento	Pastagem perene	Sem preparo
T6	P2	82	Pedimento	Pastagem perene	Sem preparo
T11	P3	83	Pedimento	Pastagem perene	Sem preparo
T15	P4	85	Encosta	Pastagem perene	Sem preparo
T23	P5	86	Encosta	Pastagem perene	Sem preparo
T38	P6	87	Encosta	Pastagem perene	Sem preparo
T50	P7	91	Encosta	Pousio	Sem preparo
T68	P8	94	Encosta	Pastagem perene	Sem preparo
T73	P9	95	Ombro	Pousio	Sem preparo
T74	P10	95	Ombro	Pousio	Sem preparo
T75	P11	95	Ombro	Aveia-milheto	Convencional
T81	P12	96	Interflúvio	Aveia-milheto	Convencional
T97	P13	99	Interflúvio	Aveia-milheto	Convencional

Etapa 5: Caracterização morfológica e química e da composição granulométrica dos treze perfis selecionados na topossequência de solos

Na topossequência foram descritos treze perfis para caracterização dos solos. Para tanto, foi feito um transecto, iniciando-se pela várzea em direção ao interflúvio.

Os treze perfis foram descritos e coletados, de acordo com as normas e definições constantes em Santos et al. (2005). Foram definidos os horizontes diagnósticos identificados no campo e coletadas amostras para as determinações químicas e físicas em laboratório e, posteriormente classificados os solos de acordo como Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Os perfis de solo foram georreferenciadas.

As características observadas em cada horizonte dos perfis de solo ao longo da topossequência foram: espessura, cor, conforme a escala Munsell (1954), textura, estrutura, consistência, cerosidade, distribuição de raízes e a transição entre os diferentes horizontes. Observou-se ainda o ambiente onde estão localizados os solos, em relação aos seguintes aspectos: relevo, drenagem, vegetação, geologia, pedregosidade, rochosidade, erosão, uso atual e clima (Apêndice B).

Nos perfis selecionados, coletou-se amostras com estrutura deformada, posteriormente secas ao ar e peneiradas em malha de 2 mm (TFSA) para realização das determinações físicas

e químicas. As coletas de amostras nas trincheiras foram realizadas de baixo para cima, para evitar que os materiais dos horizontes sobrejacentes entrassem em contato os horizontes inferiores. As determinações físicas compreenderam: análises granulométricas e argila dispersa em água.

As análises granulométricas consistiram da quantificação do teor de areia (2,0-0,05 mm), silte (0,05-0,002 mm) e argila (<0,002 mm) pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997). O teor de areia total foi composto pela soma dos teores de areia grossa (2,0-0,2mm) e areia fina (0,2-0,05 mm). O processo de dispersão das amostras foi modificado em relação ao proposto pela (EMBRAPA, 1997). A dispersão das amostras de solo com estrutura alterada foi realizada por meio de agitação horizontal com 120 rpm durante 4 horas, utilizando vidros de 100 ml contendo 20g de solo, 10 ml de NaOH 6% (dispersante químico), 50 ml de água destilada e duas esferas de *nylon* com peso de 3,04 g, diâmetro de 1,71 cm e densidade de $1,11\text{ g cm}^{-3}$ (Suzuki et al., 2004 a, b). A densidade de partículas (D_p) do solo foi determinada pelo método alternativo (GUBIANI et al, 2006).

As determinações químicas do solo foram: pH em água; complexo sortivo: acidez potencial por acetato de Ca $0,5\text{ mol L}^{-1}$ a pH 7,0; P extraível com Mehlich-1 por colorimetria. Os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} foram determinados por espectrometria de absorção atômica, após extração com cloreto de potássio (KCl) $1,0\text{ mol L}^{-1}$. O K^+ trocável foi extraído com solução de ácido clorídrico (HCl) $0,05\text{ mol L}^{-1}$ + ácido sulfúrico (H_2SO_4), $0,025\text{ mol L}^{-1}$ e seu teor determinado por fotometria de chama. O Al^{3+} trocável foi extraído com solução KCl $1,0\text{ mol L}^{-1}$ e titulado com NaOH $0,025\text{ mol L}^{-1}$. Essas análises seguem a metodologia preconizada por Tedesco et al. (1995). A partir dos resultados analíticos de algumas dessas determinações, foram calculados: soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca de cátions (CTC pH 7,0), saturação da CTC pH 7,0 (V) e saturação da CTC efetiva por alumínio. As análises foram realizadas, no laboratório de Análises de Solos, da UNIJUI – Ijuí. A coleta de amostras de solos para análises químicas foi realizada nos 13 perfis de solo, no conjunto de horizontes descritos em cada um dos perfis.

O teor de carbono orgânico no solo foi determinado em amostras de solo com diâmetro menor que 2,0 mm pelo método da combustão úmida descrita em Embrapa (1999) e modificada por Rheinheimer et al. (2008). A metodologia consiste na redução do dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$) por compostos de C orgânico e subsequente determinação do dicromato não reduzido por titulação de oxirredução com Fe^{2+} , que nesse caso foi o sulfato ferroso amoniacal $[\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$. As análises foram realizadas, no laboratório de Análise Química, da UFSM – Santa Maria.

Caracterização física dos perfis de solos

Foi realizada nos 13 perfis de solo para os horizontes de cada um dos perfis. Foram coletadas amostras deformadas (500gramas) nos locais definidos para realização das análises de textura e para a estimativa do teor de água retido no potencial matricial, de aproximadamente 1500 kPa, utilizando-se de um psicrômetro (WP4) e densidade de partícula.

Etapa 6: Classificação dos perfis de solo da topossequência

A classificação dos solos foi realizada de acordo como Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) e a classificação regional, segundo Brasil (1973) e Streck et al. (2008).

Etapa 7: Caracterização e determinação das propriedades físico-hídricas dos perfis de solo selecionados

Foram coletadas amostras de solos com estrutura preservada nos 13 perfis de solo em todos os horizontes e em três orientações de amostragem de solo (vertical, horizontal e inclinada - ângulo de 45°), em cilindros metálicos com 0,057 m de diâmetro e 0,04 m de altura, coletadas na parte central de cada horizonte, com três repetições para cada orientação de amostragem, para determinação da curva de retenção de água (CRA), densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), macroporosidade (Mac) e microporosidade (Mic), distribuição do tamanho de poros (DTP), permeabilidade do solo ao ar (Ka). O número de amostras coletadas por perfil é variável em função do número de horizontes presentes em cada perfil.

As coleta das amostras no campo foi realizada em quatro momentos, iniciando-se no mês de abril e finalizando no mês de maio de 2008, devido à limitação de materiais de trabalho, exceto perfil 1, que se encontrava com o lençol freático a pouca profundidade da superfície do solo, não permitindo a coleta. Após várias tentativas na expectativa de um melhor período para a sua caracterização, a coleta foi realizada no dia 07 do mês de março de 2009. A primeira coleta foi realizada no perfil P4 (11 de abril); e a segunda coleta P13 (25 de abril); a terceira coleta nos perfis P11, P10, P09, P08 (01 de maio) e a quarta coleta no perfil P7 (08 de maio) de 2008.

Em laboratório, as amostras foram preparadas retirando-se cuidadosamente o excesso de solo da face superior e inferior dos cilindros metálicos. Para evitar perdas de solo durante o processo de saturação e manuseio das amostras, vedou-se a parte inferior com tecido permeável à água.

Para as determinações da densidade do solo, das porosidades (total, macro e microporosidade, distribuição do tamanho de poros), permeabilidade ao ar nas tensões de 1, 6, 10, 33 e 100 kPa, no laboratório as amostras foram saturadas, pesadas e submetidas às tensões de 1, 6 e 10 kPa em coluna de areia (REINERT; REICHERT, 2006) e às tensões de 33 e 100 kPa em Câmara de Richards, para quantificar a distribuição de poros pela equação fundamental da capilaridade.

A retenção de umidade nas tensões de 500 e 1500 kPa (ponto de murcha permanente, PMP) foi medida pela técnica da psicrometria, com a utilização do aparelho WP4 (dew point potentiometer)- potenciômetro de ponto de Orvalho (DECAGON, 2000), conforme Klein et al. (2006). Foram utilizadas em torno de seis repetições, com ampla faixa de umidade, para a construção de uma curva (potencial matricial VS umidade volumétrica), da qual foram extraídos os valores estimados de umidade volumétrica nas tensões de 500 e 1500 kPa.

O modelo de van Genuchten (van GENUCHTEN, 1980) foi ajustado aos dados de tensão e umidade, utilizando o software SWRC (DOURADO-NETO et al.; 2000), de acordo com a equação:

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha\psi)^n\right]^m} \quad (1)$$

Em que: θ é a umidade volumétrica ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); θ_r é a umidade residual ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); θ_s é a umidade de saturação ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); ψ é o potencial matricial (kPa); α , n , m são coeficientes de ajuste.

A partir das curvas de retenção foi estimada a umidade na CC, para uma tensão de 10 kPa, e a umidade no PMP, a 1500 kPa. A quantidade de água disponível foi representada pela diferença de umidade entre as tensões de 10 kPa e 1500 kPa, considerados como o limite superior e inferior, respectivamente, de disponibilidade de água à maioria das plantas.

A distribuição de diâmetros dos poros (DDP) foi obtida a partir das curvas de retenção de água no solo (CRA), conforme Fernandes et al. (1983). Foram determinados poros com $\phi \geq 297\mu\text{m}$, obtidos pela diferença entre porosidade total e a umidade volumétrica do solo no

potencial -1kPa; poros com $297 < \phi \leq 50\text{mm}$, determinados pela diferença entre as umidades volumétricas de -1kPa e -6 kPa; poros com $50 < \phi \leq 30\text{mm}$, obtidos a partir da diferença entre as umidades volumétricas de -6 kPa e -33 kPa; poros entre $30 < \phi \leq 9\text{mm}$, obtidos a partir da diferença entre as umidades volumétricas de -33 kPa e -100 kPa; poros entre $9 < \phi \leq 3\text{mm}$, obtidos a partir da diferença entre as umidades volumétricas de 100 kPa e do solo seco (resultados apresentados no apêndice E)

A condutividade ao ar (k_1) foi feita juntamente com a curva característica de água no solo, em três orientações de amostragem (vertical, horizontal e inclinada), com três repetições por orientação de amostragem por horizonte, em amostras de solos coletadas em cilindros com 0,057 m de diâmetro e 0,04 m com volume de 0,000263 m³ nos treze perfis.

Após o equilíbrio em cada tensão, mediu-se o fluxo de ar nas amostras, utilizando-se um permeâmetro de carga constante de ar (HORN et al., 2004). O equipamento é composto por uma série de fluxímetros com diferentes vazões, por onde o ar flui antes de passar pelo solo (VOSSBRINK, 2004). O ar é aplicado à pressão constante e baixa (0,1 kPa), para evitar o fluxo turbulento. O gradiente de pressão entre o ambiente e o ar que flui pela amostra é medido por um manômetro de água. A condutividade do solo ao ar (k_1) foi medida concomitantemente à determinação da umidade do solo nas tensões de 1, 6, 10, 33 e 100 kPa, utilizando-se um permeâmetro de ar (HORN; VOSSBRINK.; BECKER, 2004).

Posteriormente, as amostras foram secas em estufa a 105°C até peso constante para determinar a densidade do solo.

O método foi descrito por Peth (2004), e a classificação da permeabilidade ao ar foi feita conforme Kmoch e Hanus (1965).

O equipamento é composto por quatro setores:

- ✓ O ar comprimido que chega a 15 bar, é rebaixado a uma pressão menor através da válvula principal de regulagem de fluxo;
- ✓ O fluxo de ar é regulado por uma válvula de precisão, o que torna possível a medida do ar que passa pelos fluxímetros, os quais vão de uma escala de 0,1 L min⁻¹ até 10 L min⁻¹;
- ✓ Após o ar passa pela amostra e com isso se faz a leitura no respectivo fluxímetro;
- ✓ Diretamente é medida a diferença de pressão entre o ambiente e do fluxo de ar do equipamento, a qual é medida através de um manômetro.

Com a quantidade de ar medida que passa pela amostra após é realizado o cálculo da condutividade ao ar através da seguinte equação:

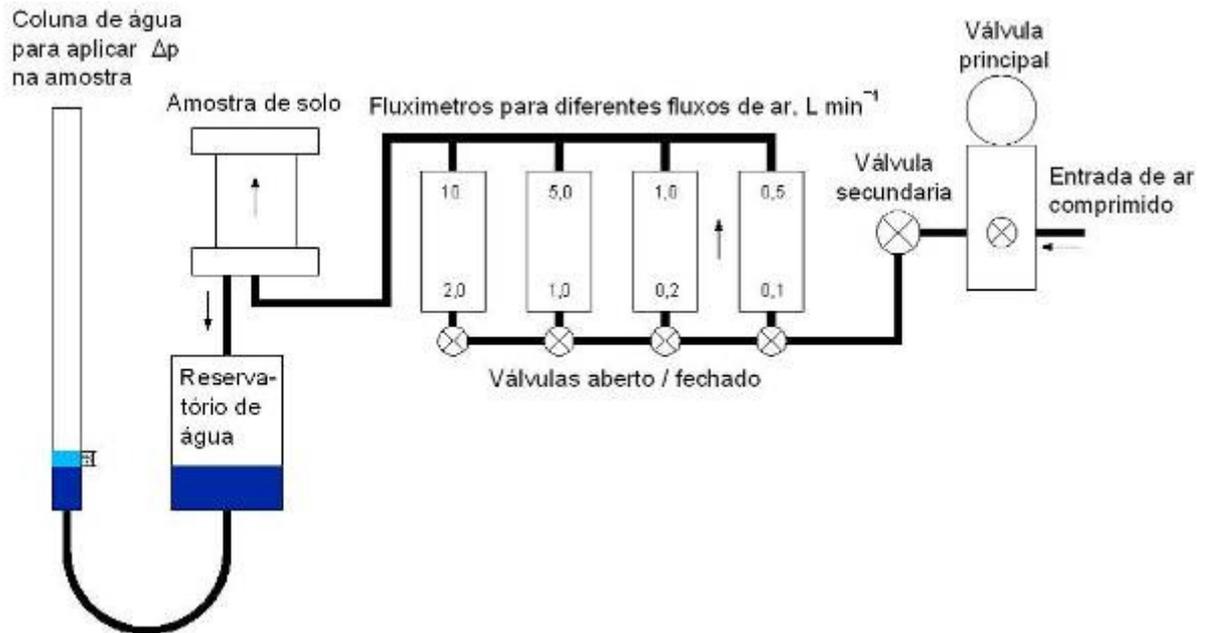


FIGURA 7 - Equipamento utilizado nas medidas de condutividade do solo ao ar em amostras com estrutura preservada.

Fonte: VOSSBRINK (2004). Adaptado por Brandt (2009).

$$k_l = \rho_l \times g \times \frac{\Delta V \times l}{\Delta t \times \Delta p \times A} \quad (2)$$

Onde

k_l = condutividade ao ar do solo, cm s^{-1} ;

ρ_l = densidade do ar na hora da medição, kg m^{-3} ;

g = aceleração da gravidade, $9,81 \text{ m s}^{-2}$;

ΔV = quantidade de ar que passa pela amostra no Δt , m^3 ;

Δt = variação do tempo, s

l = altura da amostra, m;

Δp = pressão do ar que passa pela amostra, cm;

A = área do cilindro, m^2 .

Como a densidade do ar e a pressão atmosférica são dependentes da temperatura do ar, a densidade do ar será corrigida para cada medição através da seguinte equação:

$$\rho_l = \rho_n \times \left(\frac{T_n}{\rho_n} \times \frac{p}{T} \right) \quad (3)$$

Onde:

ρ_l = densidade do ar, kg m⁻³;

ρ_n = densidade do ar, kg m⁻³; sob condição padrão, 1013 mbar, 273,15 °K;

p = pressão atmosférica durante a medição, mbar;

T = temperatura ambiente durante a medição, °C.

Após a obtenção da condutividade do ar foi calculada a permeabilidade ao ar através da seguinte equação:

$$k_a = k_l \times \frac{\eta}{\rho_l \times g} \quad (4)$$

Onde:

k_a = permeabilidade ao ar, μm^2 ;

k_l = condutividade ao ar do solo, cm s⁻¹;

η = viscosidade do ar, g s⁻¹ cm⁻¹;

ρ_l = densidade do ar, kg m⁻³;

g = aceleração da gravidade, 9,81 m s⁻².

Para determinação da condutividade hidráulica do solo saturado (Ks) foi feita uma coleta específica de amostras de solos com estrutura preservada em todos os horizontes dos perfis da topossequência, com três repetições por orientação de amostragem (horizontal, inclinada e vertical) na parte central de cada horizonte, conforme Figura 8.

Na determinação da Ks foi utilizado um permeâmetro de carga decrescente, conforme descrito em (HARTGE; HORN,1992). As amostras foram colocadas numa bacia com o fundo coberto de tela e saturadas por ascensão capilar. Depois de completamente saturadas foram cobertas por uma lâmina de água de altura pré-definida. Na sequência foi encaixada a cápsula do permeâmetro sobre a amostra e inflado o anel de vedação de borracha colocado na parte interna da cápsula, vedando a cápsula em contato com a parede do cilindro da amostra. Para cada amostra foram realizadas três leituras e a tomada de dados foi realizada por meio do

programa computacional KSAT (GUBIANI et al., 2008), o qual utiliza a equação proposta (Hillel, 1998):

$$K_s = 2,3 \frac{aL}{A\Delta t} (\log H_n - \log H_{n+1}) \quad (5)$$

Onde:

K_s = condutividade hidráulica do solo saturado (cm h^{-1})

a = área de seção transversal do tubo contendo a coluna de água (cm^2)

A = área de seção transversal da amostra de solo (cm^2)

L = comprimento da amostra de solo (cm)

Δt = intervalo de tempo de deslocamento da coluna (h)

H_n = carga hidráulica inicial (cm)

H_{n+1} = carga hidráulica final (cm).



FIGURA 8 – Coleta de amostras para determinação de condutividade hidráulica nas três orientações de amostragem

Após as determinações da K_s , as amostras foram secas em estufa a 105°C até peso constante para determinar a densidade do solo (D_s).

3.4 Aplicação da equação universal de perdas de solo revisada (RUSLE) combinada a um sistema geográfico de informações (SIG) para estimativa de perdas de solo da vertente em estudo.

Os dados necessários para o cálculo da perda de solo pela Equação Universal de Perda de Solo foram obtidos por meio de avaliações no campo do uso e manejo do solo, levantamento topográfico detalhado, obtenção de dados climáticos da região e análises químicas e físicas de solo, realizadas no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Todos os perfis da topossequência foram georreferenciados e organizados em um sistema de informações geográficas (Arc View 3.2), permitindo assim a espacialização das informações necessárias para a aplicação da RUSLE, por meio de álgebra de matrizes. O procedimento de cálculo é feito pela equação, abaixo:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (6)$$

Onde:

A = perda do solo por erosão hídrica, em ($t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);

R = fator erosividade da chuva ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ hora}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);

K = fator erodibilidade do solo ($t \text{ h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$);

L = fator comprimento da rampa (adimensional);

S = fator grau do declive (adimensional);

C = fator uso e manejo do solo (adimensional);

P = fator práticas conservacionistas (adimensional).

O cálculo da RUSLE foi realizado através do uso de SIG (sistema de informações geográficas) com o software Arc View 3.2, e considerando as variáveis acima citadas. Os dados de campo incluem uma alta discretização do fator erodibilidade na topossequência, já que mesmo dentro de uma mesma vertente os solos podem apresentar diferentes vulnerabilidades à erosão, a qual depende diretamente de características como a textura, a estrutura, a consistência, conteúdo de matéria orgânica, desenvolvimento do perfil de solo (MAFRA, 1999).

Para cada fator foi gerado um mapa baseado na informação básica disponível (clima,

solos, relevo e uso) e calculado utilizando as equações específicas para cada fator e que são descritas a seguir. Os mapas têm discretização de 0,25 m² e células de 0,7 por 0,7 m.

3.4.1 Fator R – Erosividade da chuva

A erosividade da chuva é definida como a capacidade da chuva em causar a erosão devido ao impacto da gota da chuva sobre o solo e formação da enxurrada. O fator R é calculado por meio de um estudo detalhado das características das precipitações ao longo do ano da intensidade e energia cinética (índice EI₃₀). Para a área de estudo foi utilizado os resultados obtidos por Cogo et al. (2006). No referido estudo foram analisadas 1324 chuvas de 1963 a 2000, obtendo-se erosividade média anual de 8551 MJ mm ha⁻¹h⁻¹.

3.4.2 Fator K – Erodibilidade do solo

O fator K foi obtido após descrição e classificação dos solos da topossequência. A determinação do fator K foi de forma indireta, por meio das equações de Roloff e Denardin (1994). Para os Argissolos utilizou-se a equação adaptada para “solos com B textural”, e para os Gleissolos a equação para “outros solos profundos (> 1m)”, sendo elas:

$$K_t = 0.0917g^{0.5} - 0.0526f + 0.0176h \text{ (Solos com B textural)} \quad (7)$$

$$K_p = 0.1038g^{0.5} - 0.0454d \text{ (Outros solos profundos - >1 m)} \quad (8)$$

Onde:

d = teor de Al₂O₃ extraído por ácido sulfúrico (g g⁻¹)

f = teor de Fe₂O₃ extraído por ácido sulfúrico (g g⁻¹)

g = silte (silte + h) (silte em g g⁻¹)

h = teor de areia fina 0,2-0,05 mm (g g⁻¹)

Os teores de Fe₂O₃ e Al₂O₃ foram obtidos dos valores apresentados em Brasil (1973).

3.4.3 Fator LS – Topográfico

O fator topográfico LS foi calculado a partir do modelo numérico do terreno. Para isso usou-se o aplicativo *Terrain Analysis* do programa *ArcView*. Além do fator topográfico e comprimento de rampa, esta metodologia permite calcular a forma das vertentes no plano (divergente, convergente e retilínea) e no perfil (convexa, côncava e retilínea). O método utilizado foi o proposto por Wilson e Gallant (1996), que incorpora os efeitos da declividade e do comprimento de rampa, bem como a forma das vertentes.

3.4.4 Fator CP – Preparo e cobertura do solo e práticas conservacionistas

O levantamento de uso e manejo do solo foi realizado diretamente no campo. Utilizou-se armação de 1 m² para avaliação da cobertura do solo. A área possui pastagem em toda sua extensão. Essa é mais degradada no terço superior da toposequência - composta por pastagem anual em sistema convencional de cultivo - e de melhor qualidade na parte inferior - sob cultivo perene. Na parte intermediária, a pastagem possui qualidade mediana, conforme Figura 9.

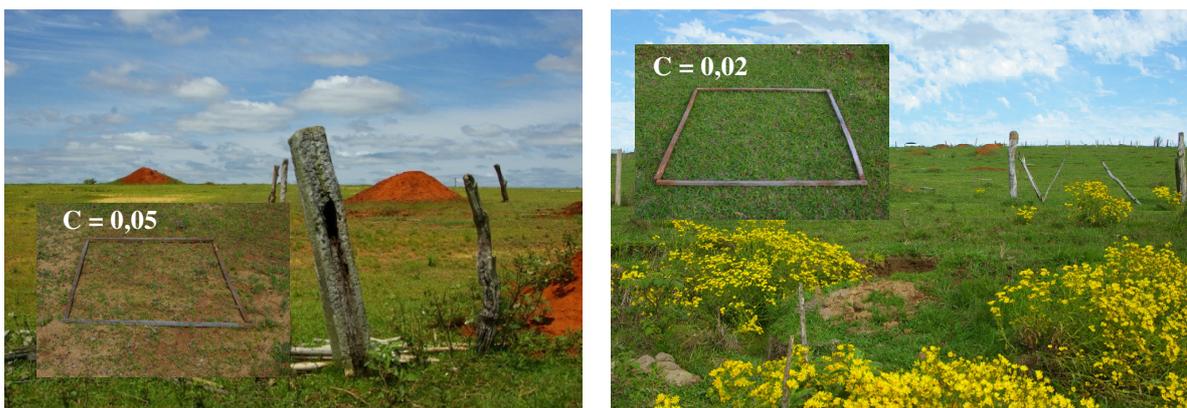


FIGURA 9 - Cobertura do solo na área experimental, C=0,05 no interflúvio (pastagem cultivada), ombro e encosta superior e intermediária (pousio), C=0,02 na encosta inferior e pedimento (pastagem perene).

Fonte: Fotos de Paulo Ernesto Scortegagna

Para avaliação do fator P comparou-se as práticas de conservação da área com a parcela padrão de estudos de perda de solo, onde o plantio é realizado morro abaixo sem práticas conservacionistas. As práticas conservacionistas são representadas somente por dois pequenos terraços.

3.5 Análise estatística

Na análise estatística foi utilizado o programa Statistical Analysis System (SAS Institute, 1997), onde foi feita a análise de variância (dados não apresentados) com o objetivo de verificar o efeito principal e de interação entre os fatores de tratamento (presença ou ausência). Confirmada a existência de interação tripla entre perfil, horizontes e orientações, efetuou-se o teste de comparação de médias para decompor as interações, por Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk (SAS Institute, 1990), e visualizada em histogramas. As variáveis com distribuição não-normal foram transformadas para atender ao pressuposto estatístico de normalidade. Os valores de condutividade hidráulica do solo saturado e de permeabilidade ao ar passaram por transformação logarítmica para seguir a distribuição normal.

Também realizou-se uma análise correlação de Pearson entre K_s com os demais atributos avaliados (densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, areia total, areia grossa, areia fina, silte, argila, carbono orgânico total e matéria orgânica).

A correlação da umidade na capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP) e água disponível (AD) com as frações granulométricas e densidade foi avaliada pela correlação linear de Pearson, somente para os perfis 4, 7 e 13.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização e classificação dos solos de uma topossequência da Depressão Central do RS

Na topossequência, os solos foram classificados de acordo com Embrapa (2006), como Argissolo Vermelho Distrófico nos perfis 13 (T97); 12 (T81); 11 (T75); 10 (T74); 9 (T73); 8 (T68); 7 (T50); 6 (T38); 5 (T23) e 4 (T15) e como Gleissolo Háptico os perfis 3 (T11); 2 (T6) e 1 (T1), conforme descrição morfológica, análises físicas e químicas (Apêndice B). Para exemplificar a distribuição dos solos na paisagem, são apresentadas as imagens de dos perfis (Figuras 10 a 20).

A topossequência é bastante homogênea, em termos de classes de solos, uma vez que do perfil 4 ao 13, são solos pertencentes à classe de Argissolos, conforme classificação acima, predominando solos profundos e bem drenados, ocorrendo variações na espessura dos horizontes Ap e A1, no interflúvio (perfis 13 e 12); no ombro (perfis 11 ao 9) e na encosta (perfis 8 ao 4), enquanto no pedimento encontra-se a classe dos Gleissolos, com drenagem imperfeita em profundidade (perfis 3 a 1), mantendo o lençol freático próximo a superfície durante a maioria dos meses do ano, dificultando a descrição dos horizontes subsuperficiais.

4.1.1 Atributos morfológicos e físicos

Os perfis de solo apresentaram variações em relação às classes texturais nos diferentes horizontes, como pode ser observado no apêndice B. As características morfológicas do solo são de grande importância, pois informam-nos sobre a história da formação desses solos, podendo assim manejar melhor os mesmos. Desta forma, ao apresentar coloração vermelha os perfis 4 a 13 nos indicam boa condição de drenagem, fator importante para a disponibilidade de água para as plantas. As cores acinzentadas, azuladas, esverdeadas ou oliváceas indicam que o ferro no solo está na forma bivalente devido ao ambiente redutor, pois os solos com restrição de drenagem apresentam mosqueamento ou cor variegada. Enquanto que a cor

escura deve-se à contribuição da matéria orgânica, que é mais elevada nos horizontes superficiais.

No perfil 4, os horizontes Bt1 e Bt2 apresentaram nódulos de material argiloso e areia grossa. Presença de mosqueados nos horizontes BA (5 YR 4/1); Bt1 (5 YR 4/1) e Bt2 (5 YR 4/1 abundante, pequena).

As diferentes proporções de argila, silte e areia são agrupadas em classes texturais e representadas no triângulo de classificação textural. As classes texturais dos perfis 13 a 1 estão de acordo com o triângulo americano modificado (LEMOS; SANTOS, 2002), a partir dos resultados da análise granulométrica (apêndice B). As oito classes texturais encontradas considerando o conjunto dos perfis na topossequência, apresentam uma sequência gradual desde partículas de areia, as quais possuem textura grosseira e fácil manejo, à partículas de argila, que possuem textura muito fina e são mais dificilmente manejadas. O horizonte A1 do perfil 1 (pedimento), foi único enquadrado como arenoso. Os demais horizontes dos perfis presentes na topossequência, são considerados solos de textura média, nos horizontes superficiais e nos de transição, exceto no perfil 12, no horizonte A1 e nos perfis 8 e 9 nos horizontes de transição AB e BA e nos perfis 10 e 11, no horizonte BA– textura argilosa. Os horizontes Bt1 e Bt2, apresentam solos de textura argilosa, exceto no horizonte Bt1 do perfil 4 que apresentou textura média bem como os horizontes Cg1 e Cg2.

A estrutura refere-se ao arranjo das partículas de argila, silte e areia, as quais, normalmente estão reunidas, formando agregados, separados por superfície de “fraqueza”. Quanto ao tipo de estrutura do solo presentes nos diferentes horizontes de cada perfil, não há grandes variações é do tipo blocos subangulares, variando de pequena a média, moderada, nos perfis 13 a 6, com exceção dos perfis 5, 4 e 3 que apresentam estrutura do tipo em blocos angulares e subangulares (Apêndice B).

A consistência do solo ocorre em função das forças de adesão e coesão, que variam com o grau de umidade do solo. A densidade média das partículas variou de 2,5 a 2,6 kg dm⁻³ nos diferentes horizontes dos perfis, indicando solos com predomínio de material inorgânico, o que corrobora com os baixíssimos teores de C orgânico presente na topossequência de solos (Apêndice B).

A relação silte/argila serve como base para avaliar o estágio de intemperismo presente em solos de regiões tropicais. É empregada em solos de textura franco arenosa ou mais fina. Indica baixos teores de silte e, portanto, alto grau de intemperismo, quando apresenta, na maior parte do horizonte B, valor inferior a 0,7, nos solos de textura média ou inferior a 0,6, nos solos de textura argilosa ou muito argilosa (EMBRAPA, 2006). A partir da observação dos valores

da relação silte/argila, nos horizontes AB, BA, Bt1 e Bt2 dos perfis de Argissolos, com valores abaixo de 0,7 índice considerado para solos com elevado teor de argila, com alto grau de intemperismo. Os horizontes Bt1 e Bt2 dos perfis de Argissolo apresentaram maior teor de argila, associado à maior saturação por alumínio, confirmando assim um alto intemperismo com base na acidez encontrada nesses horizontes (Apêndice B).



FIGURA 10 – Perfil 13 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico
Fotos: Paulo Ernesto Scortegagna



FIGURA 11 – Perfil 12 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico
Fotos: Paulo Ernesto Scortegagna



FIGURA 12 – Perfil 11 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico
Fotos: Paulo Ernesto Scortegagna



FIGURA 13 – Perfil 11 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.
Fotos: Paulo Ernesto Scortegagna



FIGURA 14 – Perfil 09 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.
Fotos: Paulo Ernesto Scortegagna



FIGURA 15 – Perfil 08 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.
Fotos: Paulo Ernesto Scortegagna



FIGURA 16 – Perfil 07 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.
Fotos: Paulo Ernesto Scortegagna



FIGURA 17 – Perfil 06 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.
Fotos: Paulo Ernesto Scortegagna



FIGURA 18 – Perfil 5 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.

Fotos: Paulo Ernesto Scortegagna



FIGURA 19 – Perfil 4 e paisagem de ARGISSOLO VERMELHO Distrófico.

Fotos: Douglas Rodrigo Kaiser



FIGURA 20 – Perfil 3 de GLEISSOLO HÁPLICO.
Fotos: Fabrício de Araújo Pedon



FIGURA 21 – Perfil 1 e 2 de GLEISSOLO HÁPLICO.

Os horizontes Ap de todos os perfis possuem alta densidade do solo, diminuindo em profundidade nos demais, conseqüentemente, menores valores de porosidade, devido a compressão externa efetuada pelo pisoteio animal. Ressalta-se, que no perfil 13, além deste efeito, acrescenta-se o da ação de máquinas agrícolas por ocasião da implantação das culturas de inverno e verão. Portanto, a porosidade total e a densidade do solo apresentaram comportamento inverso, mostrando assim uma situação de compactação nos horizontes superficiais dos perfis. Isso pode ser explicado pela textura arenosa e pelo manejo que as áreas têm sido submetidas nos últimos anos, dessa forma, ter favorecido a este processo de degradação devido à gradagem e ao pisoteio dos animais no local. Os valores de densidade encontrados nos horizontes superficiais estão próximos de ser limitante para o crescimento e desenvolvimento das plantas em solos arenosos (REICHERT et al. 2003; REICHERT et al., 2004; REICHERT et al., 2007; REICHERT et al., 2009).

4.1.2 Atributos químicos

Os teores de carbono orgânico total do solo (COT) são muito baixos em todos os perfis e horizontes. Esperar-se-ia que nos perfis 6 a 1, um maior conteúdo de matéria orgânica, em função que a área se encontra com pastagem perene e nativa e sem mobilização do solo, acrescido ao fato que as gramíneas incorporam mais material orgânico ao solo do que as florestas. O COT decresceu em profundidade nos perfis de solos. Este tipo de comportamento do carbono orgânico foi o mesmo encontrado por Canellas et al. (2000).

O maior teor de COT entre todos os perfis e horizontes foi na superfície (Ap) do perfil 5, ou seja, 15,8 gCOT dm⁻³ (Apêndice B). O perfil 5 apresentou maiores valores de carbono quando comparados aos demais. Isso pode ser atribuído ao efeito do manejo fornecido nesta posição da topossequência. Uma maior quantidade de resíduos vegetais decorrentes da pastagem, associado ao manejo sem mobilização do solo nos últimos anos e a própria localização do perfil que está próximo a várzea, podem ter favorecido este maior teor de COT.

Na maioria dos perfis de solo observa-se uma maior saturação por alumínio no horizonte B em relação ao horizonte A, exceto nos perfis 7, 5 e 4. Os valores da CTC pH 7,0 aumentaram dos horizontes Ap até AB ou Bt1, dependendo do perfil, diminuindo a partir do BA ou Bt1. Exceto no perfil 5, onde ocorre diminuição até o horizonte AB, aumentando a partir do BA, no perfil 3, diminui até o horizonte Cg1, e no perfil 2 até o A1. De uma maneira

geral, os perfis apresentaram alta acidez, baixa fertilidade e alta saturação por alumínio nos perfis 3 e 1, podendo conferir, limitações ao uso agrícola devido a toxicidade provocada pelo alumínio às raízes, o que concorda com Streck et al. (2008), em relação aos atributos presentes nos Argissolos.

Em relação aos perfis 1 e 2, localizados no pedimento próximo a várzea é importante ressaltar que em função do lençol freático muito próximo da superfície, dificultou a caracterização morfológica e a coleta de amostras para análise química e física do solo, recorrendo-se desta forma as informações morfológicas obtidas por ocasião da reconstituição dos mesmos pelo método de tradagem, que permite dizer que os Gleissolos classificados são profundos; pois nos perfis 1 e 2, conseguiu-se caracterizar até as profundidades de 134⁺ cm e 123⁺ cm, respectivamente (Apêndice A).

A caracterização morfológica dos perfis de solo da topossequência, evidenciaram o domínio de solos profundos e bem drenados, com a existência de impedimento de drenagem no horizonte Bt em profundidade no terço superior e no médio da vertente, enquanto, no terço inferior, os solos apresentaram sérias limitações pela presença de lençol freático elevado durante grande parte do ano, produzindo forte limitação de uso.

Foram caracterizadas morfológicamente, química e fisicamente e classificadas duas classes de solos, os Argissolos e os Gleissolos.

Os Argissolos compreendem, depois dos Latossolos, a ordem mais extensa de solos brasileiros, sendo, por isso de especial importância no Brasil. Estes variaram nos atributos morfológicos, espessura do horizonte Ap e A, bem como, no início da profundidade do horizonte B e na composição granulométrica. Além de apresentarem limitações químicas, devido à baixa fertilidade do solo e físicas, decorrentes da textura média nos horizontes superficiais, onde há uma rápida infiltração, que diminui no horizonte B textural devido a sua menor permeabilidade. Consequentemente, a saturação com água nos horizontes superficiais será alcançada tanto mais rapidamente quanto menor for à espessura dos horizontes A, exemplificando, perfis 4 a 7 e 1 a 13, dando início ao escoamento superficial da água.

Todos os horizontes superficiais (Ap, A1 e A2) e de transição AB e BA dos perfis dos Argissolos apresentaram textura média, exceto o hor. A1 do perfil 12, hor. AB e BA do perfil 8 e 9 e os hor. BA dos perfis 10 e 11. Os horizontes subsuperficiais Bt1 e Bt2, textura argilosa, exceto o hor. Bt1 do perfil 4 – textura média.

Para melhoria destes solos, há necessidade de investimentos em corretivos, fertilizantes e sistemas de manejos conservacionistas para alcançar rendimentos satisfatórios, seja em áreas de pastagem nativa e/ou cultivada e lavoura.

O Gleissolos apresentaram sérias limitações impostas pela presença de lençol freático a pouca profundidade. Se constitui em solos de baixa fertilidade, alta saturação de alumínio e baixa saturação de bases.

O estudo e levantamento de topossequências, bem como a caracterização de solos, podem ser um auxílio quando desejamos recuperar áreas degradadas, ou então manter o ambiente sustentável, pois permite um conhecimento das variações de uma mesma classe de solo em pequenas distâncias.

4.2 Caracterização do comportamento físico-hídrico do sistema pedológico Argissolo-Gleissolo de uma vertente

4.2.1 Condutividade hidráulica do solo saturado dependente da direção de amostragem em diferentes segmentos de uma vertente

No sistema pedológico Argissolo-Gleissolo, comparando-se a condutividade hidráulica em função da orientação de amostragem: vertical (V); horizontal (H) e inclinada (I) em cada perfil para um mesmo horizonte, verifica-se que houve diferença significativa no perfil 1 (pedimento) somente para o horizonte Bg, no qual a orientação vertical se diferenciou das orientações horizontal e inclinada. No perfil 4 (encosta porção inferior), houve variação no horizonte BA, no qual a orientação horizontal diferenciou-se da inclinada e vertical. No perfil 7 (encosta porção intermediária), não houve diferença significativa para as diferentes orientações para todos os horizontes. No perfil 8 (encosta porção superior), somente houve diferença para o horizonte AB, onde a orientação vertical se diferenciou da horizontal e da inclinada (Tabelas 3 a 6 e Apêndices F, I e J).

No perfil 13 (interflúvio), a Ks apresentou variação entre as diferentes orientações de coleta dos cilindros, somente no horizonte AB, no qual a orientação horizontal, apresentou o valor de 85,80 mm h⁻¹ diferindo-se das inclinada e vertical, com valores de 3,19 e 1,77 mm h⁻¹ respectivamente (Tabela 7). Ocorrendo uma mudança na qual passa a ser o sentido horizontal o preferencial para o fluxo de água no solo.

Comparando-se a variação da condutividade hidráulica para os diferentes horizontes do mesmo perfil para uma mesma orientação. No perfil 1, somente houve diferença para a

orientação vertical, onde o horizonte Bg se diferiu do A1. No perfil 4, não houve diferença significativa para os diferentes horizontes para as orientações horizontal, inclinada e vertical. Já para o perfil 7 (encosta porção intermediária), houve diferença significativa para todos os horizontes em cada orientação. Na orientação horizontal, os horizontes Ap e AB, se diferiram dos horizontes BA, Bt1 e Bt2. Na inclinada o A1, se diferiu dos horizontes Ap, BA, Bt1 e Bt2 e na vertical o Bt1 se diferenciou do Bt2. No perfil 8 (encosta porção superior), não houve diferença para os horizontes nas três orientações (Tabelas 3 a 6 e Apêndices F, I e J).

No perfil 13 (interflúvio), a Ks apresentou variação nas orientações horizontal e inclinada. Na orientação horizontal, o AB se diferiu do A1 e este do Ap, BA, Bt1 e Bt2. Na orientação inclinada, o Ap se diferenciou dos demais horizontes (Tabela 7).

De modo geral os horizontes BA, Bt1 e Bt2, apresentam os menores valores de Ks, constituindo-se em um impedimento à drenagem da água, estando diretamente relacionado com o maior teor de argila destes horizontes.

Na região compreendida entre os horizontes AB e Bt1 nota-se que o fluxo de água no solo processa-se preferencialmente na orientação horizontal. Porém, ao analisarmos os valores de porosidade não observamos a mesma resposta, pois em alguns horizontes não encontramos maiores valores de porosidade total, macroporosidade ou microporosidade. Nesses horizontes quando a orientação de coleta foi horizontal, portanto, a maior condutividade encontrada pode ser atribuída à geometria e continuidade dos poros. Assim sendo, o sentido horizontal mesmo apresentando, em alguns casos, menor porosidade é capaz de promover elevado fluxo de água nos horizontes.

Ainda no horizonte Ap (P13), a orientação inclinada apresentou-se como forma preferencial do fluxo da água nesse horizonte, associada à elevada microporosidade e reduzida macroporosidade em relação às demais orientações de coleta. Isso concorda com o observado por Bouma (1982) o qual relata que pequenos poros podem conduzir mais quando são poros contínuos, enquanto poros maiores em uma dada seção podem não contribuir para o fluxo quando apresentam descontinuidade no solo. Assim, a classificação por tamanho não reflete o importante padrão de continuidade dos poros no solo, podendo-se inferir erroneamente conclusões sobre a condutividade hidráulica quando considerada isoladamente.

Na classe de solos Argissolos, para o perfil 4, os fluxos hídricos predominantes nos horizontes Ap e Bt2 é a orientação inclinada, para o horizonte A1 e Bt2 é a orientação vertical e para o horizonte BA, a orientação horizontal. Já para o perfil 7, para o horizonte Ap é horizontal, para os horizontes A1 e Bt2 é inclinada e nos horizontes AB, BA e Bt1 é vertical. No perfil 8 no horizonte Ap, AB é horizontal, para os horizontes A1, A2 e Bt1 é inclinada e

para os horizontes AB, BA e Bt2 é vertical e no perfil 13, no horizonte Ap é inclinada, A1 é vertical e AB, BA, Bt1 e Bt2 é horizontal, conforme Tabelas 4 a 7. A caracterização do comportamento físico-hídrico da vertente revelou padrões contrastantes, por exemplo, no interflúvio em termos de direção predominante dos fluxos hídricos nos horizontes Ap – inclinado – A1 – vertical e nos demais – AB, BA, Bt1 e Bt2 – horizontal, com redução drástica nos valores de Ks no horizonte BA e com um leve aumento nos horizontes Bt1 e Bt2.

Na cobertura Gleissólica, no horizonte A1 há predomínio do fluxo hídrico horizontal e nos horizontes A2 é inclinada e o Bg é vertical. No horizonte A2, os maiores valores de Ks é verificado na orientação inclinada $318, 2 \text{ mm h}^{-1}$ (Tabela 3). De acordo com Hall e Olson (1991), o movimento lateral e/ou vertical de água no perfil é causa significativa da variabilidade em muitos solos.

O perfil 8, apresenta os menores valores de Ks a partir do horizonte A2 até o Bt2 na orientação horizontal, o que está diretamente relacionado com a textura do solo, uma vez que os horizontes de transição e subsuperficiais enquadram-se na classe argilosa, vinculado a posição ocupada no segmento da vertente, o que favorece a formação de pipes (Tabela 6). No segmento da encosta porção superior e meia encosta foram encontrados pipes nos perfis 7 e 8. No caso do perfil 8, a formação de pipes de maior diâmetro, possivelmente decorrente da formação de lençol suspenso já nos horizontes de transição.

Quando há uma grande variação dos valores da Ks para um mesmo horizonte em função da orientação de amostragem, distinguindo-se das demais orientações é provável que além da influência da textura do solo, estrutura do solo e do segmento que ocupa na vertente, pode estar vinculado a atividade das raízes e atividade biológica como se trata de áreas com pastagem, principalmente nas áreas de pastagem perene e campo nativo.

De maneira geral, os horizontes Ap e A1 dos perfis de Argissolo, apresentaram valores de densidade do solo mais altos comparativamente com os demais horizontes, caracterizando um processo de compactação no horizonte superficial devido ao pisoteio dos animais, quando relacionado com o teor de argila desses horizontes. De acordo com Reichert et al (2003), os valores de densidade encontrados estão próximos de ser limitante para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Observa-se que, nos demais horizontes, a densidade do solo não apresentou grandes diferenças entre as direções de amostragem.

No horizonte Ap, onde encontramos uma maior densidade do solo devido à compactação imposta pelo pisoteio animal, observamos conjuntamente os menores valores de porosidade total independente da orientação de amostragem e o predomínio da microporosidade. Nos horizontes A1 e A2 e/ou AB, os valores de macroporosidade são

maiores que no Ap, aproximando-se dos valores de microporosidade, tendendo a uma situação de equilíbrio. Nos demais horizontes a microporosidade é predominante. No caso específico do perfil 13, tal fato pode ser atribuído também a ação da gradagem realizada no plantio da cultura da aveia e do milho.

TABELA 3 – Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 01 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.

Perfil 01 (Pedimento) - GLEISSOLO HÁPLICO			
Horizontes	Orientações		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Porosidade total ($m^3 m^{-3}$)			
A1	0,45 aA	0,39 aB	0,46 aA
A2	0,44 bA	0,47 aA	0,42 cA
Bg	0,47 aA	0,47 aA	0,45 aA
Macroporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
A1	0,09 aB	0,05 bB	0,05 bC
A2	0,14 aA	0,14 aA	0,15 aA
Bg	0,17 aA	0,13 bA	0,10 bB
Microporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
A1	0,36 aA	0,34 aA	0,41 aA
A2	0,30 abA	0,32 aA	0,27 bB
Bg	0,30 aA	0,34 aA	0,35 aA
Condutividade hidráulica do solo saturado ($mm h^{-1}$)			
A1	62,91 aA	33,3 aA	47,57 aB
A2	-	318,2 aA	124,01 aAB
Bg	69,55 bA	81,8 bA	210,45 aA
Log K_s ($mm h^{-1}$)			
A1	4,01 aA	3,18 aA	3,45 aB
A2	-	5,18 aA	4,58 aAB
Bg	3,74 bA	4,37 abA	5,34 aA
Densidade do solo - fluxo ($Mg m^{-3}$)			
A1	1,33 bA	1,60 aA	1,51 aA
A2	-	1,45 aB	1,54 aA
Bg	1,43 aA	1,43 aB	1,38 aB

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Letras maiúsculas, na coluna, compara médias para a mesma orientação em diferentes horizontes do perfil. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha ou de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

Nos horizontes Bt1 e Bt2 dos perfis de solo distribuídos na paisagem, encontramos os menores valores de K_s corroborando com Barreto et al., (2001) que encontrou baixas condutividades em solos com elevado teor de argila. Back et al. (1990) destaca ainda que a condutividade hidráulica depende da textura, do arranjo das partículas (estrutura), da dispersão das partículas finas, da densidade e da massa sólida. Mesquita e Moraes (2004) acrescentam ainda a mineralogia e a profundidade como fatores que influenciam a K_s . Tal fato é elucidado pela discrepância de valores existentes entre os horizontes Bt1 e Bt2 que

apresentaram baixos valores de K_s , independentemente da orientação da coleta dos cilindros em relação aos horizontes suprajacentes. A presença de elevados teores de argila nos horizontes modifica suas características estruturais, indicando outro componente que pode atuar indiretamente na variabilidade (Tabela 3 e 9).

TABELA 4 – Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 04 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.

Perfil 04 (Encosta porção inferior) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico			
Horizontes	Orientações		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Porosidade total ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0.47 aA	0.41 aA	0.39 aB
A1	0.38 aB	0.34 aAB	0.38 aB
BA	0.40 aAB	0.38 aAb	0.44 aA
Bt1	0.46 aA	0,33 bB	0,30 bC
Bt2	0,33 bB	0,33 bB	0.41 aAB
Macroporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0.12 aA	0,05 bB	0,09 abAB
A1	0.12 aA	0.06 a AB	0.10 a AB
BA	0.12 aA	0.11 a AB	0.13 a AB
Bt1	0.17 aA	0,11 abA	0,06 bB
Bt2	0.11 aA	0.09 a AB	0.17 a A
Microporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0.35 aA	0.36 aA	0.30 bA
A1	0.26 aB	0.28 aB	0.28 aA
BA	0,28 bB	0,28 bB	0.31 aA
Bt1	0.29 aB	0,22 bC	0,24 bA
Bt2	0.22 aC	0.24 aC	0.25 aA
Condutividade hidráulica do solo saturado ($mm h^{-1}$)			
Ap	110.42 aA	156.77 aA	44.71 aA
A1	5.25 aA	7.12 a A	20.39 aA
BA	14.73 aA	6.53 bA	5.82 bAa
Bt1	6.39 aA	66.53 aA	75.60 a A
Bt2	45.53 aA	112.97 aA	46.12 a A
Log K_s ($mm h^{-1}$)			
Ap	4,62 aA	3.71 aA	3,41 aAB
A1	1,53 aB	2.02 aA	3,06 aAB
BA	2,76 aAB	2,02 bA	1,92 bA
Bt1	2,00 aB	4.21 aA	4,26 aA
Bt2	3,73 aAB	4.34 aA	3,76 aAB
Densidade do solo - fluxo ($Mg m^{-3}$)			
Ap	1,43 aD	1,45 aB	1.63 aA
A1	1,68 aAB	1,69 aA	1.64 a A
BA	1,75 aA	1.69 aA	1.55 aA
Bt1	1,54 aCD	1,57 aAB	1.65 aA
Bt2	1,59 aBC	1,60 aAB	1,46 aA

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Letras maiúsculas, na coluna, compara médias para a mesma orientação em diferentes horizontes do perfil. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha ou de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

TABELA 5 – Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 07 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.

Perfil 07 (meia encosta) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico			
Horizontes	Orientações		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Porosidade total ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,35 aB	0,39 aA	0,35 aD
A1	0,40 bAB	0,42 aA	0,35 cD
AB	0,43 aA	0,45 aA	0,44 aB
BA	0,41 aAB	0,43 aA	0,43 aBC
Bt1	0,40 aAB	0,45 aA	0,48 aA
Bt2	0,42 bAB	0,44 aA	0,42 bC
Macroporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,12 aAB	0,13 aB	0,13 aB
A1	0,20 bA	0,22 aA	0,13 cB
AB	0,23 aA	0,23 aA	0,20 aA
BA	0,11 aB	0,12 aB	0,11 aB
Bt1	0,16 aA	0,13 aB	0,11 aB
Bt2	0,06 aA	0,07 aB	0,05 aC
Microporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,23 aC	0,26 aBCD	0,23 aC
A1	0,20 bC	0,20 bD	0,22 aC
AB	0,20 bC	0,22 abCD	0,24 aC
BA	0,31 aB	0,32 aABC	0,32 aB
Bt1	0,38 aA	0,33 aAB	0,37 aA
Bt2	0,36 aA	0,37 aA	0,37 aA
Condutividade hidráulica do solo saturado ($mm h^{-1}$)			
Ap	63,91 aA	30,52 aB	44,7 aAB
A1	39,38 aAB	110,05 aA	96 aAB
AB	77,26 aA	68,45 aAB	171,7 aAB
BA	2,73 aB	32,05 aB	66,4 aAB
Bt1	4,31 aB	2,13 aB	264,2 aA
Bt2	2,09 aB	4,43 aB	1,9 aB
Log K_s ($mm h^{-1}$)			
Ap	3,98 aA	3,44 aA	3,62 aA
A1	3,59 aA	4,57 aA	4,54 aA
AB	4,36 bA	4,22 bA	5,07 aA
BA	1,31 aB	2,86 aAB	3,30 aA
Bt1	0,99 bB	1,13 bB	5,28 aA
Bt2	1,12 aB	1,25 aB	0,99 aB
Densidade do solo - fluxo ($Mg m^{-3}$)			
Ap	1,62 aA	1,64 aA	1,65 aA
A1	1,55 aAB	1,51 aB	1,47 aB
AB	1,44 aBC	1,49 aB	1,44 aB
BA	1,50 aB	1,36 bC	1,48 aB
Bt1	1,35 aC	1,36 aC	1,35 aC
Bt2	1,44 aBC	1,40 aC	1,38 aBC

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Letras maiúsculas, na coluna, compara médias para a mesma orientação em diferentes horizontes do perfil. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha ou de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

TABELA 6 – Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 08 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.

Perfil 08 (Encosta porção superior) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico			
Horizontes	Orientações		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Porosidade total ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,35 aB	0,33 aC	0,36 aC
A1	0,40 bAB	0,42 abB	0,44 aB
A2	0,45 aA	0,45 aAB	0,46 aAB
AB	0,44 aA	0,46 aA	0,44 aB
BA	0,43 aA	0,44 aAB	0,44 aB
Bt1	-	0,44 aAB	0,51 aA
Bt2	0,42 aAB	0,42 aB	0,43 aB
Macroporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,13 aB	0,09 aB	0,09 aC
A1	0,17 aAB	0,21 aA	0,22 aA
A2	0,17 aAB	0,17 aA	0,16 aABC
AB	0,20 aA	0,05 bB	0,09 bC
BA	0,07 aC	0,08 aB	0,08 aC
Bt1	-	0,06 aB	0,19 aAB
Bt2	0,07 aC	0,08 aB	0,11 aBC
Microporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,22 aB	0,24 aDE	0,27 aC
A1	0,23 aB	0,21 aE	0,22 aD
A2	0,27 aB	0,29 aCD	0,29 aBC
AB	0,24 cB	0,41 aA	0,35 bA
BA	0,37 aA	0,36 aAB	0,36 aA
Bt1	-	0,38 aAB	0,32 aAb
Bt2	0,35 aA	0,34 aBC	0,33 aAB
Condutividade hidráulica do solo saturado ($mm h^{-1}$)			
Ap	163,94 aA	6,6 aA	77,97 aA
A1	11,21 aA	194,1 aA	3,30 aA
A2	0,86 aA	10,5 aA	9,96 aA
AB	0,80 bA	3,1 bA	14,59 aA
BA	0,20 aA	0,9 aA	25,50 aA
Bt1	0,81 aA	3,4 aA	0,43 aA
Bt2	0,06 aA	0,2 aA	1,38 aAB
Log K_s ($mm h^{-1}$)			
Ap	3,91 aA	2,03 aAB	3,17 aA
A1	2,50 aA	3,32 aA	1,46 aAB
A2	0,56 aB	2,30 aAB	2,20 aAB
AB	0,44 aB	0,97 bAB	2,75 aA
BA	0,17 aB	0,50 aB	1,51 aAB
Bt1	0,51 aB	0,84 aB	0,33 aB
Bt2	0,06 aB	0,20 aB	0,80 aAB
Densidade do solo - fluxo ($Mg m^{-3}$)			
Ap	1,61 aA	1,67 aA	1,58 aA
A1	1,53 aAB	1,54 aB	1,60 aA
A2	1,59 aA	1,51 aB	1,49 aB
AB	1,44 aBC	1,48 aBC	1,43 aB
BA	1,42 aBC	1,47 aBC	1,47 aBC
Bt1	1,36 aC	1,40 aC	1,41 aB
Bt2	1,42 aBC	1,48 aBC	1,48 aB

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Letras maiúsculas, na coluna, compara médias para a mesma orientação em diferentes horizontes do perfil. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha ou de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

TABELA 7 – Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 13 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.

Perfil 13 (Interflúvio) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico			
Horizontes	Orientações		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Porosidade total ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,35 aB	0,36 aD	0,34 aB
A1	0,44 aA	0,43 aBC	0,42 aA
AB	0,44 aA	0,45 aAB	0,45 aA
BA	0,45 aA	0,45 aAB	0,47 aA
Bt1	0,44 aA	0,47 aA	0,45 aA
Bt2	0,43 aA	0,41 aC	0,45 aA
Macroporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,13 aB	0,15 aA	0,11 aA
A1	0,18 aA	0,16 aA	0,16 aA
AB	0,12 aB	0,14 aA	0,14 aA
BA	0,09 aC	0,09 aB	0,12 aA
Bt1	0,09 aC	0,12 aAB	0,10 aA
Bt2	0,08 aBC	0,04 bC	0,12 aA
Microporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,22 abD	0,21 bD	0,23 aC
A1	0,25 aC	0,27 aC	0,26 aB
AB	0,32 aB	0,30 aBC	0,32 aA
BA	0,37 aA	0,35 aAB	0,35 aA
Bt1	0,36 aA	0,36 aAB	0,35 aA
Bt2	0,35 aBA	0,37 aA	0,33 bA
Condutividade hidráulica do solo saturado ($mm h^{-1}$)			
Ap	3,12 aC	131,33 aA	21,92 aA
A1	40,31 aB	22,32 aB	125,53 aA
AB	85,80 aA	3,19 bB	1,77 bA
BA	3,77 aC	0,55 aB	0,21 aA
Bt1	8,24 aC	0,08 aB	0,80 aA
Bt2	11,16 aC	2,43 aB	0,28 aA
Log K_s ($mm h^{-1}$)			
Ap	1,36 bB	4,34 aA	2,76 abAB
A1	3,54 aA	2,91 aAB	4,16 aA
AB	4,46 aA	1,32 bB	1,02 aBC
BA	1,31 aB	0,42 bC	0,18 aC
Bt1	1,72 aB	0,08 aC	0,43 aC
Bt2	1,81 aB	0,77 aC	0,22 aC
Densidade do solo - fluxo ($Mg m^{-3}$)			
Ap	1,68 aA	1,57 aA	1,61 aA
A1	1,48 aB	1,56 aA	1,48 aB
AB	1,47 bB	1,55 aA	1,55 aAB
BA	1,41 bB	1,48 bA	1,53 aAB
Bt1	1,44 aB	1,48 aA	1,53 aAB
Bt2	1,49 aB	1,45 aA	1,51 aB

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Letras maiúsculas, na coluna, compara médias para a mesma orientação em diferentes horizontes do perfil. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha ou de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

A K_s , variou em cada um dos perfis nas diferentes posições na paisagem, de horizonte para horizonte, e dentro de cada horizonte em função da orientação de amostragem, da composição granulométrica e da estrutura do solo, concordando com Corsini (1974) ao relatar

que a condutividade hidráulica é uma das propriedades que melhor indicam as diferenças estruturais nos diferentes horizontes que constituem o perfil, e ainda, Oliveira et al. (2003), que a sua magnitude depende da distribuição, forma e tortuosidade dos poros e da porosidade total. Neste contexto, práticas de uso e manejo adequadas para áreas, principalmente nos segmentos da encosta (meia encosta e encosta porção superior) e no interflúvio são fundamentais e necessárias para manter e melhorar a funcionalidade do sistema poroso do solo.

As variações da K_s decorrentes das orientações de amostragem, em cada um dos horizontes do conjunto de perfis (1, 4, 7, 8 e 13) pode estar em menor ou maior grau associada a existência de poros biológicos formados pela ação das raízes, permitindo caracterizar o fluxo de água no interior do solo, distinguindo a infiltração dos grandes poros (biológicos ou interagregados) daquela que ocorre na matriz do solo, o que se vincula com as afirmações de Abreu (2000), de que os poros formados pela ação das raízes no solo são mais estáveis.

A partir das observações a campo verificou-se em alguns dos perfis alta atividade biológica e de raízes, apesar dos perfis de solo de uma maneira geral, apresentarem baixos conteúdos de matéria orgânica do solo, conforme Apêndice B. O que foi visualizado em maior intensidade nos perfis 4 e 7, localizados em área com vegetação perene e pousio, respectivamente.

A presença de camadas subsuperficiais menos permeáveis no solo do que as camadas superficiais faz com que, em adição ao fluxo vertical da água surja um fluxo lateral subsuperficial na vertente no sentido da montante para a jusante chamado de interfluxo, paralelo às camadas de menor permeabilidade e resultante da combinação das forças de gravidade e do gradiente de pressão o que concorda com Zaslavsky, Rogowski, 1969. Os fluxos preferenciais estão associados as diferenças texturais mais do que estruturais, concordando com Vogel et al., 2000.

A morfologia do solo (Apêndice B), particularmente a cor do solo e a presença de concreções redox são úteis na identificação da localização e profundidade onde a saturação e o fluxo lateral ocorrem.

TABELA 8 – Composição granulométrica do solo e classe textural dos perfis de Argissolos na posição interflúvio e ombreira de uma topossequência de solos da Depressão Central do RS.

Horizonte	TFSA				Classe Textural
	Areia grossa ⁽¹⁾	Areia fina ⁽²⁾	Silte ⁽³⁾	Argila ⁽⁴⁾	
-----g kg ⁻¹ -----					
Perfil 13 (T97) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico					
Ap	303	274	238	185	Franco arenosa
A1	287	246	232	235	Franco argiloarenosa
AB	222	206	225	347	Franco argilosa
BA	206	126	281	386	Franco argilosa
Bt1	163	168	177	491	Argilosa
Bt2	199	184	199	417	Argilosa
Perfil 11 (T75) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico					
Ap	362	222	200	216	Franco argiloarenosa
A1	236	144	234	386	Franco argilosa
A2	262	244	199	295	Franco argiloarenosa
AB	205	213	186	396	Franco argilosa
BA	183	176	161	480	Argilosa
Bt1	161	160	154	526	Argilosa
Bt2	183	184	186	448	Argilosa
Perfil 10 (T74) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico					
Ap	391	266	182	162	Franco arenosa
A1	347	266	196	191	Franco arenosa
A2	153	94	507	246	Franco siltosa
AB	266	209	216	308	Franco argiloarenosa
BA	176	165	151	508	Argilosa
Bt1	181	170	168	482	Argilosa
Bt2	216	195	181	408	Argilosa
Perfil 9 (T73) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico					
Ap	335	253	200	212	Franco argiloarenosa
A1	214	131	533	121	Franco siltosa
A2	276	259	218	246	Franco argiloarenosa
AB	219	212	92	477	Argilosa
BA	233	143	207	417	Argilosa
Bt1	181	179	193	447	Argilosa
Bt2	251	154	195	401	Argilosa

⁽¹⁾ Areia grossa: 2 - 0,2 mm. ⁽²⁾ Areia fina: 0,2 - 0,05 mm. ⁽³⁾ Silte: 0,05 - 0,002 mm. ⁽⁴⁾ Argila: < 0,002 mm.

TABELA 9 - Composição granulométrica do solo e classe textural dos perfis de Argissolos nas posições de encosta e pedimento de uma toposequência de solos da Depressão Central do RS.

Horizonte	TFSA				Classe Textural
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	
-----g kg ⁻¹ -----					
Perfil 8 (T68) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico					
Ap	369	284	171	176	Franco arenosa
A1	301	295	200	204	Franco
A2	267	252	206	275	Franco
AB	205	189	175	432	Argilosa
BA	143	154	223	481	Argilosa
Bt1	167	169	165	499	Argilosa
Bt2	208	119	198	475	Argilosa
Perfil 7 (T50) – ARGISSOLO VERMELHO Distrófico					
Ap	446	246	180	128	Franco arenosa
A1	449	217	184	150	Franco arenosa
AB	355	204	186	255	Franco
BA	224	138	295	343	Franco argilosa
Bt1	205	117	127	551	Argilosa
Bt2	226	133	146	495	Argilosa
Perfil 4 (T15) – ARGISSOLO VERMELHO Distrófico					
Ap	611	60	182	147	Franco arenosa
A	604	48	179	168	Franco arenosa
BA	384	235	178	203	Franco
Bt1	287	176	247	290	Franco
Bt2	420	42	165	373	Argiloso arenosa
Perfil 01 (T1) - GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico					
A1	404	248	267	81	Franco arenosa
A2	367	225	296	111	Franco arenosa
Bg	245	150	490	115	Franco

⁽¹⁾ Areia grossa: 2 - 0,2 mm. ⁽²⁾ Areia fina: 0,2 - 0,05 mm. ⁽³⁾ Silte: 0,05 – 0,002 mm. ⁽⁴⁾ Argila: < 0,002 mm.

Propriedades frequentemente utilizadas para descrever a condutividade hidráulica, como a densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total, podem não ser suficientes para elucidar a variação da condutividade hidráulica do solo saturada devendo ainda ser analisada a orientação do fluxo preferencial e continuidade dos poros no solo o efeito da posição ocupada na paisagem.

A interrelação das diferentes variáveis permite uma melhor avaliação da capacidade de um determinado solo em transmitir água nos diferentes horizontes de um perfil, considerando que há variações na textura e na estrutura dos solos.

O pisoteio animal promoveu aumento da densidade do solo e redução da porosidade no solo, resultando em fluxo anisotrópico de água no solo, diferindo dos horizontes subjacentes.

TABELA 10 – Coeficientes de correlação linear de Pearson para as as propriedades físico-hídricas e a composição granulométrica, carbono orgânico e matéria orgânica do solo.

Variável	Ks	ln Ks	Ds - fluxo	P _T	Mac	Mic	Ds
Areia total	0,22 **	0,50 **	0,52 **	-0,40 **	0,26 **	-0,58 **	0,48 **
Areia grossa	0,21 **	0,48 **	0,45 **	0,39 **	0,14 *	0,45 **	0,49 **
Areia fina	0,05 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,21 **	-0,12 ^{ns}	0,28 **	-0,37 **	0,12 ^{ns}
Silte	0,16 **	0,23 **	-0,11 ^{ns}	0,19 **	0,01 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,12 ^{ns}
Argila	-0,28 **	-0,58 **	-0,43 **	0,28 **	-0,24 **	0,49 **	-0,38 **
Carbono orgânico	0,09 ^{ns}	0,26 **	0,24 **	-0,12 ^{ns}	0,23 **	0,10 ^{ns}	0,22 **
Matéria orgânica	0,07 ^{ns}	0,23 **	0,26 **	-0,15 *	-0,23 **	0,08 ^{ns}	0,24 **

** Correlação significativa em nível de 1% de probabilidade pelo modelo de Pearson.

* Correlação significativa em nível de 5% de probabilidade pelo modelo de Pearson.

^{ns} Correlação não significativa.

Na Tabela 10, verifica-se que o atributo areia total apresentou associação significativa positiva com a condutividade hidráulica do solo saturado (Ks), densidade do solo (Ds – fluxo), macroporosidade (Mac) e densidade do solo (Ds) e associação significativa negativa com a porosidade total (P_T) e a microporosidade (Mic). Já a areia grossa apresentou associação significativa positiva com todos os atributos analisados, no entanto, a areia fina não revelou o mesmo comportamento, a associação foi significativa positiva para densidade do solo (Ds – fluxo), macroporosidade (Mac) e densidade do solo (Ds), não sendo significativa para condutividade hidráulica do solo saturado (Ks) e porosidade total (P_T). O silte apresentou associação significativa positiva para a condutividade hidráulica do solo saturado e porosidade total (P_T), não significativa com densidade do solo (Ds – fluxo), macroporosidade (Mac), microporosidade (Mic) e densidade do solo (Ds). A argila apresentou associação significativa negativa com condutividade hidráulica do solo saturado, densidade do solo (Ds – fluxo), macroporosidade (Mac) e densidade do solo (Ds), apresentando associação significativa positiva com a porosidade total (P_T) e microporosidade (Mic). O COT apresentou associação significativa positiva com a densidade do solo (Ds – fluxo),

macroporosidade (Mac) e densidade do solo (Ds), apresentando associação não significativa com a condutividade hidráulica do solo saturado, porosidade total (P_T) e microporosidade (Mic). A MO apresentou associação significativa positiva a densidade do solo (Ds – fluxo) e a densidade do solo (Ds), apresentou associação significativa negativa com a porosidade total (P_T) e macroporosidade (Mac), apresentando associação não significativa com a condutividade hidráulica do solo saturado, porosidade total (P_T) e a microporosidade (Mic).

4.2.2 Condutividade hidráulica do solo saturado dependente da orientação de amostragem nos diferentes segmentos de um terraço, localizados na posição ombreira

No perfil 11 – canal de um terraço, a condutividade hidráulica saturada do solo apresentou grandes variações entre os horizontes e as direções de amostragem (inclinada, vertical e horizontal) nos horizontes Ap, AB, BA e também no horizonte Bt1, apresentando maiores valores de K_s comparativamente com o camalhão no horizonte Ap, nos demais horizontes o perfil 10 – camalhão apresenta maiores valores de K_s para o conjunto dos horizontes (Tabela 13). No perfil 11, a maior correlação foi observada entre a condutividade com a densidade do solo nos horizontes Ap, BA, Bt1 e Bt2, conforme resultados apresentados na Tabela 31 e nos apêndices I e J.

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 28 a 30 é possível fazer uma avaliação do comportamento da K_s em um terraço (camalhão e no canal) e também a jusante do mesmo, verifica-se que não houve diferenciação dos valores de K_s em função da orientação de amostragem na jusante e no camalhão para o conjunto dos horizontes de cada perfil, exceto no canal no horizonte BA, a orientação horizontal se diferenciou da inclinada e da vertical. Os dois perfis que representam o terraço como um todo e o perfil a jusante do mesmo a K_s apresentou grande variação entre as diferentes direções de amostragem (inclinada, vertical e horizontal) nos horizontes. No canal do terraço (P11), o horizonte Ap na direção vertical apresentou os maiores valores de K_s $353,6 \text{ mm h}^{-1}$ e o menor valor foi encontrado na orientação vertical, no horizonte BA, em que a K_s foi zero, havendo relação com os resultados de macroporosidade que no horizonte Ap a direção horizontal apresentou maior valor diferindo da direção vertical e inclinada, o que concorda Chen e Wagenet (1992).

TABELA 11 - Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 09 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.

Perfil 09 (Jusante do terraço) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico			
Horizontes	Orientações		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Porosidade total ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,36 aC	0,31 bD	0,30 bC
A1	0,41 aBC	0,44 aA	0,40 aB
A2	0,41 aB	0,38 aC	0,42 aAB
AB	0,48 aA	0,44 bA	0,44 bAB
BA	0,47 aA	0,46 aA	0,48 aA
Bt1	0,44 aAB	0,43 aAB	0,42 aAB
Bt2	0,44 aAB	0,40 aBC	0,43 aAB
Macroporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,18 aA	0,09 bB	0,08 bAB
A1	0,12 aA	0,21 aA	0,14 aA
A2	0,13 aA	0,09 aB	0,15 aA
AB	0,13 aA	0,09 aB	0,10 aAB
BA	0,11 aA	0,11 aB	0,11 aAB
Bt1	0,11 aA	0,09 abB	0,05 bB
Bt2	0,09 aA	0,04 aC	0,12 aAB
Microporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,17 aB	0,22 aC	0,23 aE
A1	0,29 aA	0,24 aC	0,26 aDE
A2	0,28 aA	0,29 aB	0,28 aCD
AB	0,35 aA	0,35 aA	0,35 aAB
BA	0,36 aA	0,35 aA	0,37 aA
Bt1	0,33 bA	0,34 bA	0,37 aA
Bt2	0,34 aA	0,36 aA	0,32 aBC
Condutividade hidráulica do solo saturado ($mm h^{-1}$)			
Ap	32,56 aA	57,20 aA	80,01 aB
A1	15,37 aB	2,31 aA	0,74 aB
A2	4,18 aB	86,89 aA	24,22 aB
AB	0,56 aB	6,33 aA	10,78 aB
BA	0,15 aB	4,19 aA	151,06 aA
Bt1	0,61 aB	93,74 aA	0,51 aB
Bt2	2,19 aB	1,70 aA	4,12 aB
Log K_s ($mm h^{-1}$)			
Ap	3,43 aA	4,00 aA	4,37 aA
A1	2,45 aAB	1,18 abAB	0,55 bB
A2	1,48 bBC	4,03 aA	3,10 abAB
AB	0,44 aC	1,62 aAB	1,98 aAB
BA	0,14 aC	1,26 aAB	2,89 aAB
Bt1	0,37 aC	1,92 aAB	0,38 aB
Bt2	0,73 aC	0,66 aB	0,98 aB
Densidade do solo - fluxo ($Mg m^{-3}$)			
Ap	1,54 aA	1,42 aB	1,38 aB
A1	1,64 aA	1,66 aA	1,71 aA
A2	1,54 aA	1,35 bB	1,38 bB
AB	1,55 aA	1,43 bB	1,45 bB
BA	1,44 aB	1,44 aB	1,45 aB
Bt1	1,43 aB	1,34 aB	1,37 aB
Bt2	1,43 aB	1,38 aB	1,39 aB

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Letras maiúsculas, na coluna, compara médias para a mesma orientação em diferentes horizontes do perfil. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha ou de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

TABELA 12 – Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 10 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.

Perfil 10 (Camalhão) - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico			
Horizontes	Orientações		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Porosidade total ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,37 aD	0,34 aC	0,37 aC
A1	0,42 aCD	0,45 aB	0,44 aB
A2	0,51 aA	0,48 aA	0,53 aA
AB	0,44 aCB	0,46 aAB	0,45 aB
BA	0,45 aCB	0,44 aB	0,45 aB
Bt1	0,44 aCB	0,44 aB	0,42 aB
Bt2	0,48 aAB	0,44 aB	0,44 aB
Macroporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,16 aBC	0,10 aB	0,16 aB
A1	0,18 aAB	0,21 aA	0,21 aA
A2	0,24 aA	0,20 aA	0,25 aA
AB	0,11 aCD	0,11 aB	0,10 aC
BA	0,08 aD	0,08 aB	0,08 aC
Bt1	0,10 aCD	0,11 aB	0,08 aC
Bt2	0,18 aAB	0,10 bB	0,10 bC
Microporosidade ($m^3 m^{-3}$)			
Ap	0,21 bC	0,24 aC	0,21 bE
A1	0,24 aC	0,23 aC	0,23 aD
A2	0,26 bBC	0,29 aB	0,27 abC
AB	0,34 aA	0,34 aA	0,35 aB
BA	0,36 aA	0,36 aA	0,37 aA
Bt1	0,34 aA	0,33 aA	0,34 aB
Bt2	0,31 aAB	0,34 aA	0,34 aB
Condutividade hidráulica do solo saturado ($mm h^{-1}$)			
Ap	3,75 aA	7,33 aA	5,28 aA
A1	12,23 aA	15,67 aA	89,17 aA
A2	3,71 aA	19,06 aA	21,27 aA
AB	0,27 aA	29,29 aA	17,93 aA
BA	0,05 aA	2,50 aA	3,48 aA
Bt1	111,97 aA	0,23 aA	2,52 aA
Bt2	1,96 aA	0,89 aA	1,18 aA
Log K_s ($mm h^{-1}$)			
Ap	1,48 aAB	1,73 aABC	1,81 aAB
A1	2,58 aAB	2,48 aAB	3,67 aA
A2	1,50 aAB	2,50 aAB	2,97 aAB
AB	0,22 aB	3,16 aA	1,58 aAB
BA	0,05 aB	0,86 aBC	1,25 aB
Bt1	3,32 aA	0,20 aC	0,90 aB
Bt2	0,71 aAB	0,55 aBC	0,75 aB
Densidade do solo - fluxo ($Mg m^{-3}$)			
Ap	1,77 aA	1,67 abA	1,58 bA
A1	1,49 aB	1,42 aB	1,33 aC
A2	1,50 aB	1,38 bB	1,41 bBC
AB	1,53 aB	1,30 aB	1,36 aBC
BA	1,43 aB	1,38 aB	1,40 aBC
Bt1	1,50 aB	1,46 aB	1,47 aB
Bt2	1,45 aB	1,44 aB	1,40 aBC

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Letras maiúsculas, na coluna, compara médias para a mesma orientação em diferentes horizontes do perfil. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha ou de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

TABELA 13 - Valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado no perfil 11 para as orientações de amostragem horizontal, inclinada e vertical.

Perfil 11 – ARGISSOLO VERMELHO			
Horizontes	Orientações		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)			
Ap	0,41 aA	0,34 aC	0,37 aB
A1	0,38 aA	0,40 aB	0,37 aB
A2	0,42 aA	0,44 aA	0,45 aA
AB	0,43 aA	0,42 aA	0,44 aA
BA	0,44 aA	0,45 aA	0,43 aAB
Bt1	0,43 aA	0,43 aAB	0,43 aAB
Bt2	0,43 abA	0,44 aA	0,41 bAB
Macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)			
Ap	0,13 bA	0,11 bBC	0,27 aA
A1	0,14 aA	0,17 aA	0,13 aCD
A2	0,14 bA	0,17 abA	0,20 aB
AB	0,12 aA	0,12 aB	0,15 aC
BA	0,07 aA	0,09 aBC	0,10 aDE
Bt1	0,11 aA	0,07 aC	0,07 aE
Bt2	0,09 aA	0,09 aBC	0,07 aE
Microporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)			
Ap	0,29 aAB	0,24 aD	0,16 aE
A1	0,24 aB	0,23 aD	0,24 aD
A2	0,28 aAB	0,27 abC	0,25 bD
AB	0,31 aAB	0,30 abB	0,29 bC
BA	0,36 aA	0,35 abA	0,33 bB
Bt1	0,33 aAB	0,36 aA	0,36 aA
Bt2	0,34 aA	0,35 aA	0,35 aAB
Condutividade hidráulica do solo saturado (mm h^{-1})			
Ap	73,98 aA	9,97 aA	353,6 aA
A1	6,91 aB	4,57 aA	16,3 aB
A2	4,53 aB	7,81 aA	13,5 aB
AB	2,95 aB	47,24 aA	4,5 aB
BA	6,39 aB	1,68 bA	0,0 bB
Bt1	2,50 aB	1,49 aA	0,1 aB
Bt2	0,54 aB	1,33 aA	0,1 aB
Log K_s (mm h^{-1})			
Ap	3,91 bA	2,41 bAB	5,24 aA
A1	1,86 aB	1,30 aBC	2,30 aB
A2	1,30 aBC	1,98 aABC	1,51 aB
AB	1,36 bBC	3,31 aA	1,44 bB
BA	2,00 aB	0,90 bBC	0,04 cB
Bt1	1,13 aBC	0,81 abBC	0,08 bB
Bt2	0,40 aC	0,75 aC	0,08 aB
Densidade do solo - fluxo (Mg m^{-3})			
Ap	1,60 aA	1,69 aA	1,51 aA
A1	1,57 aAB	1,20 aA	1,58 aA
A2	1,48 aBC	1,43 aA	1,52 aA
AB	1,47 aBC	1,48 aA	1,49 aA
BA	1,35 bD	1,39 bA	1,47 aA
Bt1	1,47 aBC	1,41 aA	1,45 aA
Bt2	1,43 aCD	1,40 aA	1,45 aA

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Letras maiúsculas, na coluna, compara médias para a mesma orientação em diferentes horizontes do perfil. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha ou de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

Na direção inclinada, não houve diferença entre os resultados da Ks. Na direção horizontal no horizonte Ap, diferiu em relação aos demais horizontes do perfil. Observa-se uma grande redução nos valores de condutividade nos horizontes BA, Bt1 e Bt2 nas diferentes direções em relação aos demais horizontes do perfil estudado. Em termos de predominância da direção do fluxo de água nos perfis de solo estudados, observa-se que nos horizontes Ap, A2 e AB apresentam o predomínio do fluxo no sentido vertical. No horizonte AB e Bt2 são inclinados. Nos horizontes BA (transição) e no Bt1 fluxo de água é predominantemente horizontal.

Na Tabela 31, estão descritos os índices de correlação entre as variáveis estudadas, tais como: Ks, porosidade total, macro e microporosidade do solo. A condutividade evidencia correlações significativas e negativas com a densidade do solo, nos horizontes Ap, BA, Bt1 e Bt2, acarretando que aumentos na densidade do solo podem refletir em diminuição da Ks. No horizonte Bt2 para a porosidade total e macroporosidade, as correlações foram de maneira significativa, mas do tipo positiva, significando que um incremento na porosidade total resulta em aumentos na condutividade. A condutividade hidráulica comporta-se de maneira diferente em cada um dos horizontes dos perfis variando drasticamente os valores observados em superfície em relação a subsuperfície, onde se verifica o fluxo lateral de água no solo, bem como entre os perfis, sendo dependente da orientação de amostragem e influenciada pela textura, estrutura e pelo segmento ocupado na vertente.

Os fluxos preferenciais estão associados as diferenças texturais mais do que estruturais, além de serem influenciados pelo segmento ocupado na vertente. O efeito das ações antrópicas se concentram nos horizontes superficiais do solo.

A maior correlação foi observada entre a Ks com a densidade do solo nos horizontes Ap, BA, Bt1 e Bt2, exceto para os demais horizontes do perfil analisado. Quanto maior a densidade do solo, menor a condutividade. Portanto, a variável densidade do solo representa uma variável efetiva que possibilita inferir indiretamente sobre a condutividade hidráulica.

A interrelação das variáveis permite uma melhor avaliação da capacidade de um determinado solo em transmitir água para os diferentes horizontes de um perfil. Há necessidade de considerar que os solos em estudo apresentam um gradiente textural, onde o horizonte B é significativamente mais argiloso do que os horizontes A e AB (transição).

4.2.3 Influência das propriedades físicas na permeabilidade ao ar no perfil 13 – localizado no interflúvio

Na Tabela 14, são apresentados os valores de permeabilidade ao ar, nas três orientações de amostragem e equilibradas em cinco diferentes tensões para os horizontes do perfil 13. A permeabilidade ao ar (K_a) não apresentou diferenças significativas entre as diferentes orientações de coleta dos cilindros nos horizontes Ap ao Bt1. No horizonte Bt2, a posição inclinada (45°) apresentou os maiores valores de K_a , diferindo das demais posições quando o solo se encontrava em um potencial matricial (Ψ) de -10 e -100 kPa.

Com o secamento do solo em virtude da aplicação de tensões maiores, observou-se aumento dos valores de K_a , porém observa-se a maior variação na K_a no intervalo entre as tensões de -1 e -6 kPa. Isso se deve à drenagem da água contida principalmente nos macroporos, que sem água passam a ser um importante canal de passagem do ar. Na sequência do ciclo de secagem observa-se que o horizonte Ap apresentou aumento da K_a até o potencial matricial Ψ -33 kPa.

No horizonte Ap observou-se alta densidade do solo, caracterizando um processo de compactação na camada superficial devido ao pisoteio dos animais. Nos demais horizontes ao longo do perfil, a densidade do solo não apresentou diferença significativa. Com o aprofundamento no perfil não houve diferença significativa nos valores de porosidade total entre os horizontes A ao Bt2, porém, observou-se alteração na composição da porosidade total, com redução da macroporosidade e aumento da microporosidade. De acordo com Reichert et al. (2009) os valores de densidade encontrados no horizonte Ap estão próximos ao valor limitante ao crescimento e desenvolvimento radicular das plantas. Ressalta-se os altos valores de densidade nos horizontes do perfil 13, vinculada com a composição granulométrica de cada horizonte.

Ainda no horizonte Ap, onde se notou uma maior densidade do solo devido à compactação do solo, foram encontrados conjuntamente, os menores valores de porosidade total e de microporos, diferindo significativamente dos demais horizontes.

TABELA 14 - Valores médios de permeabilidade ao ar em três orientações de amostragem e equilibradas em cinco diferentes tensões nos horizontes do perfil 13.

Horizonte	Permeabilidade ao ar (mm h^{-1})			CV (%)
	Horizontal	Inclinado (45°)	Vertical	
Ψ -1 kPa				
Ap	0,0062 a*	0,0065 a	0,0089 a	5,05
A	0,0000 a	0,0000 a	0,0026 a	8,07
AB	0,0054 a	0,0000 a	0,0042 a	2,05
BA	0,0088 a	0,0000 a	0,0014 a	8,03
Bt1	0,0000 a	0,0080 a	0,0000 a	6,71
Bt2	0,0000 a	0,0000 a	0,0000 a	0,00
Ψ -6 kPa				
Ap	0,0283 a	0,0279 a	0,0358 a	6,24
A	0,0164 a	0,0138 a	0,0192 a	25,7
AB	0,0093 a	0,0116 a	0,0154 a	8,94
BA	0,0044 a	0,0094 a	0,0090 a	6,89
Bt1	0,0043 a	0,0131 a	0,0081 a	27,67
Bt2	0,0034 a	0,0355 a	0,0049 a	14,28
Ψ -10 kPa				
Ap	0,0368 a	0,0378 a	0,0226 a	22,08
A	0,0195 a	0,0234 a	0,0200 a	4,94
AB	0,0191 a	0,0166 a	0,0364 a	9,55
BA	0,0073 a	0,0089 a	0,0158 a	6,58
Bt1	0,0000 a	0,0118 a	0,0071 a	38,27
Bt2	0,0028 b	0,0280 a	0,0087 b	31,84
Ψ -33 kPa				
Ap	0,0360 a	0,0413 a	0,0445 a	16,07
A	0,0183 a	0,0282 a	0,0210 a	26,01
AB	0,0271 a	0,0167 a	0,0350 a	12,74
BA	0,0108 a	0,0360 a	0,0155 a	7,03
Bt1	0,0027 a	0,0155 a	0,0256 a	31,21
Bt2	0,0056 a	0,0318 a	0,0092 a	11,51
Ψ -100 kPa				
Ap	0,0281 a	0,0291 a	0,0389 a	25,24
A	0,0216 a	0,0160 a	0,0209 a	35,06
AB	0,0348 a	0,0181 a	0,0398 a	7,73
BA	0,0112 a	0,0172 a	0,0173 a	8,04
Bt1	0,0016 a	0,0172 a	0,0240 a	32,01
Bt2	0,0056 b	0,0302 a	0,0087 b	30,28

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Para explicar as variações de K_a em relação a posição de coleta, a porosidade não deve ser unicamente considerada, pois as diferenças significativas em função da orientação de amostragem podem ser em função da continuidade dos poros que facilitaram a condutividade do ar na amostra, considerando, que Streck (2007) e Bouma (1982) relatam pequenos poros podem conduzir mais quando são poros contínuos, enquanto poros maiores em uma dada seção podem não contribuir para o fluxo quando apresentam descontinuidade no solo. No experimento, no entanto, o fato de não se encontrar diferença significativa na K_a nas três orientações de coleta pode ser devido a menor viscosidade e maior fluidez do ar, possibilitando a esse uma eficiente circulação no solo mesmo em sistemas de poros não contínuos. O volume do solo ocupado pelo ar apresenta uma estreita relação com o teor de água no solo. Com o processo de secagem, a aeração vai aumentando e, conseqüentemente, ocorre o aumento da K_a . A K_a apresentou valores muito baixos ou nulos, nos diferentes tratamentos, quando as amostras encontravam-se em um potencial matricial de $\Psi_m - 1$ kPa.

Quando se encontrava no $\Psi_m - 100$ kPa, o solo apresentou redução da K_a , o que pode ter sido ocasionado devido à obstrução de poros por partículas carregadas pela água drenada, que acabaram impedindo a passagem do ar e reduzindo a K_a , como observado por Corsini (2008).

A maior variação da K_a ocorrem entre os potenciais matriciais de -1 e -6 kPa, demonstrado sua alta correlação e dependência dos macroporos.

4.3 Retenção e disponibilidade de água no solo às plantas em um sistema pedológico argissolo-gleissolo

4.3.1 Retenção e disponibilidade de água do solo para as plantas nos segmentos da vertente

De maneira geral, nos perfis 4, 7 e 13 os horizontes Ap, A1, AB e BA têm maior proporção de areia (de 428 a 692 g kg⁻¹) (Tabelas 8 e 9). Nos horizontes Bt1 e Bt2 do perfil 4, a fração areia (429 a 456 g kg⁻¹, respectivamente) também é maior, diferentemente dos mesmos horizontes do perfil 13 e 7, nos quais predomina a fração argila (417 a 551 g kg⁻¹).

As curvas de retenção de água para os perfis de solo alinhados em uma topossequência ocupando posições diferenciadas da paisagem são apresentadas nas Figuras 21 a 25. Em

tensões de até 1 kPa, a retenção de água ficou compreendida entre 0,35 a 0,45 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ em todos os horizontes dos cinco perfis, exceto nos horizontes A1 e Ap do perfil 7 (Figura 23) e Ap do perfil 4 (Figura 22). A partir de 1 kPa, o decréscimo de umidade foi semelhante nos horizontes dos perfis 13 (Figura 25) e 4 (Figura 22) e nos horizontes A1, Ap e BA do perfil 7, mas notadamente diferente nos horizontes Bt1 e Bt2 do perfil 7, nos quais a umidade a 1500 kPa (PMP) diferiu pouco da umidade a 10 kPa (CC) (Tabelas 15 a 17).

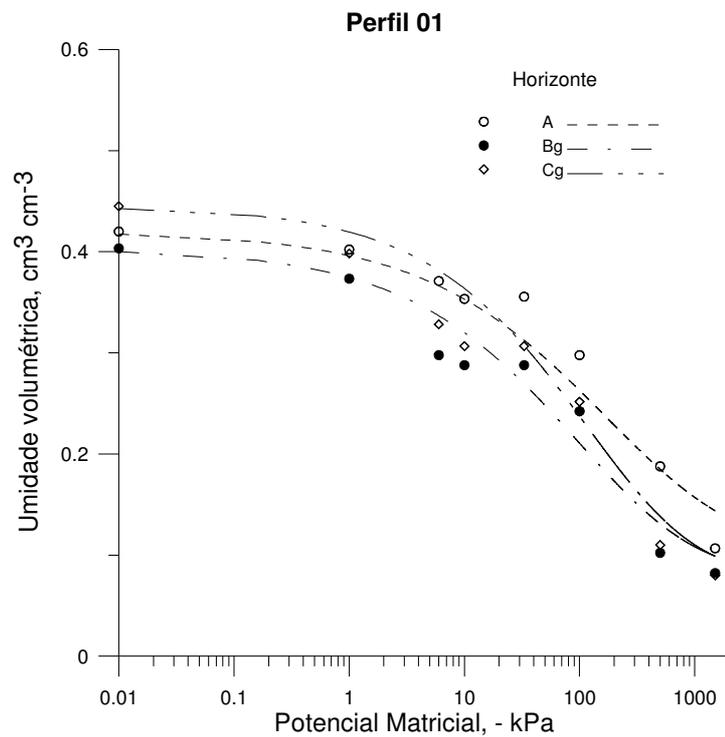


FIGURA 22 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Gleissolo sob pastagem nativa, para todos os horizontes do perfil. Perfil 01 (Pedimento), Depressão Central do RS.

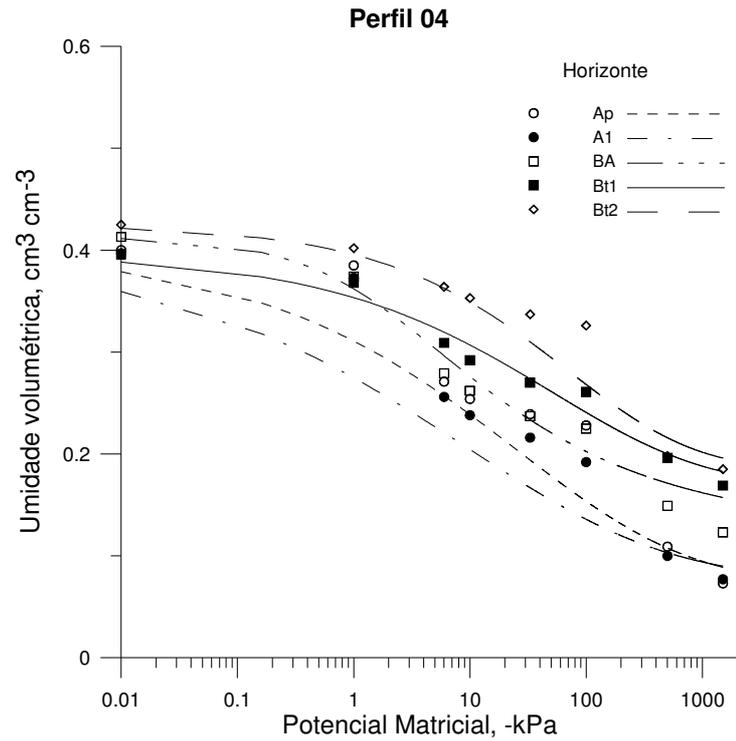


FIGURA 23 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pastagem nativa, para todos os horizontes do perfil. Perfil 04 (Encosta – porção inferior), Depressão Central do RS.

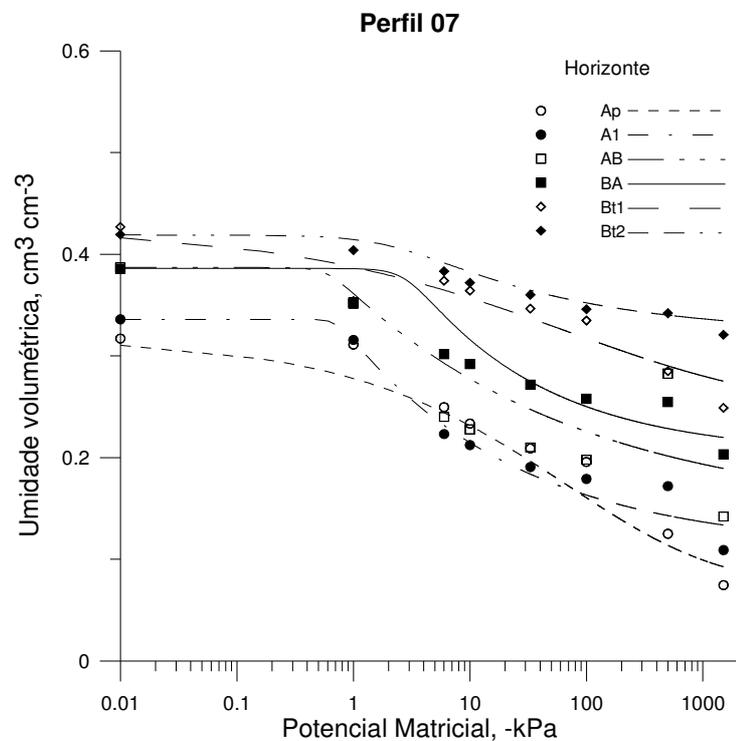


FIGURA 24 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pastagem nativa, para todos os horizontes do perfil. Perfil 07 (Encosta – porção intermediária), Depressão Central do RS.

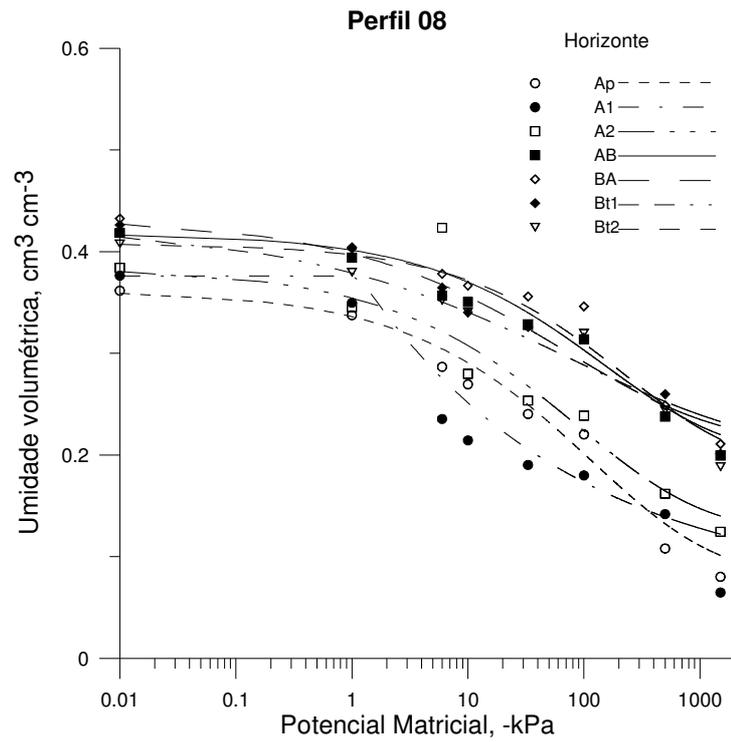


FIGURA 25 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pousio, para todos os horizontes do perfil. Perfil 08 (Encosta – porção superior). Perfil 08, Depressão Central do RS.

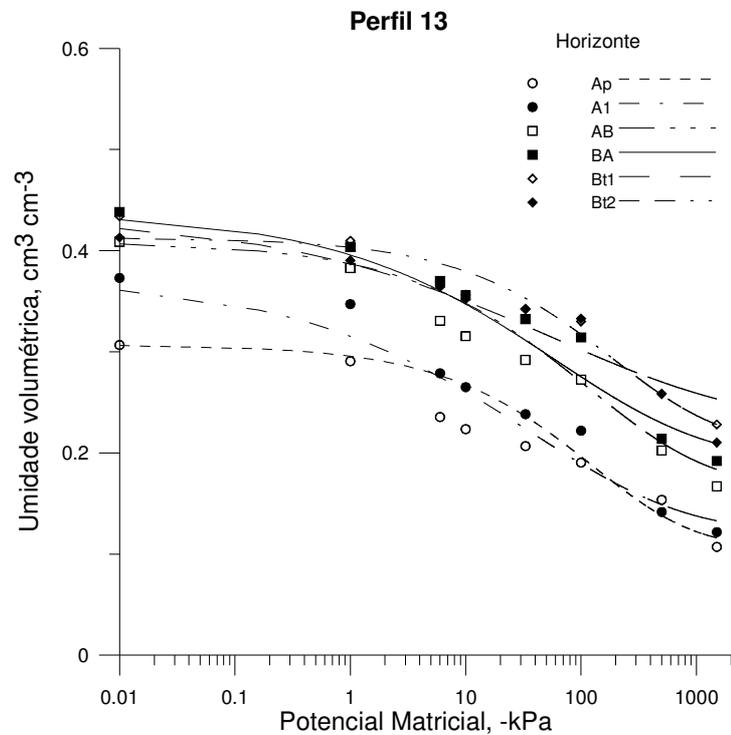


FIGURA 26 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pastagem nativa, para todos os horizontes do perfil. Perfil 13 (Interflúvio), Depressão Central do RS.

No perfil 1 a AD variou de 0,17 no horizonte Bg (V) a 0,30 no horizonte A (V) $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ para a maioria dos horizontes, considerando as três orientações. No perfil 4, a AD variou 0,15 a 0,27 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$. O horizonte BA (I) diferiu das demais e no Bt1 (V) se diferiu da horizontal. No perfil 7 a AD variou de 0,04 a 0,18 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$, não se verificou diferença entre os horizontes para as três orientações. O Bt2 apresentou valores muito baixo, variando de 0,04 a 0,05. Valores menores foram observados nos horizontes A1, AB, BA e Bt2 do perfil 7. A quantidade de AD do horizonte Bt1 foi similar a do hor. Ap. No perfil 13, a quantidade de AD do horizonte Ap, é menor comparativamente aos demais horizontes (Tabelas 15 a 17).

TABELA 15 – Umidade na capacidade de campo, no ponto de murcha permanente e água disponível nos perfis 01 (pedimento) e 4 (encosta porção inferior) de uma vertente na Depressão Central do RS

Perfil 01 (Pedimento)			
Horizontes	Orientações		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
A1	0,34 abA	0,32 bA	0,40 aA
A2	0,30 aA	0,31 aA	0,26 aC
Bg	0,28 aA	0,32 aA	0,32 aB
Ponto de murcha permanente ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
A1	0,10 aA	0,11 aA	0,10 aA
A2	0,08 aB	0,08 aB	0,09 aAB
Bg	0,08 aB	0,08 aB	0,08 aB
Água disponível ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
A1	0,23 aA	0,21 aA	0,30 aA
A2	0,22 abA	0,23 aA	0,17 bB
Bg	0,20 aA	0,24 aA	0,24 aA
Perfil 04 (Encosta Porção Inferior)			
Capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
Ap	0,32 aA	0,34 aA	0,29 bA
A	0,24 aBC	0,28 aB	0,26 aA
BA	0,26 bB	0,27 bB	0,30 aA
Bt1	0,27 aB	0,25 aB	0,23 aA
Bt2	0,22 aC	0,25 aB	0,25 aA
Ponto de murcha permanente ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
Ap	0,08 aA	0,07 aA	0,08 aA
A	0,08 aA	0,08 aA	0,06 bB
BA	0,05 aC	0,07 aA	0,08 aA
Bt1	0,07 aAB	0,07 aA	0,07 aAB
Bt2	0,067 abB	0,07 aA	0,06 bB
Água disponível ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
Ap	0,24 aA	0,27 aA	0,21 bA
A	0,16 aC	0,19 aB	0,20 aA
BA	0,21 bB	0,20 bB	0,22 aA
Bt1	0,19 aB	0,17 abB	0,16 bA
Bt2	0,15 aC	0,18 aB	0,19 aA

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Letras maiúsculas, na coluna, compara médias para a mesma orientação nos diferentes horizontes do perfil. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha ou de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

TABELA 16 – Umidade na capacidade de campo, no ponto de murcha permanente e água disponível nos perfis 07 (encosta porção intermediária) e 08 (encosta porção superior) de uma vertente na Depressão Central do RS

Perfil 07 (Encosta porção intermediária)			
Horizontes	Orientações		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
Ap	0,22 aC	0,26 aB	0,21 aC
A1	0,21 abC	0,20 bB	0,22 aC
AB	0,21 aC	0,24 aB	0,24 aC
BA	0,29 aB	0,30 aAB	0,33 aB
Bt1	0,40 aA	0,39 aA	0,38 aA
Bt2	0,36 aA	0,38 aA	0,37 aA
Ponto de murcha permanente ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
Ap	0,07 aF	0,07 aF	0,07 aF
A1	0,11 bE	0,10 cE	0,12 aE
AB	0,15 aD	0,14 bD	0,13 bD
BA	0,19 aC	0,21 aC	0,20 aC
Bt1	0,24 aB	0,24 aB	0,23 aB
Bt2	0,33 aA	0,32 aA	0,32 aA
Água disponível ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
Ap	0,14 aAB	0,18 aA	0,13 aAB
A1	0,11 aBC	0,10 aAB	0,11 aAB
AB	0,06 aCD	0,10 aAB	0,10 aB
BA	0,09 aC	0,09 aAB	0,13 aAB
Bt1	0,16 aA	0,14 aAB	0,14 aA
Bt2	0,04 aD	0,07 aB	0,05 aC
Perfil 08 (Encosta porção superior)			
Capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
Ap	0,22 aB	0,26 aB	0,34 aA
A1	0,23 aB	0,21 abB	0,20 bB
A2	0,28 aB	0,27 aB	0,31 aA
AB	0,28 aB	0,39 aA	0,36 aA
BA	0,38 aA	0,36 aA	0,36 aA
Bt1	0,37 aA	0,35 aA	0,30 bA
Bt2	0,34 aA	0,36 aA	0,33 aA
Ponto de murcha permanente ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
Ap	0,06 aC	0,08 aBC	0,08 aD
A1	0,08 aC	0,065 abC	0,060 bD
A2	0,13 aB	0,11 aB	0,14 aC
AB	0,20 aA	0,19 aA	0,20 aAB
BA	0,20 aA	0,22 aA	0,22 aA
Bt1	0,19 aA	0,22 aA	0,19 aB
Bt2	0,19 aA	0,20 aA	0,19 aB
Água disponível ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
Ap	0,17 aA	0,14 aA	0,26 aA
A1	0,17 aA	0,14 abA	0,13 bB
A2	0,15 aA	0,16 aA	0,16 aB
AB	0,08 aA	0,19 aA	0,15 aB
BA	0,18 aA	0,14 aA	0,14 aB
Bt1	0,17 aA	0,14 aA	0,11 aB
Bt2	0,16 aA	0,16 aA	0,14 aB

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Letras maiúsculas, na coluna, compara médias para a mesma orientação em diferentes horizontes do perfil. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha ou de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

TABELA 17 – Umidade na capacidade de campo, no ponto de murcha permanente e água disponível no perfil 13 (interflúvio) de uma vertente na Depressão Central do RS

Perfil 13 (Interflúvio)			
Horizontes	Orientações		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
Ap	0,23 aC	0,21 aC	0,21 aB
A1	0,24 aC	0,28 aB	0,25 aB
AB	0,31 aB	0,30 aB	0,32 aA
BA	0,36 aA	0,35 aA	0,35 aA
Bt1	0,36 aA	0,36 aA	0,34 aA
Bt2	0,344 bA	0,36 aA	0,340 bA
Ponto de murcha permanente ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
Ap	0,11 aE	0,10 aE	0,10 aD
A1	0,12 aE	0,12 aD	0,12 aD
AB	0,16 aD	0,16 aC	0,16 aC
BA	0,19 aC	0,19 aB	0,19 aB
Bt1	0,23 aA	0,22 aA	0,22 aA
Bt2	0,20 aB	0,21 aA	0,21 aA
Água disponível ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)			
Ap	0,12 aC	0,11 aB	0,11 aA
A1	0,13 aBC	0,16 aA	0,13 aA
AB	0,15 a AB	0,13 aAB	0,15 aA
BA	0,17 aA	0,15 aAB	0,16 aA
Bt1	0,13 aBC	0,14 aAB	0,12 aA
Bt2	0,14 aBC	0,15 aAB	0,13 aA

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Letras maiúsculas, na coluna, compara médias para a mesma orientação nos diferentes horizontes do perfil. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha ou de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

A correlação entre água disponível e frações granulométricas foi fraca e não significativa (Tabela 18), para os perfis 4, 7 e 13. Houve correlação significativa da CC e PMP com todas as frações granulométricas, exceto para CC com silte, e as correlações foram melhores para PMP do que para CC. A correlação da areia com a CC e o PMP foi negativa, enquanto que para a fração argila as correlações nos mesmos limites de umidade são positivas, o que indica que o aumento da fração areia diminui a retenção de água, enquanto que o aumento da fração argila aumenta a retenção de água. Em relação à densidade do solo, houve correlação significativa somente com PMP. As correlações entre a granulometria do solo e os limites de umidade podem explicar o comportamento das curvas de retenção de água. A mudança na composição granulométrica afetou mais a umidade no PMP do que na CC, pois os coeficientes de correlação entre areia, silte e argila com PMP são maiores (Tabela 18) e a amplitude de umidade também é maior no PMP (Tabela 18). Isso pode ser observado claramente pelas Figuras 21 a 25, pois à medida que o solo perde umidade as curvas de um mesmo perfil (horizontes com composição granulométrica distinta) vão se afastando, fato que

fica fortemente evidenciado no perfil 7. Como consequência, a AD foi maior nos horizontes com menor teor de argila (Tabelas 8 e 9). Ao contrário, nos horizontes mais profundos, embora a retenção de água tenha sido maior, por razão de maior área superficial específica (teor de argila mais elevado), a AD foi menor. Concordando com a afirmação Assad et al. (2001), de que o movimento da água no solo apresenta um comportamento bimodal, ou seja, é fortemente dependente dos teores de areia, quando a água do solo se encontra sob baixas tensões, e dos teores de argila quando as tensões de água são mais elevadas (solos secos).

TABELA 18 - Coeficientes de correlação de linear de Pearson entre capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP) e água disponível (AD) com as frações granulométricas do solo e a densidade do solo.

	CC	PMP	AD
Areia	-0,74 **	-0,81 **	0,35 ^{ns}
Silte	-0,36 ^{ns}	-0,53 **	0,41 ^{ns}
Argila	0,75 **	0,87 **	-0,44 ^{ns}
Densidade do solo	-0,50 ^{ns}	-0,54 **	0,25 ^{ns}

** = significativo a 5 %; ns = não significativo.

A compactação do solo geralmente reduz a quantidade de AD para as plantas. Quatro fatores são responsáveis por este efeito. Primeiramente, a compactação reduz os macroporos e os microporos resultando em poros ainda menores. À medida que as partículas de argila são aproximadas, pelo processo de compactação, a resistência do solo a penetração pode tornar-se superior a 2000 kPa, o nível considerado limitante para a penetração radicular (REICHERT et al; 2004, REICHERT et al., 2007). Em segundo lugar, a redução na macroporosidade geralmente significa que menos água é retida na CC. Terceiro, com a redução da quantidade de macroporos, haverá menor porosidade de aeração, quando o solo estiver próximo da CC. Quarto, o surgimento de microporos muito pequenos aumentará o valor do PMP e também diminuirá a água disponível.

As maiores densidades foram observadas nos horizontes Ap e A1 em todos os perfis (Tabelas 3 a 7), e diferiram significativamente da maioria dos demais horizontes. As menores densidades estão relacionadas com maior teor de argila, enquanto que as maiores estão relacionadas com maior teor de areia (Tabelas 8 a 9). Resultando na redução da porosidade total e dos macroporos e conseqüentemente aumento nos microporos.

A retenção de água no solo está nitidamente associada à granulometria (Tabelas 8 a 9 e Figuras 21 a 25). A menor retenção de água em todos os perfis ocorreu nos horizontes

arenosos, representados pelos horizontes Ap e A1, em todas as tensões, enquanto que nos horizontes mais profundos (Bt1 e Bt2) houve maior retenção, como consequência da diminuição do teor de areia e aumento do teor de argila. O horizonte de transição AB e BA apresentaram comportamento intermediário.

Analisando as curvas de retenção acima, é possível constatar a alta retenção de água que os horizontes argilosos (Bt1 e Bt2) e os de transição (BA) dos perfis de Argissolo ainda possuem quando já se encontram no PMP (1500 kPa); por outro lado, os horizontes com textura média apresentam uma rápida drenagem e baixa retenção no PMP.

No aspecto de uso agrícola, a preocupação maior deve ser com a erosão, visto que o solo é composto por considerável quantidade de areia. Em termos de disponibilidade de água, tanto culturas para produção de grãos quanto forrageiras contariam com um bom suprimento de água. Na situação em estudo a área vem sendo manejada com pastagem e, em situação de estiagem, plantas forrageiras podem aproveitar a água retida em maior profundidade, visto que apresentam um sistema radicular mais profundo comparativamente às culturas anuais.

A densidade do solo, na maioria dos casos, tem efeito positivo sobre CC e PMP, de acordo com Reichardt (1990). Neste trabalho, as correlações negativas da densidade do solo com CC e PMP são resultado de confundimento pela textura. Solos de textura média são naturalmente propensos a ter densidades mais elevadas (Tabelas 3 a 7), as maiores densidades ocorrem nos horizontes cuja fração areia é maior. Esta, por sua vez, tem efeito negativo sobre CC e PMP (Tabelas 15 a 17).

As densidades observadas no horizonte Ap e A1 dos perfis 1, 4, 7, 8 e 13, nas Tabelas 3 a 7, estão próximas do limite crítico de densidade proposto por Reichert et al. (2004) e Reichert et al. (2009) ($1,6$ a $1,7 \text{ Mg cm}^{-3}$) em solos com argila entre (81 a 185 g kg^{-1}), caracterizando a ocorrência de compactação no horizonte superficial devido ao pisoteio animal e manejo do solo adotado. Esse fato pode ser atribuído ao próprio preparo convencional, que dependendo do modo como é conduzido pode provocar compactação do solo, no caso do perfil 13, exceto para os demais perfis (SILVA et al., 2005).

4.3.2 Retenção e disponibilidade de água do solo para as plantas nos segmentos de um terraço

Na Tabela 19, são apresentadas as umidades na CC, PMP e AD nos segmentos de um terraço, observa-se que praticamente não houve diferença nos horizontes e nas orientações de

amostragem, exceto na jusante do terraço, no horizonte Ap, a orientação H se diferiu da V, para a variável CC, e no PMP, onde a orientação H se diferiu das demais. Nos horizontes A1, A2, AB, BA e Bt1 não se diferiram em função da orientação. No hor. Bt2 houve variação em função da orientação de amostragem nas umidades da CC, a orientação inclinada se diferiu H e V.

TABELA 19 - Umidade na capacidade de campo, no ponto de murcha permanente e água disponível nos diferentes horizontes dos três perfis representando os diferentes segmentos de um terraço.

Hor.	Perfil 09 (Jusante do terraço)			Perfil 10 (Camalhão)			Perfil 11 (Canal)		
	Orientações			Orientações			Orientações		
	Horizontal	Inclinada	Vertical	Horizontal	Inclinada	Vertical	Horizontal	Inclinada	Vertical
Capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)									
Ap	0,21 bBC	0,22 abC	0,23 aB	0,21 aB	0,22 aC	0,21 aD	0,28 aAB	0,24 aC	0,18 aE
A1	0,19 aC	0,22 aC	0,25 aB	0,23 aB	0,23 aC	0,23 aD	0,24 aB	0,24 aC	0,25 aD
A2	0,26 aB	0,29 aB	0,29 aB	0,29 aAB	0,29 aB	0,26 aC	0,28 aAB	0,27 aC	0,26 aD
AB	0,34 aA	0,36 aA	0,34 aB	0,33 bA	0,35 aA	0,34 abB	0,31 aAB	0,31 aB	0,30 aC
BA	0,37 aA	0,35 aA	0,48 aA	0,36 aA	0,36 aA	0,37 aA	0,37 aA	0,35 bA	0,32 cBC
Bt1	0,34 aA	0,34 aA	0,37	0,33 aA	0,33 aA	0,34 aAB	0,32 aAB	0,36 aA	0,36 aA
Bt2	0,34 bA	0,36 aA	0,34 bB	0,29 aAB	0,33 aA	0,33 aB	0,34 aA	0,38 aA	0,34 aAB
Ponto de murcha permanente ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)									
Ap	0,07 bE	0,08 aB	0,08 aE	0,11 aC	0,11 aD	0,11 aD	0,06 aD	0,07 aD	0,07 aD
A1	0,07 aE	0,06 aB	0,07 aF	0,12 aC	0,11 aD	0,11 aD	0,04 aE	0,03 aE	0,04 aE
A2	0,13 aD	0,14 aAB	0,14 aD	0,12 aC	0,13 aD	0,12 aD	0,14 aC	0,13 aC	0,14 aC
AB	0,18 bBC	0,20 aA	0,19	0,16 aB	0,16 aC	0,15 aC	0,14 aC	0,15 aC	0,14 aC
BA	0,22 aA	0,14 aAB	0,21 aA	0,23 aA	0,23 aA	0,22 aA	0,22 aA	0,21 aB	0,21 aB
Bt1	0,19 bB	0,22 aA	0,22 aA	0,23 aA	0,23 aA	0,22 aA	0,20 aB	0,21 aB	0,21 aAB
Bt2	0,18 aC	0,19 aA	0,18 aA	0,17 aB	0,18 aB	0,17 aB	0,22 aA	0,24 aA	0,22 aA
Água disponível ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)									
Ap	0,13 aA	0,14 aA	0,14 aA	0,10 aA	0,11 aD	0,10 aC	0,21 aA	0,16 aB	0,11 aC
A1	0,12 aA	0,16 aA	0,18 aA	0,11 aA	0,12	0,11 aC	0,20 aAB	0,20 aA	0,21 aA
A2	0,14 aA	0,16 aA	0,15 aA	0,17 aA	0,16	0,14 aB	0,14 aAB	0,14 aC	0,12 aBC
AB	0,15 aA	0,15 aA	0,14 aA	0,17 bA	0,19 aA	0,18 abA	0,16 aAB	0,16 aB	0,16 aB
BA	0,15 aA	0,20 aA	0,26 aA	0,13 aA	0,13	0,14 aB	0,16 aAB	0,15 abC	0,11 bC
Bt1	0,15 aA	0,11 aA	0,14 aA	0,10 aA	0,10 aD	0,11 aC	0,15 aAB	0,15 aC	0,15 aBC
Bt2	0,16 aA	0,17 aA	0,15 aA	0,12 aA	0,15	0,15 aB	0,13	0,14 aC	0,11 bC

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Letras maiúsculas, na coluna, compara médias para a mesma orientação em diferentes horizontes do perfil. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha ou de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

As curvas de retenção de água para os segmentos de um terraço, localizado na posição ombreira e do perfil a jusante do mesmo são apresentadas nas Figuras 26 a 28.

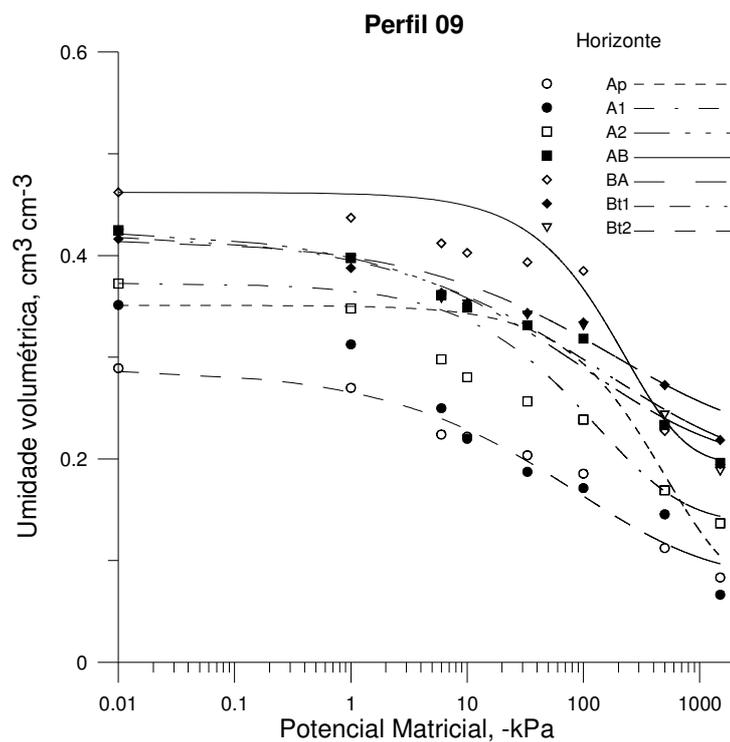


FIGURA 27 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pastagem cultivada, para todos os horizontes do perfil. Perfil 09 (ombro – jusante do terraço), Depressão Central do RS.

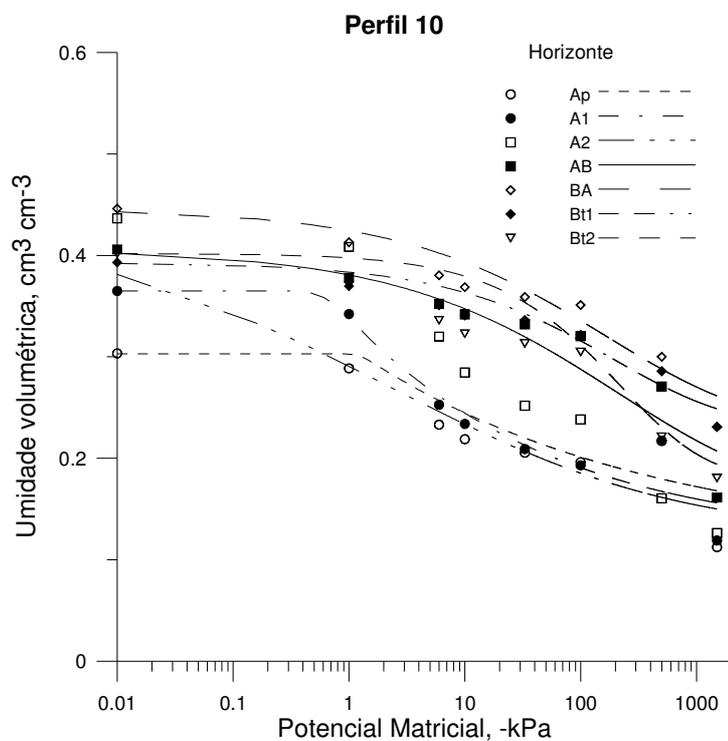


FIGURA 28 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pastagem cultivada, para todos os horizontes do perfil. Perfil 10 (ombro – camalhão do terraço), Depressão Central do RS.

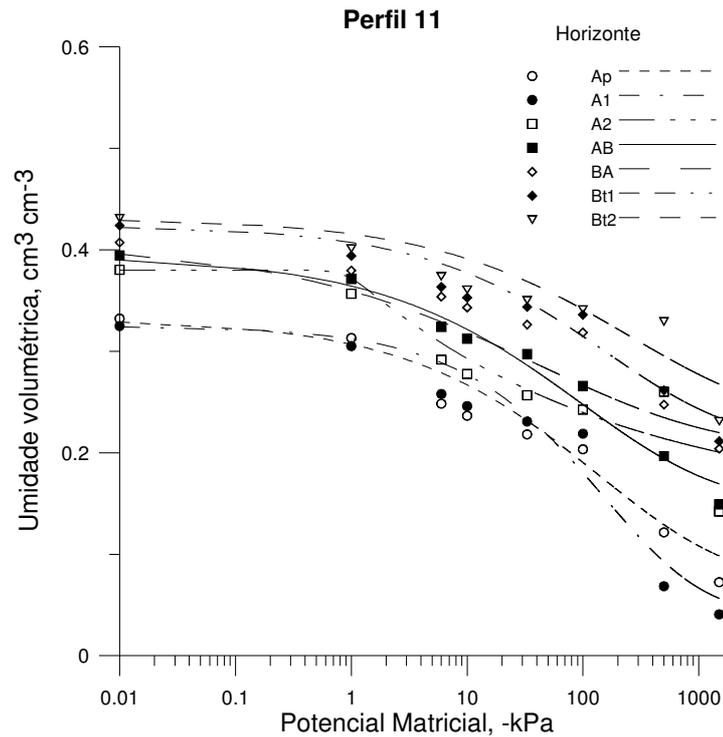


FIGURA 29 – Curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten, para o Argissolo Vermelho sob pastagem cultivada, para todos os horizontes do perfil. Perfil 11 (ombro – canal do terraço), Depressão Central do RS.

4.4 Estimativa de perdas de solo em uma vertente aplicando a RUSLE combinada ao SIG

Na Tabela 20 são apresentadas as informações sobre a altitude, uso e manejo, posição na paisagem e classificação dos solos da topossequência. Os atributos físicos, químicos e o valor do fator erodibilidade (K) do horizonte Ap dos treze perfis de solos da vertente são apresentados na Tabela 21.

No sistema pedológico Argissolo-Gleissolo, a preocupação maior deve ser com a erosão, visto que o solo é composto por considerável quantidade de areia.

Na parte superior da topossequência o solo é bem drenado, ocorrendo Argissolo Vermelho Distrófico no interflúvio (perfis 13 e 12), no ombro (perfis 11 a 9) e na encosta (perfis 8 a 4). Na parte inferior - mal drenada – ocorre Gleissolo Háptico (perfis 3 a 1) (Figura 6).

TABELA 20 – Altitude, uso e manejo, posição na paisagem e classificação dos solos da topossequência

Perfil	Altitude (m)	Uso do solo	Manejo do solo	Posição na paisagem	Classificação do Solo
P1	79	Pastagem perene	Sem preparo	Pedimento	Gleissolo Háptico
P2	82	Pastagem perene	Sem preparo	Pedimento	Gleissolo Háptico
P3	83	Pastagem perene	Sem preparo	Pedimento	Gleissolo Háptico
P4	85	Pastagem perene	Sem preparo	Encosta	Argissolo Vermelho
P5	86	Pastagem perene	Sem preparo	Encosta	Argissolo Vermelho
P6	87	Pastagem perene	Sem preparo	Encosta	Argissolo Vermelho
P7	91	Pousio	Sem preparo	Encosta	Argissolo Vermelho
P8	94	Pastagem perene	Sem preparo	Encosta	Argissolo Vermelho
P9	95	Pousio	Sem preparo	Ombro	Argissolo Vermelho
P10	95	Pousio	Sem preparo	Ombro	Argissolo Vermelho
P11	95	Aveia-milheto	Convencional	Ombro	Argissolo Vermelho
P12	96	Aveia-milheto	Convencional	Interflúvio	Argissolo Vermelho
P13	99	Aveia-milheto	Convencional	Interflúvio	Argissolo Vermelho

Para o completo entendimento dos processos erosivos torna-se necessário o envolvimento de análises laboratoriais mais complexas, porém estas são mais eficazes e eficientes nas suas respostas quando é coletada nos locais mais representativos, isto é facilmente conseguido com estudos em topossequência do solo.

Considerando apenas o teor de matéria orgânica presente nos diferentes perfis de solo, já poderia afirmar que se trata de solos erodíveis em função do baixo teor de matéria orgânica presente nos diferentes tipos de solos (perfil 01 ao 13), exceto o perfil 5 que apresenta um teor médio de matéria orgânica.

Certos solos são mais suscetíveis à erosão do que outros, de acordo com as suas características físicas, notadamente textura, permeabilidade e profundidade. Solos de textura média, como é o caso dos Argissolos, são os mais facilmente erodidos (Tabela 21) e também são menos permeáveis nos horizontes subsuperficiais devido á presença de horizonte B mais

adensado, com acumulação de argila. Essas características associadas ao baixo teor de matéria orgânica (MOS) presente nos diferentes perfis de solo, já seriam suficientes para afirmar que se trata de solos erodíveis, exceto o perfil 5 que apresenta um teor MOS médio (Tabela 21).

TABELA 21 - Atributos do horizonte Ap dos solos estudados

Perfil	Areia Grossa	Areia fina	Silte	Argila	MOS	Ds	Ks	K
	-----(g kg^{-1})-----					MJ mm^{-3}	mm h^{-1}	$[\text{t h (MJ mm)}^{-1}]$
1	375	296	144	185	19	1.43	69.55	0.059933
2	390	248	233	129	12	1.68	8.74	0.062704
3	686	43	152	119	20	1.63	65.72	0,039599
4	611	60	182	147	24	1.75	14.73	0,044216
5	646	62	162	130	31	1.59	41.08	0,042506
6	416	292	159	133	17	1.65	57.45	0,060688
7	446	246	180	128	7	1.44	77.26	0,058957
8	369	289	171	176	12	1.59	0.86	0,061300
9	335	253	200	212	13	1.38	80.01	0,060825
10	391	266	182	162	10	1.58	5.28	0,060483
11	469	337	99	95	5	1.51	353.6	0,053588
12	363	283	186	168	13	1.73	14.69	0,051222
13	303	274	238	185	15	1.61	21.92	0,064721

As curvas de nível da área da vertente são apresentadas na Figura 29. Foram gerados quatro mapas: mapa do fator LS – topográfico (Figura 31); mapa do fator K (Figura 30); mapa do fator C – cobertura do solo (Figura 32) e o mapa de perdas de solo (Figura 33).

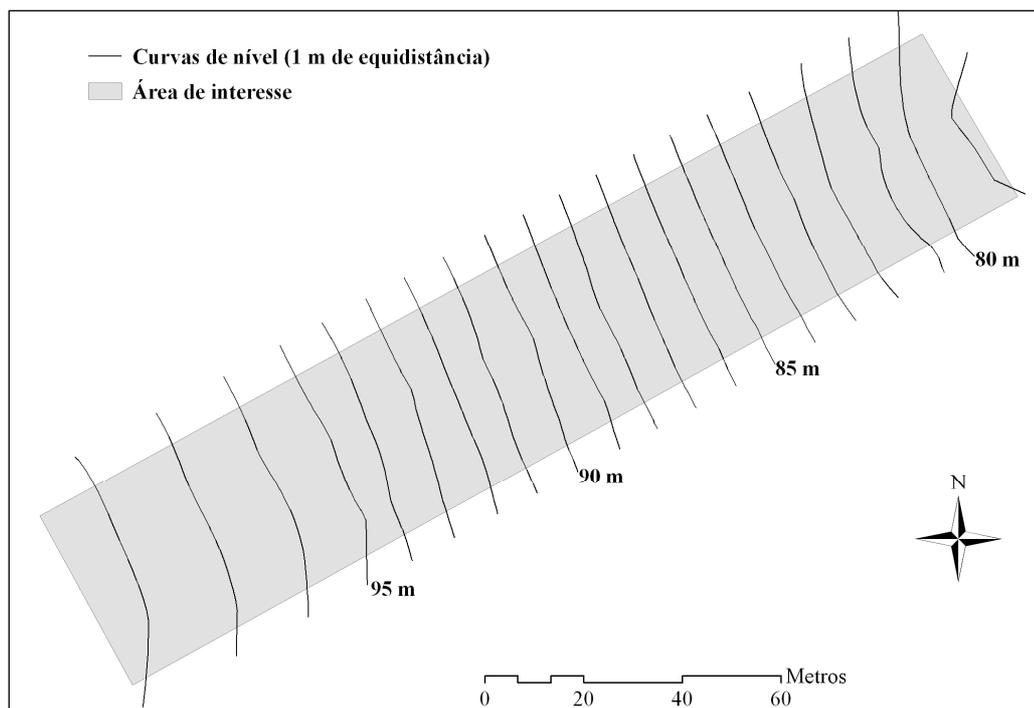


FIGURA 30 – Curvas de nível na vertente

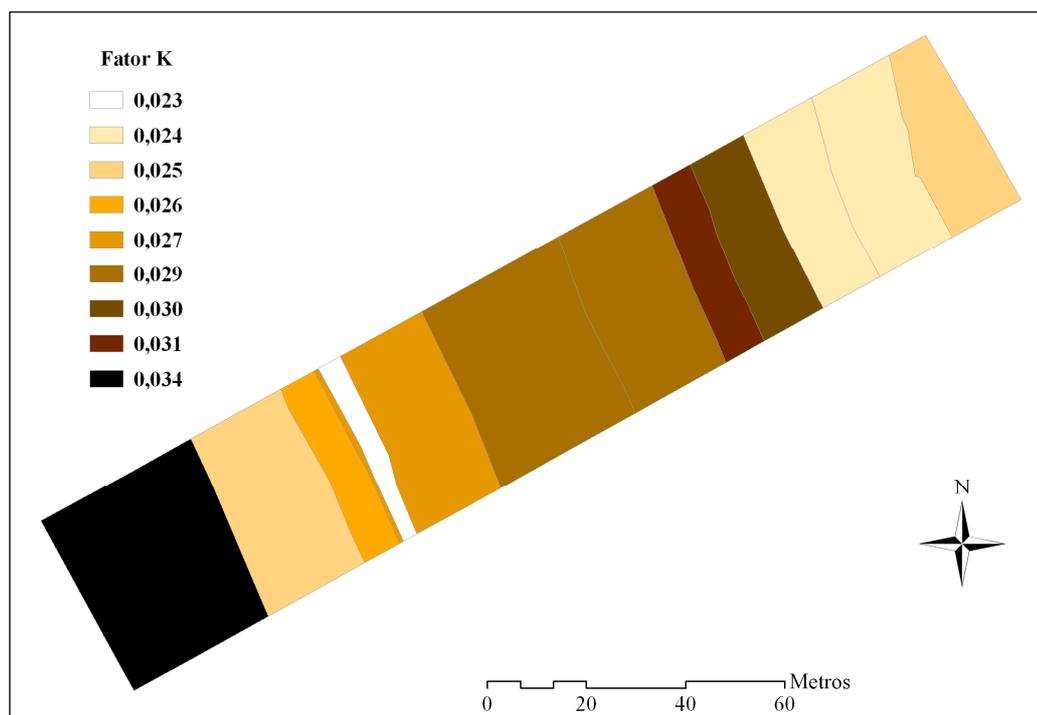


FIGURA 31 - Mapa de erodibilidade (fator K).

Como a área é cultivada com pastagem – sem plantio morro abaixo – e apresentam dois terraços que diminuem o comprimento de rampa, o fator P foi considerado de 0,65.

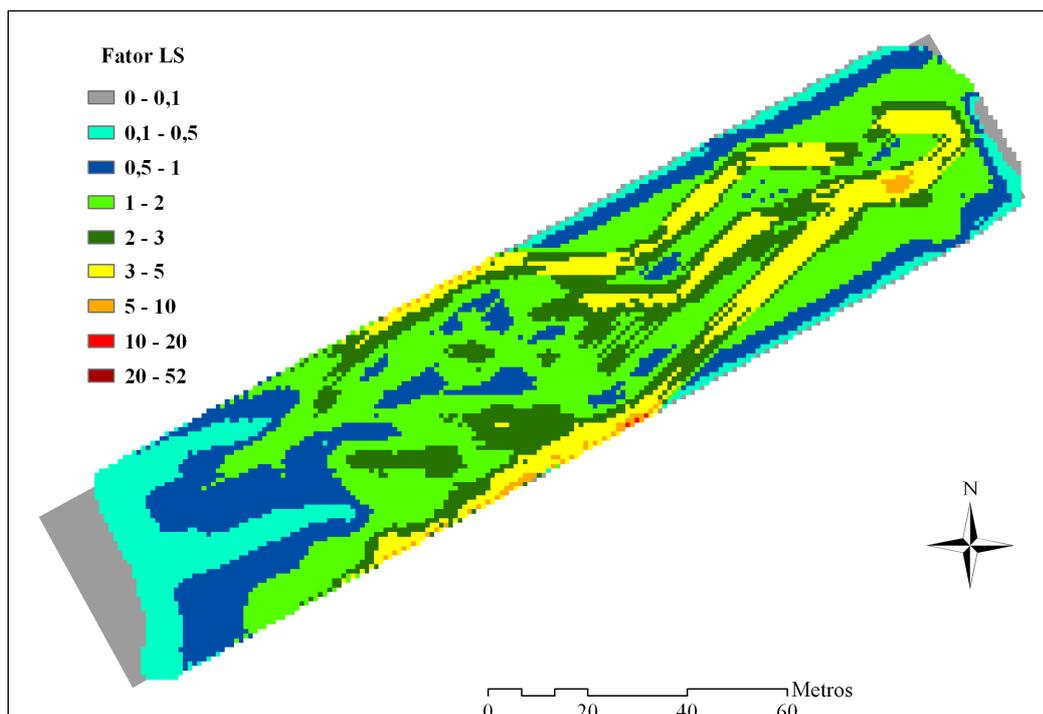


FIGURA 32 - Mapa do fator topográfico (LS).

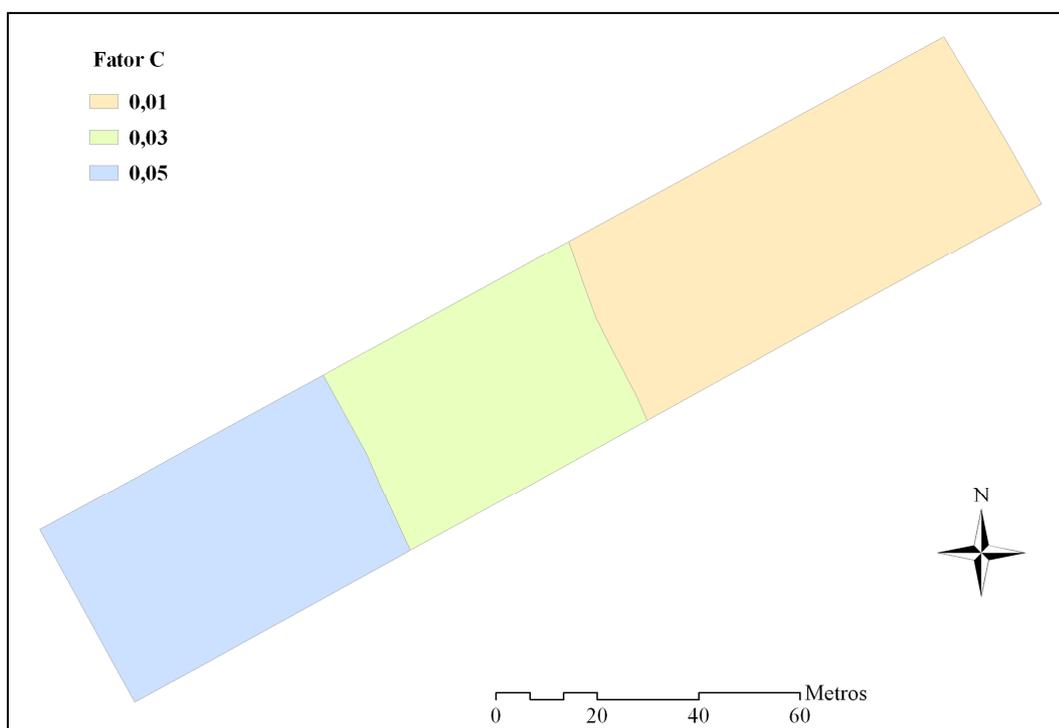


FIGURA 33 - Mapa do fator C - Cobertura do solo

O fator C para a pastagem degradada foi de 0,05 e 0,03 para a porção mediana do relevo, enquanto que a pastagem nativa foi 0,01. A vegetação da área é composta por campo nativo e pastagem anual, com aveia no inverno e milho no verão.

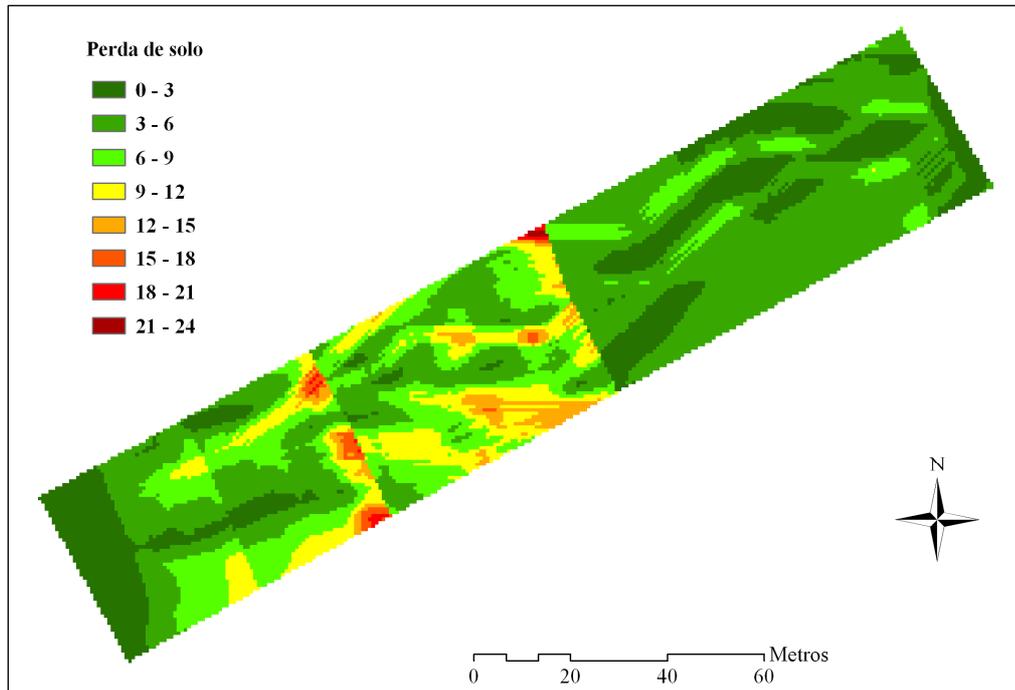


FIGURA 34 - Mapa de perdas de solo

Na Figura 33, pode-se identificar as áreas de maior erosão, localizadas na encosta superior, ombro e no interflúvio. As cores vermelhas indicam as áreas com maior erosão e os verdes com uma menor erosão. Nota-se, na Figura 33, duas faixas de mudança abrupta nos valores de perda de solo, as quais são geradas pelas também abruptas mudanças no manejo do solo (Tabela 20).

A maneira como a terra é manejada tem influência direta nas perdas de solo. As áreas com maior perda de solo são, exatamente, aquelas com intensa e inadequada atividade agrícola. A calagem e a adubação insuficiente associado com pastejo intensivo de animais refletem-se na baixa cobertura, degradação das propriedades físicas e químicas e, conseqüentemente, erosão hídrica e degradação da área.

A perda média de solo foi de $5,44 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. O conhecimento da variabilidade espacial da erosão e das áreas que estão potencialmente contribuindo com sedimentos, obtido através da aplicação da RUSLE combinada ao SIG, permite pensar estratégias de manejo e conservação do solo e da água. Portanto, as áreas do interflúvio, ombro e encosta devem ser mantidas com cobertura permanente do solo, através da implantação de uma pastagem perene, havendo necessidade de recuperação da fertilidade do solo. A melhor maneira de se manter os resíduos na superfície será através do sistema de semeadura direta, para evitar a mobilização do solo, além de manter e aumentar a MOS a médio e longo prazo.

5 CONCLUSÕES

Na toposequência de solos, foram classificadas duas classes de solos, os Argissolos e os Gleissolos.

Os Argissolos variaram morfológicamente na espessura de horizonte A, início da profundidade do horizonte B e composição granulométrica. Apresentaram limitações químicas, como baixa fertilidade do solo, alta acidez e limitações físicas como textura média nos horizontes superficiais, rápida infiltração, que diminui no horizonte B textural devido a sua menor permeabilidade.

Os Gleissolos apresentaram sérias limitações impostas pela presença de lençol freático próximo à superfície. Se constituem em solos de baixa fertilidade, alta saturação de alumínio e baixa saturação de bases.

A condutividade hidráulica comporta-se de maneira diferente em cada um dos horizontes dos perfis, variando drasticamente os valores observados em superfície em relação a subsuperfície, em consequência das variações na textura e na estrutura do solo.

A interrelação das diferentes variáveis permite uma melhor avaliação da capacidade de um determinado solo em conduzir água nos diferentes horizontes de um perfil, considerando que há variações na textura e na estrutura dos solos.

O pisoteio animal promoveu aumento da densidade e redução da porosidade no solo, nos horizontes superficiais dos perfis de solo da toposequência, provocando fluxo anisotrópico de água no solo, diferindo dos horizontes subjacentes.

A maior variação da permeabilidade ao ar ocorreu entre os potenciais matriciais de -2 e -6 kPa, demonstrando sua alta correlação e dependência com os macroporos.

A retenção de água no solo está nitidamente associada à granulometria. A menor retenção de água em todos os perfis ocorreu nos horizontes com textura média, representados pelos horizontes Ap e A1, em todas as tensões, enquanto que nos horizontes mais profundos (Bt1 e Bt2) houve maior retenção, como consequência da diminuição do teor de areia e aumento do teor de argila. Os horizontes de transição AB e BA apresentaram comportamento intermediário.

A água disponível no solo para as plantas foi influenciada diretamente pela granulometria. A disponibilidade de água aumentou com o aumento da fração areia e diminuiu com o aumento da fração argila.

Correlações negativas da CC e PMP com a densidade do solo podem ser verificadas quando ocorre variação desta, principalmente por mudança da composição granulométrica.

A aplicação de metodologia que acopla a RUSLE em ambiente SIG, permitiu a discretização da variabilidade espacial dos fatores que determinam as perdas, bem como as perdas de solo numa topossequência da Depressão Central do RS.

As estratégias de manejo e conservação do solo e da água devem ser ajustadas de acordo com a necessidade de cada área a partir das informações da variabilidade espacial das áreas que apresentam maior potencial de erosão.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com os estudos aqui relatados apontam para uma confirmação da hipótese geral, uma vez que, a partir deste levantamento de topossequência, foi possível uma compreensão da distribuição e variação dos solos na paisagem. Permitindo com isto, identificar as principais variações morfológicas, químicas e físico-hídricas do sistema Argissolo-Gleissolo, permitindo afirmar ainda, que os estudos morfológicos, em topossequências, servem para indicar os locais mais adequados para abertura das trincheiras representativas, bem como, orientar a caracterização química e físico-hídrica em campo, para que os resultados obtidos sejam confiáveis para a caracterização do comportamento físico-hídrico associada à caracterização pedológica do perfil e na dedução da direção preferencial dos fluxos internos do solo em cada um dos horizontes dos perfis.

O procedimento metodológico denominado de Análise Estrutural, permite a compreensão da distribuição, variação dos solos na paisagem e do comportamento físico-hídrico nos diferentes segmentos da vertente. Propriedades frequentemente utilizadas para descrever a condutividade hidráulica saturada (K_{sat}), como a densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total, podem não ser suficientes para elucidar a variação desta, devendo ainda ser analisada a orientação do fluxo preferencial e continuidade dos poros no solo. As propriedades físicas, como a textura e a estrutura do solo, contribuem na capacidade de fornecimento de nutrientes, assim como, na retenção e condução de água e ar, necessários para o desenvolvimento das plantas. Pela sua influência no movimento da água através do solo e fora dele, na superfície, também exercem efeitos sobre a degradação dos solos. Conclui-se que o estudo e levantamento, bem como, a caracterização de solos, podem ser um auxílio quando desejamos recuperar áreas degradadas, ou então manter o ambiente sustentável, pois permite um conhecimento das variações de uma mesma classe de solo em pequenas distâncias possibilitando uma planificação de uso e manejos ajustados a cada área.

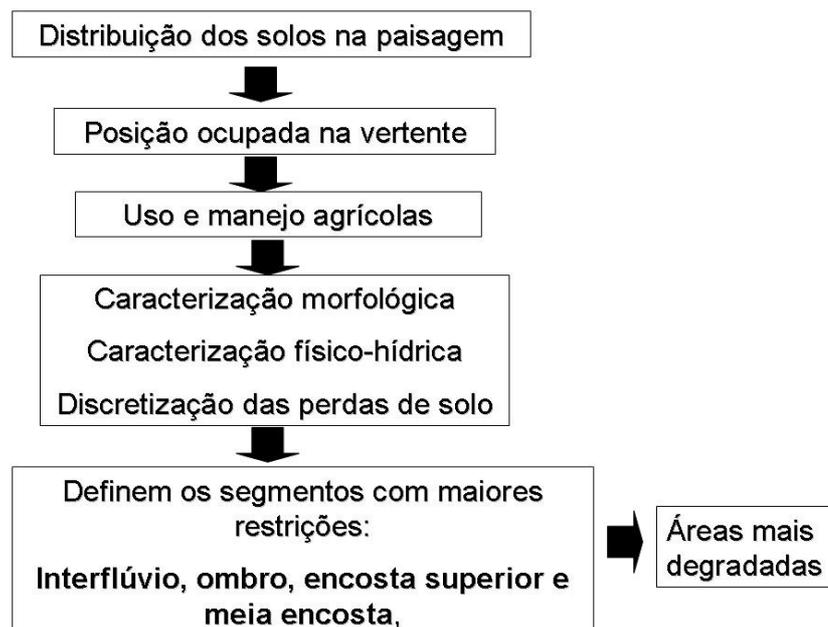
A caracterização do comportamento físico-hídrico da vertente revelou padrões contrastantes em relação a direção predominante dos fluxos hídricos, podendo ser exemplificado, a partir dos resultados obtidos no segmento interflúvio da vertente onde confirmaram-se os fluxos hídricos inclinado para horizonte Ap, vertical para A1 e horizontal para os demais horizontes. Para o segmento encosta predominou padrões inclinados e laterais.

Permitindo, verificar a existência de fluxo preferencial, podendo este iniciar nos horizontes de transição, quando este apresentar textura argilosa, como no caso do perfil 8, no segmento encosta superior, e a formação de pipes (circulação de água por tubos naturais internos), ocasionando maiores perdas de solo e induzido o surgimento de erosão em voçorocas.

A presença de camadas subsuperficiais menos permeáveis no solo do que as camadas superficiais faz com que, em adição ao fluxo vertical da água, ocorra um fluxo lateral subsuperficial na vertente no sentido da montante para a jusante, chamado de interfluxo, paralelo às camadas de menor permeabilidade. Os fluxos preferenciais estão associados as diferenças texturais vinculadas com o segmento da vertente ocupado pelo perfil mais do que as estruturais. O fluxo relacionado com as condições de estrutura do solo, ocorre nos perfis que apresentam maior atividade biológica e de raízes.

A compactação do solo nos horizontes superficiais, decorrentes das ações antrópicas acarretou a redução do espaço poroso, principalmente dos macroporos, o que afeta as propriedades físico-hídricas.

Integrando as informações da distribuição dos solos na paisagem com os segmentos da vertente por eles ocupado, e as condições de uso e manejo das áreas de pastagem com os resultados da caracterização morfológica, química e físico-hídrica e a discretização das perdas de solo, conclui-se que os segmentos interflúvio, ombro e encosta superior e a meia encosta, apresentam as maiores restrições no comportamento físico-hídrico, constituído-se de solos degradados. Coincidindo-se com as maiores perdas de solo na vertente, como pode ser observado abaixo:



As estratégias de manejo e conservação do solo e da água devem ser ajustadas de acordo com a necessidade de cada área a partir das informações da variabilidade espacial das áreas que apresentam maior potencial de erosão e maiores restrições no comportamento físico-hídrico.

Com base nos resultados obtidos de caracterização morfológica, química e físico-hídrica dos solos da vertente, há possibilidade de utilizar este banco de dados da presente pesquisa nos seguintes estudos:

- 1) Fazer as análises de correlação para as propriedades físico-hídricas para todos os perfis de solo estudados;
- 2) As propriedades físico-hídricas podem servir como variáveis de entrada para a elaboração de funções de pedotransferência para estimar a condutividade hidráulica do solo saturado;
- 3) Avaliar por meio de contrastes ortogonais os segmentos da vertente, uma vez que, o experimento não apresenta um delineamento experimental convencional; podendo-se ainda utilizar os resultados obtidos na investigação – não apresentados no presente trabalho, para constituir uma repetição por segmento da vertente, uma vez que se tem mais de um perfil por segmento;
- 4) Obter os parâmetros de entrada necessários para simulação do fluxo subsuperficial de água utilizando o software HYDRUS – 2 D para os perfis de solo da topossequência.

REFERÊNCIAS

ABREU, S. L. **Propriedades hídricas e mecânicas afetadas por sistemas de manejo e variabilidade espacial de um Argissolo.** 2000. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E. Variabilidade de solo e planta em Podzólico Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Campinas, v. 20, n.1, p. 151-157, 1996.

ANDERSON, M. G.; BURT, T. P. **The role of topography in controlling throughflow generation.** Inglaterra. p. 331-344, 1978. (**Earth Surface Processes 3**).

ASSAD, M. L. L. et al. Relação entre água retida e conteúdo de areia total em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Agrometeorologia.** Passo Fundo. v. 9, n. 3 (Nº especial: Zoneamento Agrícola), p. 588-596, dez. 2001.

BACK, A. J. et al. Sistemas de drenagem em regime variável. **Revista Ceres.** Viçosa, v. 37, n. 209, p. 36-49, 1990.

BALL, B. C. et al. Soil structural quality compaction and land management. **European Journal Soil Science.** v. 48, p. 593-601, 1997.

BARRETO, A. N et al. Condutividade hidráulica saturada em um solo aluvial do perímetro irrigado de São Gonçalo, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, v. 5, n.1, p.152-155, jan./abril. 2001.

BASCOMB, C. L.; JARVIS, M. G. Variability in three areas of the Denchworth soil map unit.1. Purity of the map unit and property variability within it. **The Journal of Soil Science.** v. 27, p. 420-437, 1976.

BECKETT, P. H. T.; WEBSTER, R. Soil variability: A review. **Soil and Fertilizers.** v. 34, p. 1-15, 1971.

BEVEN, K. J.; GERMAN, P. Macropores and water flow in soils. **Water Resour.Res.** 18, p. 1311-1325, 1982.

BOCQUIER, G. **Génèse et evolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad: interprétation byogéodynamique.** Paris. ORSTOM, 350 p. (Mémoires ORSTOM, 62), 1973.

BOULAINÉ, J. Remarques sur quelques notions élémentaires de la pédologie. 1. Pédon. Profil et sol. 2. Lês horizons. 3. La variabilité latérale de sols. Cah. ORSTOM. **Ser. Pédol.** 19, p. 309-321, 1982.

BOULET, R. et al. **Analyse structurale et pédologie. I.** - Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol., 19. p. 309-322, 1982 a.

BOULET, R.; HUBEL, F. X; LUCAS, Y. **Analyse structurale et cartographie em pédologie. II** – Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol., 19. p. 323-339, 1982 b.

BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Campinas, 1988. **Anais.** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p.79-90.

BOUMA, J. Soil morphology and preferential flow along macropores. **Agric. Water Manage.** v. 3, p. 235-250, 1981.

BOUMA, J. Measuring the conductivity of soil with continuous macropores. **Soil Science Society of America Journal.** . 46, p. 438-441, 1982.

BOUMA, J. Hydropedology as a powerful tool for environmental policy research. **Geoderma.** v. 131, p. 275-285, 2006.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades do solo.** 6. ed. Rio de Janeiro: Freitas, 1983. 647 p.

BRADY, N. C. **The natures and properties of soils.** 8th ed. New York: MacMillan Publ. 1984, 639 p.

BRANDT, A. A. **Carregamento estático e dinâmico e sua relação com tensão, deformação e fluxos no solo.** 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, PE, (DNPEA. Boletim técnico, 30), 1973. 431 p.

BRASIL. **Legislação do meio ambiente** . 4º ed. Senado Federal. Vol (I), 1997. 815 p.

BRIGGS, L. J.; SHANTZ, H. L. The wilting coefficient an its indirect measurement. **Botanical Gazette**. v. 53, p. 20-37, 1912.

BRIGGS, D. J.; SHISHIRA, E. K. Soil variability in geomorphologically defined survey units in the Albudeite area of Murcia province. Spain. **Catena**, suppl. 6, p. 69-84, 1985.

BROOKS, R. H., COREY, A. T. Hydraulic properties of porous media. **Hydrology paper**. Civil Engineering Department, Colorado State University . Fort Collins, Colorado. 1964.

BUCHTER, B. et al. Spatial variability along transects. **Soil Technology**. 4. p. 297-314, 1991.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assesment**. New York, Orford University Press, 1986. 237 p.

CAMARGO, O. A de; ALLEONI, L.R. **Efeitos da compactação em atributos do solo**. Disponível em <<http://www.infobibos.com/Artigos/compSolo/C4/C4.htm>>. Acesso em 01 de abril, 2009.

CANELLAS, L. P. et al. A. Frações da Matéria Orgânica em seis solos de uma topossequência no estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 1, p.133-143. 2000.

CASSOL, JR. I. et al. **Diagnóstico sócio-econômico do entorno de Santa Maria – RS**. Disponível em : <http://.../sri/CooperaçãoInternacional/Docs_CoopItaliana/>. Acesso em 10 de set, 2008.

CASTRO, S. S. et al. Micromorfologia do solo: bases e aplicações. In: CURI, N. et al. eds. **Tópicos em Ciência do solo**. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 3. p. 107-164, 2003.

CHEN, C. Y; WAGENET, R. J. Simulation of water and chemicals in macropore soils: 1. Representation of the equivalent macroporo influence and its effecton soil-water flow. **J. Hydrol**. 130. p. 105-126, 1992:

COGO, C. M.; ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A. Erosividade das chuvas em Santa Maria, RS, determinada pelo índice EI30. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. v. 14, p. 309-317, 2006.

CORCINI, A. L. M.. **Varição temporal da estrutura do solo em sistemas integrados de cultivo da cebola no Uruguai**. 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

CORSINI, P. C. Modificações de características físico-hídricas em perfis de série Jaboticabal e Santa Tereza, ocasionadas pelo cultivo intensivo. **Científico**. Jaboticabal, v. 2, n. 2, p. 49-161, mês 03, 1974.

DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. de A. Distribuição dos solos no ambiente. In: FÓRUM SOLOS E AMBIENTE, 1., 2004, Santa Maria. **Solos & Ambiente**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2004, p. 23-39.

DARCY, H. **Lês fontaines publiques de La ville de dijon**. V. Dalmont, Paris, 1856. 674 p.

DARLYMPLE, J.B. et al. A hypothetical nine unit land surface model. **Geomorphology**, v. 12, n. 1, p.60-76, 1968.

DECAGON DEVICES, I. **Operator's manual version 1.3 WP4 dewpoint potentiometer**. Washington: Decagon. 70 p., 2000.

DEMATTE, J. L. I. MARCONI, A. A drenagem na mineralogia de solos desenvolvidos de diabásico em Piracicaba (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas. v. 15, p. 1-8, 1991.

DORAN, J. W; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W., COLEMAN, D. C., BEZDICEK, D. F; STEWART, B. A. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p. 3-21. (SSSA Special publication, 35).

DOURADO-NETO, D. et al. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2,00. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1, p.191-192, 2000.
EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: EMBRAPA/SPI, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.

FARIA, R. T.; COSTA, A. C. S. Tensiômetro: construção, instalação e utilização; um aparelho simples para se determinar quando irrigar. Londrina, IAPAR, 1987, 24 p. (IAPAR, Circular, 56).

FERNANDES, B. et al. Efeito de três sistemas de preparo do solo na densidade aparente, na porosidade total e na distribuição dos poros, em dois solos (Typic Argiaquoll e Typic Hapludalf). **Revista Ceres**, v. 34, p. 562-568, 1983.

FIORIN, J. E.; REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A. Armazenamento de água no solo e crescimento e produção do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 21, n. 2, p. 249-255, 1997.

FRITSCH, E.; FITZPATRICK, R. W. Interpretation of soil features produced by ancient and modern processes in degraded landscapes. 1. A new method for constructing conceptual soil-water-landscape models. **Australian Journal of soil Research** v. 32, p. 889-907, 1994.

GRABLE; SIEMER. Effects of bulk density, aggregate size and soil water suction on oxygen diffusion, redox potentials and elongation of corn roots. **Soil Science Society of America Journal**. Proc. v. 32, p. 180-186, 1968.

GUERRA, H. O. C. **Física dos solos**. Campina Grande: UFCG, 2000, 173 p.

GUBIANI, P. I.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Método alternativo para a determinação da densidade de partículas do solo - exatidão, precisão e tempo de processamento. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 664-668, 2006.

GUBIANI, P. I. et al. Ksat 2008 – Programa computacional auxiliar na determinação da condutividade hidráulica de solo saturado pelo método do permeâmetro de carga decrescente. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 17., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2008. CD-ROM.

HALL, G. F.; OLSON, C. G. Predicting variability of soils from landscape models. In: SEGOE, S. Spatial variabilities of soils and landforms. Madison: **Soil Science Society of America Journal**, p. 9-24, 1991.

- HANNA, A. Y.; HARLAN, P. W.; LEWIS, D. T. Soil available water as influenced by landscape position and aspect. **Agronomy Journal**. Madison, v. 74, n. 6, p. 999-1004, 1982.
- HARRISON, J. B. J.; McFADDEN, L. D.; WELDON, R. J. Spatial soil variability in the Cajon Pass chronosequence: implications for the use of soils as a geochronological tool. **Geomorphology**. v. 3. p. 399-416, 1990.
- HARTGE, K. H.; HORN, R. **Die physikalische Untersuchung von Böden**. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag, 1992, 177 p.
- HEINNINGER et al. surface soil moisture within a watershed: variations, factors influencing and relationships to surface runoff. **Soil Science Society of America Journal**, v. 40, p.773-776, 1976.
- HILLEL, D. **Environmental soil physics**. San Diego, Academic Press, 1998. 771 p.
- HILLS, T. C.; REYNOLDS, S. G. Illustrations of soil moisture variability in selected areas and plots of different sizes. **J. Hydrol.** v. 8, p. 24-47, 1969.
- HORN, R.; VOSSBRINK, J.; BECKER, S. Modern forestry vehicles and their impacts on soil physical properties. **Soil & Tillage Research**. Amsterdam, v. 79, n. 2, p. 207-219, Dec. 2004.
- HOUSE, M. L. et al. Spatial analysis of machine-wheel traffic effects on soil physical properties. **Soil Science Society of America Journal**. Madison. v. 65. p. 1376-1384, 2001.
- HUDSON, B. D. Soil organic matter and available water capacity. **Journal Soil Water Conservation**. v. 49, p.189-194, 1994.
- HUGGETT, R. J. Soil landscape systems: a model of soil Genesis. **Geoderma**, v. 13, p.1-22, 1975.
- HURLEY, D. G.; PANTELIS, G. Unsaturated and saturated flow through a thin porous layer on a hillslope. **Water Resources Research**, v. 21, p. 821-824, 1985.
- INDA JUNIOR, A.V. **Conformação da paisagem, umidade e gênese de solos desenvolvidos sobre o Membro Alemão da formação Santa Maria**. 1997. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.
- IVERSEN, B. V. et al. Field application of a portable air permeameter to characterize spatial variability in air and water permeability. **Vadose Zone Journal**, v. 2, p. 618-626, 2003.

JONG VAN LIER. Q. Índices da disponibilidade de água para as plantas. **Tópicos em Ciência do Solo**. v. 1, p. 95-106, 2000.

JUHÁSZ, C. E. P. et al. Dinâmica físico-hídrica de uma topossequência de solos sob savana florestada (Cerradão) em Assis, Sp. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas. v. 30, p. 401-412, 2006.

KARMANN, I. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In. **Decifrando a Terra**. Organizadores: Wilson Teixeira....[et al.]. – São Paulo: Oficina de texto, 2000. Reimpressão, 2001. 568 p.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia: Relações solo-planta**, São Paulo, Ceres, 1979. 262 p.

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Densidade e distribuição de diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa. v. 26, n. 4, p. 857-867, 2002.

KLEIN, V. A. et al. Estabilidade dos agregados do solo em função da compactação. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 6, Passo Fundo, 2006. **Anais...** Passo Fundo, NRS-SBCS, 2006, CD-ROM.

KMOCH, H. G.; HANUS, H. vereinfachte Methodik und Auswertung der Permeabilitätsmessung des Bodens für Luft. **Zeitschrift für Pflanzenernährung Düngung**, und Bodenkunde. Band 111, p. 1-10, 1965.

KOOREVAAR et al. Elements of soil physics. Elsevier Ed, 1983, 227 p.

KUTÍLEK, M. I.; NIELSEN, D. R. **Soil hydrology**. Berlim: Verlag, 1994, 370 p.

LAL, R.; MAHOBUBI, A. A.; FAUSEY, N. R. Long-term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio Soil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison. v. 58, p. 517-522, 1994.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1996. 83 p.

LEMOS, R. C; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 4 ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 83 p.

LIBARDI, P. L. Dinâmica da água no solo. São Paulo: EDUSP. 2005, 335 p.

LIN, H. Temporal stability of soil moisture spatial pattern and subsurface preferential flow pathways in the Shale Hills Catchment. **Vadose Zone J.** v. 5, 2006.

MAFRA, N. M. C. Erosão e planificação de uso do solo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 301-320, 1999.

MECKE, M.; WESTMAN, C. J. Y; ILVESHIMI, H.: Prediction of near-saturated hydraulic conductivity in three Podzolic boreal forest soils. **Soil Science Society of America Journal.** v. 64, p. 485-492, 2000.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. Integração dos diferentes enfoques envolvidos no fenômeno da erosão hídrica. In: COUTO, E. G.; BUENO, J. F. **Os (des) caminhos do uso da água na agricultura brasileira.** Cuiabá, MT: UFMT, SBCS, p. 167-198, 2004.

MESQUITA, M. G. B. F.; MORAES, S. O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. **Ciência Rural.** v. 34, p. 963-969, 2004.

MEYER, L. D.; MANNERING, J. V. **Tillage and land modification for water erosion control.** In: AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURE ENGINEERS: TILLAGE FOR GREATER CROP PRODUCTION CONFERENCE, v. 11, 1967, 12 p.

MILNE, G. Some suggested units of classification and mapping, particularly for East African Soils. **Soil Res.**, v. 4, p. 183-198, 1935.

MOHANTY, B. P. Saturated hydraulic conductivity and soil water retention properties across a soil-slope transition. **Water Resources Research**, v.3 6., n.11, p. 3311-3324, 2000.

MOORE, I. D.; BURCH, G. J.; MACKENZIE, D. H. Topographic effects on the distribution of surface water and the location of ephemeral gullies. **Trans. Am Soc. Agric. Eng.** v. 31, p. 1098-1107, 1988.

MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation.** 3a. ed. Blackwell publishing, 2006. 304 p

MOUTONNET, P.; SCHMIDT, F. Variabilité spatiale de la densité apparente et de l'humidité volumique d'un sol alluvial. **Bulletin du G.F.H.N.**, v.17, p. 53-63, 1985

MUNSELL COLOR COMPANY. **Munsell collar soil charts**. Baltimore, 1954.

NAKANO, K.; MIYAZAKI, T. Predicting the saturated hydraulic conductivity of compacted subsoils using the non-similar media concept. **Soil & Tillage Research** 84. Elsevier. p.145-153, 2005.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 442 p.

OLIVEIRA, L. F. C. et al. Influência da condutividade hidráulica na altura do lençol freático, espaçamento de drenos e na produtividade do milho. **Bioc. Jornal**. v. 19, p. 35-41, 2003.

OLIVEIRA, J. B. de. **Pedologia aplicada**. 3.ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592 p.:Il.

PACHEPSKY, Y. A. RAWLS, W. J.; LIN, H. S. Hydropedology and pedotransfer functions. **Geoderma**. v. 131, Issues 3-4, p. 308-316. 2006.

PETH, S. **Bodenphysikalische Untersuchungen zur Trittbelastung Von Böden bei der Rentierweidewirtschaft an borealen Wald - und subarktisch-alpinen Tundrenstandorten: Auswirkungen auf thermische, hydraulische und mechanische Bodeneigenschaften**. 2004. 90 f. Schriftenreihe (Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde) – Christian albrechts Universität Kiel, Kiel, 2004.

QUEIROZ NETO, J. P. et al. Um estudo de dinâmica de solos: formação e transformação de perfis com horizontes B textural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17, Salvador, 1981. **Anais**. Salvador, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1981. CD. ROM.

QUEIROZ NETO, J. P. Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21, Campinas, 1988. **Anais**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 415-430, 1988.

QUEIROZ NETO, J. P. Análise estrutural da cobertura pedológica: Uma experiência de ensino e pesquisa. **R. Depto. Geografia USP**. v. 15, p. 77-90, 2002.

RASSAM et al. Modelling variably saturated flow with Hydrus – 2D. 2003.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. Editora Manole Ltda. São Paulo, Brasil. 1990, 188 p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo planta e atmosfera – conceitos, processos e aplicações**. Barueri - SP: Manole, 2004. 478 p.

REICHERT, J. M.; et al. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ciência & Ambiente**, edição 27, Santa Maria, p. 29-48, 2003.

REICHERT, J. M.; et al. Compactação do solo em sistema de plantio direto: limites críticos e mitigação. In: COUTO, E. G.; BUENO, J. F. **Os (des) caminhos do uso da água na agricultura brasileira**. Cuiabá, MT: UFMT, SBCS, p.167-198, 2004.

REICHERT, J. M.; et al. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. **Tópicos em Ciência do Solo**. 1. Ed. Viçosa: SBCS, v. 5, p. 49-134, 2007.

REICHERT, J. M. et al. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. **Soil & Tillage Research**. v. 102, p. 242-254, 2009.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Coluna de areia para medir a retenção de água no solo: protótipos e teste. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 36, n. 6, p.1931-1935, 2006.

RESENDE, M.; CARVALHO FILHO, A.; LANI, J. Características do solo e da paisagem que influenciam a susceptibilidade a erosão. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO. 1990; Goiânia. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, p. 32-67, 1992.

RESENDE, M. et al. **Pedologia – Base para distinção de ambientes**. 5ª. Ed. rev. –Lavras: Editora UFLA, 2007. 322 p.

REYNOLDS, S. G. The gravimetric method of soil moisture determination, III: Na examination of factors influencing soil moisture variability. **J. hydrol.** v. 11, p. 288-300, 1970.

RHEINHEIMER, D. S. dos, et al. Comparação de métodos de determinação de carbono orgânico total no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 32, n. 1, p. 435-440, jan./fev. 2008.

RICHARDS, L. A. Capillary conduction of liquids through porous mediums. **Physics**. 1, p. 318-333, 1931.

RINGROSE-VOASE, A. J.; BULLOCK, P. The automatic recognition and measurement of soil pore types by image analysis and computer programs. **J. Soil Sci.** v. 35, p. 673-684, 1984.

ROLOFF, G; DENARDIN, J. E. **Estimativa simplificada da erodibilidade do solo.** In: X REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. Resumos. Florianópolis, 1994.

ROSA, P. R. **A relação erosão regressiva e assoreamento no fundo do vale: o caso do açude de Namorado em São João do Cariri.** 2005. 60p:il. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2005.

RUELLAN, A.; DOSSO, M.; FRITSH, E. L' analyse structurale de la couverture pédologique. **Sciences of Soils.** v. 27, p. 319-334, 1984.

RUHE, R. V. **Geomorphology. Boston.** Houghton Mifflin, 1975. 255p.

SALOMÃO, F. X .T. Dinâmica hídrica dos solos de Bauru/SP, aplicada ao manejo. Anais XIII Congr. Latino americano de Ciência do Solo, CDROM, Águas de Lindóia, 1996.

SALOMÃO, F. X .T. Controle e prevenção de processos erosivos. In: GUERRA, A.J.; GARRIDO, R; SOARES, A., (Orgs). **Erosão e conservação de solos: conceitos, bases e aplicações.** Rio de Janeiro, Bertand Brasil, p. 229-267, 1999.

SANTOS, R. D. dos; et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 5. Ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Centro Nacional de Pesquisa de Solos – Embrapa, 2005. 92 p.

SAS Institute. **SAS Statistical Package.** Version 5.1.26, SAS Inc., Cary, 1997.

SCHAFER, R. L. et al. **Future research needs in soil compaction.** Trans.ASAE, v. 35, p. 1761-1770. 1992.

SCHOFIELD, R. K. The PF on the water in soil. 3rd **Trans. Int. Cong. Soil Sci.** v. 2, p. 37-48, 1935.

SHIPITALO, M. J.; DICK, W. A.; EDWARDS, W. M. Conservation tillage and macropore factors that affect water movement and the fate of chemicals. **Soil and Tillage Research.** Amsterdam, v. 53, n. 1, p.167-183, 2000.

SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**. v. 35, p.544-552, 2005.

SOUZA, C. K. et al. Influência do relevo na variação anisotrópica dos atributos químicos e granulométricos de Latossolos. **Engenharia Agrícola**., v. 23, p. 486-496, 2003.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 107 p.

STRECK, C.A. **Índice S e fluxo de água e ar em solos do sul do Brasil**. 2007. 95 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. .Porto Alegre: EMATER-ASCAR, 2008. 222 p.

SUZUKI, L. E. A. S. et al. Teor de argila de solos sob diferentes tempos de agitação horizontal, tempo de contato do dispersante químico e dispersão mecânica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15, 2004, Santa Maria, **Anais...Santa maria: SBCS, (CD-ROM), 2004 a.**

SUZUKI, L. E. A. S. et al. Areia total de solos sob diferentes tempos de agitação horizontal, tempo de contato do dispersante químico e dispersão mecânica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15, 2004, Santa Maria, **Anais...Santa Maria: SBCS, (CD-ROM), 2004 b.**

TEDESCO, M. J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais, 2 ed. Porto Alegre: Departamento de Solos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174 p. **Boletim Técnico**. 5, 1995.

TICEHURST, J. L. et al. Interpreting soil and topographic properties to conceptualise hillslope hydrology. **Geoderma**. v. 137, p. 279-292. 2007.

TROEH, F. R. Landform equations fitted to contour maps. **Am.J.Sci.**, v. 263, p. 616-627, 1965.

Van der BROEK, M. et al. Variability of soil properties in a landscape ecological survey in the Tuscan Apennines, Italy. **Catena**, v. 8, p. 155-170. 1981.

Van GENUCHTEN, M.Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 3, p. 892-898, 1980.

VOSSBRINK, J. **Bodenspannungen und Deformationen in Waldböden durch Ernteverfahren. Schriftenreihe** (Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde)- Christian Albrechts Universität Kiel, Kiel. 2004. 63 p.

VELOSO, A. J. G. Importância do estudo das vertentes. *Geographia*. Ano IV, n. 8, 2009. Disponível em www.uff.br/geographia/rev-08/antonio8.pdf.

VERVOORT, R. W.; RADCLIFFE, D. E.; WEST, L. T. Soil structure development and preferential solute flow. **Water Resour. Res.** v. 35 (4), p. 913-928, 1999.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F. Morfogênese dos solos de uma topossequência com transição B latossólico/B textural sob migmatitos em Mocopa (SP). **Revista Brasileira Ciência Solo**. Campinas, v. 17, n. 1, p. 109-119, 1993.

VOGEL, T. et al. Modeling flow and transport in a two-dimensional dual-permeability system with spatially variable hydraulic properties. **Journal of hydrology**. v. 238, p. 78-89, 2000.

WARD, R. C. Y; ROBINSON, M. **Principles of hydrology**. Mc.Graw Hill, 1990. 365 p.

WEYMAN, D.R. Measurement of downslope flow of water in a soil. **Journal of Hydrology**. v. 20, p. 267-288, 1973.

WILSON, J. P.; GALLANT, J. C. EROS: A grid-based program for estimating spatially-distributed erosion indices. **Computers and Geosciences**. v. 22, p. 707-710, 1996.

WISCHMEIR, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning**. USDA. Washington. 58 p.

WRIGHT, R.L.; WILSON, S.R. On the analysis of the soil variability, with an example from Spain. **Geoderma**, v. 22, p. 297-313, 1979.

ZAGO, A. **Sistema pedológico Latossolo-Argissolo e seu comportamento físico-hídrico em Mamborê, PR**. 2000. 161 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ZASLAVSKY, D. ;ROGOWSKI, A. A. Hydrologic and morphologic implications of anisotropy and infiltration in soil profile development. **Soil Science Society of America Journal**; Madison. Proc., v. 33, p. 594-599, 1969.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Tradagens, horizontes, cor, profundidade e composição granulométrica dos perfis recompostos alinhados em topossequência.

Am, ⁽¹⁾	Trad,	Hor,	Cor	Prof, (cm)	AT	AG	AF	Silte	Argila	Classe Textural
					----- g kg-1 -----					
1		A1	10 YR 4/2	0-20	671	375	296	144	185	Franco arenosa
2		A2	10YR 3/2	20-35	601	344	257	195	204	Franco argiloarenosa
3	1	Bg	10YR 3/1	35-56	586	380	207	201	212	Franco argiloarenosa
4		Cg1	10YR 3/1	56-134	569	382	187	220	211	Franco argiloarenosa
5		Cg2	10YR 5/2	134+	590	373	217	249	161	Franco arenosa
6		A1	10 YR 4/3	0-16	673	433	239	159	168	Franco arenosa
7		A2	10 YR 4/3	16-39	724	468	255	120	157	Franco arenosa
8		Bg1	10 YR 4/2	41-59	655	518	137	151	194	Franco arenosa
9	2	Bg2	10YR 3/2	59-80	594	454	140	199	207	Franco argiloarenosa
10		Cg1	10 YR 4/2	80-133	603	397	206	227	171	Franco arenosa
11		Cg2	10 YR 5/2	133+	613	395	217	248	140	Franco arenosa
12		A1	10 YR 4/2	0-28	649	376	273	199	152	Franco arenosa
13	3	A2	10 YR 3/3	28-49	778	499	279	88	134	Franco arenosa
14		AB	10 YR 4/2	49-99	618	432	186	206	176	Franco arenosa
15		Btg	10 YR 5/2	99-149 +	634	418	215	228	138	Franco arenosa
16		A	10 YR 4/3	0-62	720	436	284	145	135	Franco arenosa
17	4	AB	10 YR 4/3	62-118	695	488	207	157	148	Franco arenosa
18		Bg	10 YR 5/2	118-149	648	371	277	224	128	Franco arenosa
19		A1	10 YR 4/3	0-46	682	400	281	157	161	Franco arenosa
20	5	A2	10 YR 4/3	46-76	642	436	206	214	143	Franco arenosa
21		Bg1	10 YR 5/2	76-107	656	428	228	224	120	Franco arenosa
22		Bg2	10 YR 5/2	107-149+	656	431	225	256	88	Franco arenosa
23		A1	10 YR 4/3	0-15	638	390	248	233	129	Franco arenosa
24		A2	10 YR 3/3	15-43	678	420	258	205	117	Franco arenosa
25	6	Bg1	10 YR 4/3	43-83	654	397	257	201	145	Franco arenosa
26		Bg2	10 YR 4/2	83-123	638	432	206	223	139	Franco arenosa
27		Cg	10YR 5/2	123+	647	458	189	223	130	Franco arenosa
28		A	10 YR 4/3	0-40	699	478	221	158	143	Franco arenosa
29	7	AB	10 YR 3/3	40-79	613	392	221	219	169	Franco arenosa
30		E	10 YR 4/3	79-128	721	517	204	163	116	Franco arenosa
31		B	10 YR 4/2	128+	660	428	232	225	115	Franco arenosa
32		Ap	10 YR 4/3	0-12	639	300	338	231	130	Franco arenosa
33		A1	10 YR 4/3	12-36	751	533	218	137	111	Franco arenosa
34	8	A2	10 YR 4/4	36-78	753	531	222	141	106	Franco arenosa
35		Bt1	10 YR 4/3	78-113	737	527	210	183	80	Franco arenosa
36		Bt2	10 YR 4/2	113-149	636	461	175	265	99	Franco arenosa

... continuação

37		Ap	10 YR 4/3	0-38	715	497	218	186	99	Franco arenosa
38		A	10 YR 3/3	38-114	712	480	232	198	90	Franco arenosa
39	9	Bt1	10 YR 4/3	114-157	727	505	221	170	104	Franco arenosa
40		Bt2	5 YR 4/6	157+	529	361	168	245	226	Franco argiloarenosa
41		Ap	10YR 4/4	0-13	664	490	175	223	113	Franco arenosa
42		A1	10 YR 4/3	13-42	664	492	172	233	103	Franco arenosa
43	10	A2	10YR 4/3	42-90	622	452	169	266	112	Franco arenosa
44		E	10 YR 4/4	90-128	540	376	164	239	221	Franco argiloarenosa
45		A1	10 YR 4/4	0-34	658	472	186	227	115	Franco arenosa
46		A2	10 YR 4/3	34-67	658	459	199	233	109	Franco arenosa
47	11	AB	10 YR 4/4	67-109	617	435	182	250	133	Franco arenosa
48		Bt1	10 YR 5/4	109-139	572	425	147	246	182	Franco arenosa
49		Bt2	5 YR 4/8	139+	475	352	123	232	293	Franco argiloarenosa
50		Ap	10 YR 4/4	0-14	675	521	154	215	110	Franco arenosa
51		A1	10 YR 4/4	15-44	642	411	231	172	186	Franco arenosa
52		AB	10 YR 4/3	45-58	618	397	221	178	204	Franco argiloarenosa
53	12	BA	7YR 4/4	59-72	577	379	198	174	249	Franco argiloarenosa
54		Bt1	5 YR 4/4	73-104	536	340	196	181	283	Franco argiloarenosa
55		Bt2	5 YR 4/4	105-149+	467	283	184	166	367	Argiloso arenosa
56		Ap	10YR 4/4	0-12	688	480	209	145	167	Franco arenosa
57		A1	10 YR 4/4	13-46	651	395	256	155	194	Franco arenosa
58	13	BA	10 YR 4/3	47-75	610	383	227	150	240	Franco argiloarenosa
59		Bt1	7 YR 4/4	76-118	523	344	179	144	332	Franco argiloarenosa
60		Bt2	5 YR 4/6	119-149+	456	279	177	124	420	Argiloso arenosa
66		A1	10 YR 4/4	0-35	670	461	209	130	200	Franco argiloarenosa
67	14	A2	10YR 4/4	36-55	645	438	207	119	236	Franco argiloarenosa
68		Bt1	7 YR 4/4	56-99	562	385	177	134	304	Franco argiloarenosa
69		Bt2	5 YR 4/4	99-149+	479	298	182	129	392	Argiloso arenosa
61		A1	10 YR 4/4	0-28	652	429	222	137	211	Franco argiloarenosa
62		A2	7 YR 4/4	29-53	630	409	221	143	227	Franco argiloarenosa
63	15	BA	5 YR 4/6	54-81	581	382	198	131	289	Franco argiloarenosa
64		Bt1	5 YR 4/4	82-123	486	300	186	134	380	Argiloso arenosa
65		Bt2	5 YR 4/6	124-149+	458	307	151	97	445	Argiloso arenosa

... continuação

70		A1	7 YR 4/4	0-26	658	462	196	164	178	Franco arenosa
71		A2	10YR 4/4	27-50	662	483	178	128	210	Franco argiloarenosa
72	16	BA	5 YR 4/4	51-76	610	450	159	135	256	Franco argiloarenosa
73		Bt1	5 YR 4/4	76-110	547	351	196	130	324	Franco argiloarenosa
74		Bt2	5 YR 4/6	111-149+	428	278	150	117	455	Argilosa
75		Ap	10 YR 4/4	0-15	654	382	273	157	189	Franco arenosa
76		A1	10 YR 4/4	16-47	659	453	206	145	196	Franco arenosa
77	17	AB	7 YR 4/4	48-79	613	408	206	171	215	Franco argiloarenosa
78		Bt1	5 YR 4/4	70-116	557	373	184	170	273	Franco argiloarenosa
79		Bt2	5 YR 3/4	117-149+	447	286	161	155	398	Franco argilosa
80		A1	10 YR 4/4	0-21	688	468	220	150	162	Franco arenosa
81		A2	10 YR 4/4	21-42	628	407	221	170	203	Franco argiloarenosa
82	18	BA	7,5 YR 4/4	43-61	640	437	202	70	290	Franco argiloarenosa
83		Bt1	5 YR 4/3	62-98	575	384	191	77	347	Franco argiloarenosa
84		Bt2	5 YR 4/4	98+	638	419	220	88	274	Franco argiloarenosa
85		Ap	10 YR 4/4	0-16	682	395	287	159	159	Franco arenosa
86		A1	7 YR 4/4	16-40	464	283	181	80	456	Argiloso arenosa
87	19	AB	5 YR 3/4	40-75	621	436	185	101	278	Franco argiloarenosa
88		Bt1	5 YR 4/4	75-108	522	323	199	107	371	Argiloso arenosa
89		Bt2	5 YR 4/3	108+	464	321	143	73	463	Argiloso arenosa
90		Ap	10 YR 4/4	0-15	665	425	240	144	191	Franco arenosa
92		A1	10YR 4/3	15-40	606	366	240	200	194	Franco arenosa
93	20	AB	7 YR 4/4	40-70	556	363	193	144	300	Franco argiloarenosa
94		Bt1	5 YR 4/4	70-102	466	288	178	137	397	Argiloso arenosa
95		Bt2	5 YR 4/4	102+	728	451	277	116	156	Franco arenosa
96		Ap		0-14	583	335	248	262	155	Franco arenosa
97		A		14-30	647	397	250	169	184	Franco arenosa
98	21	AB		30-58	569	354	215	125	306	Franco argiloarenosa
99		Bt1		58-94	483	281	202	153	364	Argiloso arenosa
100		Bt2		94+	713	462	251	96	192	Franco arenosa
101		Ap		0-14	733	513	220	101	167	Franco arenosa
102		A	5 YR 4/6	14-40	653	387	265	149	198	Franco arenosa
103	22/8J	AB	5 YR 4/4	40-80	615	369	246	181	204	Franco argiloarenosa
104		Bt1	5 YR 3/4	80-102	571	361	209	145	284	Franco argiloarenosa
105		Bt1	5 YR 4/4	102+	477	265	212	163	360	Argiloso arenosa

... continuação

106		Ap	7,5 YR 4/4	0-20	689	421	269	158	152	Franco arenosa
107		A	5 YR 4/4	20-56	672	447	225	148	180	Franco arenosa
108	23/9F	AB	5 YR 4/3	56-79	591	351	240	151	258	Franco argiloarenosa
109		Bt1	5 YR 4/8	79-104	543	336	207	140	317	Franco argiloarenosa
110		Bt2	2,5 YR 3/6	104+	439	253	186	139	422	Argilosa
111		Ap	5 YR 4/6	0-17	703	433	270	124	173	Franco arenosa
112		A	5 YR 4/4	17-42	647	401	245	158	195	Franco arenosa
113	24/10 F	AB	5 YR 4/8	42-71	618	370	248	154	228	Franco argiloarenosa
114		Bt1	5 YR 4/6	71-104	538	347	191	173	288	Franco argiloarenosa
115		Bt2	2,5 YR 4/6	104+	441	275	167	129	429	Argilosa
116		Ap	5 YR 4/6	0-17	706	461	245	145	149	Franco arenosa
117		A	5 YR 4/6	17-42	657	436	221	136	206	Franco argiloarenosa
118	25/11F	AB	5 YR 4/8	42-75	608	376	233	150	242	Franco argiloarenosa
119		Bt1	2,5 YR 4/4	75-102	533	310	223	181	286	Franco argiloarenosa
120		Bt2	2,5 YR 3/6	102+	460	258	202	167	373	Argiloso arenosa
121		Ap	5 YR 4/6	0-13	703	516	187	99	197	Franco arenosa
122		A	5 YR 4/8	13-42	666	413	253	158	176	Franco arenosa
123	26/12F	AB	5 YR 4/8	42-76	645	412	233	138	217	Franco argiloarenosa
124		Bt1	2,5 YR 3/6	76-110	553	327	226	136	312	Franco argiloarenosa
125		Bt2	2,5 YR 4/6	110+	431	254	177	177	392	Franco argilosa
126		Ap	5 YR 4/6	0-16	608	380	228	235	157	Franco arenosa
127		A	5 YR 3/4	16-48	688	424	264	126	186	Franco arenosa
128	27/13 F	AB	5 YR 3/4	48-64	656	417	239	157	187	Franco arenosa
129		Bt1	5 YR 4/6	64-106	627	390	237	123	249	Franco argiloarenosa
130		Bt2	2,5 YR 4/6	106-149 +	604	389	215	92	304	Franco argiloarenosa
131		Ap	5 YR 4/6	0-14	714	438	276	138	148	Franco arenosa
132		A	5 YR 4/6	14-50	684	520	164	136	179	Franco arenosa
133	28	AB	2,5 YR 4/4	50-83	648	397	252	140	212	Franco argiloarenosa
134		Bt1	2,5 YR 3/6	83-118	577	328	249	137	286	Franco argiloarenosa
135		Bt2	2,5 YR 4/6	118+	417	241	177	177	406	Argilosa
136		Ap	5 YR 4/8	0-16	712	430	283	165	122	Franco arenosa
137		A	5 YR 4/8	16-59	631	387	245	183	186	Franco arenosa
138	29	AB	5 YR 4/8	59-82	744	539	205	63	192	Franco arenosa
139		Bt1	2,5 YR 3/6	82-110	628	437	191	79	293	Franco argiloarenosa
140		Bt2	2,5 YR 4/6	110-150+	719	407	313	177	104	Franco arenosa

... continuação

141		Ap	5 YR 4/6	0-34	736	449	287	154	110	Franco arenosa
142		A	5 YR 4/4	34-73	679	438	240	160	162	Franco arenosa
143	30/16P	AB	2,5 YR 3/4	73-97	643	357	285	173	184	Franco arenosa
144		Bt1		97-123	577	330	247	174	249	Franco argiloarenosa
145		Bt2	2,5 YR 4/6	123+	479	306	172	171	350	Franco argiloarenosa
146		Ap	5 YR 5/6	0-14	734	401	332	88	178	Franco arenosa
147		A1	5 YR 4/6	14-45	705	448	257	140	155	Franco arenosa
148	34	A2	5 YR 3/4	45-81	649	433	215	169	182	Franco arenosa
149		AB	2,5 YR 3/6	81-101	568	345	222	245	187	Franco arenosa
150		Bt1	2,5 YR 4/6	101-127	557	473	84	180	263	Franco argiloarenosa
151		Bt2	2,5 YR 4/6	127+	455	329	127	163	382	Argiloso arenosa
153		A1	5 YR 3/4	12-42	671	588	82	179	151	Franco arenosa
154	37	AB	2,5 YR 3/6	42-70	707	604	103	126	167	Franco arenosa
155		Bt1	2,5 YR 4/6	70-101	596	578	18	185	219	Franco argiloarenosa
156		Bt2	2,5 YR 4/6	101-150+	507	480	27	173	321	Franco argiloarenosa
157		Ap	5YR 4/6	0-17	392	293	99	165	443	Argilosa
158	40	A1	2,5 YR 4/6	17-51	656	484	172	192	152	Franco arenosa
159		AB	2,5YR 3/6	51-85	402	209	192	110	489	Argilosa
160		Bt1	2,5YR 4/6	85-118	346	175	171	208	446	Argilosa
161		Bt2	2,5YR 4/8	118-150+	687	391	296	188	125	Franco arenosa
162		Ap	5YR 5/6	0-0,8	672	388	286	189	137	Franco arenosa
163	43	A1	5YR 4/8	0,8-10	619	467	151	175	207	Franco argiloarenosa
164		AB	2,5Y 4/6	40-70	385	193	192	187	428	Argilosa
165		Bt1	2,5Y 3/6	70-108	170	104	66	348	482	Argilosa
166		Bt2	10R 3/6	108-150+	303	163	140	271	426	Argilosa
167		Ap	5YR 4/8	0-13	387	279	107	136	478	Argilosa
168	45	A1	5YR 4/8	13-50	586	327	258	223	192	Franco arenosa
169		AB	2,5YR 3/6	50-86	680	650	29	188	133	Franco arenosa
170		Bt1	2,5YR 4/6	86-109	683	386	297	176	141	Franco arenosa
171		Bt2	2,5YR 4/6	109-150	609	448	161	186	205	Franco argiloarenosa
172		Ap	5YR 5/6	0-15	645	378	267	172	183	Franco arenosa
173	46	A1	5YR 4/6	15-50	398	231	167	156	446	Argilosa
174		A2	2,5 YR 3/6	50-75	372	230	142	198	430	Argilosa
175		AB	5 YR 3/3	75-112	744	706	38	162	94	Franco arenosa
176		Bt1	2,5 YR 4/6	112-136	414	232	182	141	445	Argilosa
177		Bt2	10 R 4/6	136 +	692	356	336	158	150	Franco arenosa

... continuação

178		Ap	5 YR 4/8	0-16	641	367	274	188	171	Franco arenosa
179		A1	5 YR 4/6	16-38	540	328	211	193	268	Franco argiloarenosa
180	48	A2	5 YR 4/4	38-59	325	225	100	198	477	Argilosa
181		AB	2,5 YR 3/6	59-81	680	535	145	168	152	Franco arenosa
182		Bt1	2,5 YR 3/4	81-108	635	507	128	209	156	Franco arenosa
183		Bt2	10 R 3/6	108-150+	465	300	166	199	335	Franco argiloarenosa
184		Ap	5 YR 3/4	0-21	386	235	152	140	473	Argilosa
185		A1	5 YR 3/4	21-40	702	401	300	129	170	Franco arenosa
186	49	A2	2,5 YR 3/4	40-61	727	470	255	138	137	Franco arenosa
187		AB	2,5 YR 3/6	61-90	664	407	257	180	156	Franco arenosa
188		Bt1	2,5 YR 4/6	90-116	389	217	172	136	475	Argilosa
189		Bt2	10 R 4/6	116-150+	375	209	166	140	485	Argilosa
190		Ap	5 YR 4/6	0-15	385	364	20	100	516	Argilosa
191		A1	5 YR 3/4	15-59	687	398	289	194	119	Franco arenosa
192	50	AB	2,5 YR 3/6	59-84	527	492	34	201	273	Franco argiloarenosa
193		Bt1	2,5 YR 3/6	84-116	377	293	84	191	432	Argilosa
194		Bt2	2,5 YR 4/6	116-150+	357	340	17	173	470	Argilosa
195		Ap	5 YR 4/8	0-18	671	518	153	166	163	Franco Arenosa
196		A	2,5 YR 3/4	18-38	648	383	265	189	163	Franco Arenosa
197	53	AB	2,5 YR 3/6	38-60	696	403	293	174	130	Franco Arenosa
198		Bt1	10 R 3/6	60-94	558	401	157	194	248	Franco argiloarenosa
199		Bt2	10 R 4/6	94-150+	747	578	169	113	140	Franco arenosa
200		Ap	5 YR 4/8	0-16	625	403	222	186	189	Franco arenosa
201		A	5 YR 4/8	16-38	642	375	267	206	152	Franco arenosa
202	56	AB	2,5 YR 3/6	38-67	564	330	234	187	249	Franco argiloarenosa
203		Bt1	2,5 YR 4/6	67-94	362	194	168	250	388	Franco argilosa
204		Bt2	10 Y 4/6	94-150+	346	206	140	164	490	Argilosa
205		Ap	5 YR 4/8	0-24
206		A	5 YR 4/4	24-40	.	.	.	.	.	.
207	62	BA	5 YR 3/4	40-69	604	473	131	217	180	Franco arenosa
208		Bt1	2,5 YR 3/4	69-95	379	187	192	469	152	Franco
209		Bt2	2,5 YR 3/6	95-132	.	.	.	.	.	.
210		Ap	5 YR 4/8	0-26	.	.	.	.	.	.
211		A2	5 YR 4/6	26-49	664	349	315	220	116	Franco arenosa
212	59	AB	5 YR 4/4	49-65	637	342	295	222	140	Franco arenosa
213		Bt1	2,5 YR 3/4	65-99	637	264	261	194	281	Franco argiloarenosa
214		Bt2	2,5 YR 3/6	99+	393	200	192	169	438	Argilosa

... continuação

215		Ap	5 YR 4/8	0-18	659	358	301	207	134	Franco arenosa
216		A1	5 YR 4/4	18-36	600	331	270	201	199	Franco arenosa
217		AB	5 YR 3/4	36-52	592	316	275	219	190	Franco arenosa
218	65	BA	5 YR 3/3	52-70	551	291	260	193	256	Franco argiloarenosa
219		Bt1	2,5 YR 3/6	70-102	468	236	233	181	351	Argiloso arenosa
220		Bt2	2,5 YR 3/4	102+	375	202	173	150	475	Argilosa
221		Ap	5 YR 4/8	0-13	629	340	289	181	190	Franco arenosa
222		A1	5 YR 4/4	13-38	609	330	279	196	195	Franco arenosa
223	68	AB	5 YR 3/4	38-69	548	277	271	162	290	Franco argiloarenosa
224		Bt1	2,5 YR 3/6	69-96	444	229	223	137	411	Franco argilosa
225		Bt2	2,5 YR 4/4	96+	376	189	188	119	505	Argilosa
226		Ap	5 YR 5/6	0-17	627	339	288	156	217	Franco argiloarenosa
227		A1	5 YR 4/8	17-32	628	346	282	142	229	Franco argiloarenos
228	71	AB	5 YR 3/4	32-52	572	280	292	200	228	Franco argiloarenosa
229		BA	5 YR 4/4	52-69	591	313	279	161	248	Franco argiloarenosa
230		Bt1	2,5 YR 3/4	69-107	489	259	230	153	359	Argiloso arenosa
231		Bt2	2,5 YR 3/6	107-150	367	196	171	138	495	Argilosa
234		BA	5 YR 3/4	58-90	635	350	285	52	313	Franco argiloarenosa
235	73	Bt1	5 YR 3/4	90-120	467	256	211	176	357	Argiloso arenosa
236		Bt2	5 YR 3/4	120+	399	220	180	188	412	Argilosa
237		Ap	5 YR 5/6	0-21	557	327	231	255	188	Franco arenosa
238		A	5 YR 4/8	21-46	637	392	245	208	155	Franco arenosa
239	74	Bt1	5 YR 4/4	46-90	604	374	230	209	187	Franco arenosa
240		Bt2	5 YR 3/4	90+	481	297	184	193	326	Franco argiloarenosa
242		A	5 YR 4/4	18-39	678	479	199	188	134	Franco arenosa
243	75	BA	5 YR 3/4	39-58	596	355	241	245	159	Franco arenosa
244		Bt1	2,5 YR 3/4	58-87	493	324	169	304	203	Franco
245		Bt2	2,5 YR 4/4	87-125	404	242	162	274	322	Franco argilosa
246		Ap	5 YR 5/6	0-22	.	.	.	.	.	.
247		A	5 YR 4/4	22-55	567	375	192	244	189	Franco arenosa
248	78	BA	2,5 YR 3/6	55-80	479	328	151	289	232	Franco
249		Bt1	2,5 YR 3/4	80-112	368	256	112	285	347	Franco argilosa
250		Bt2	2,5 YR 4/4	112-150+	357	229	128	160	483	Argilosa

... continuação

251		Ap	5 YR 4/8	0-17	.	.	.	.	.	.
252		A	5 YR 4/3	17-38	581	415	165	197	223	Franco argiloarenosa
253	81	BA	5 YR 3/4	38-72	479	309	170	195	326	Franco argiloarenosa
253		BA	5 YR 3/4	38-72	494	361	133	177	329	Franco argiloarenosa
254		Bt1	5 YR 3/3	72-112	389	292	97	159	452	Argilosa
255		Bt2	2,5 YR 3/6	112+	358	262	96	168	474	Argilosa
256		Ap	5 YR 5/6	0-14	574	436	137	268	158	Franco arenosa
257	84	A	5 YR 4/4	14-40	552	406	146	203	245	Franco argiloarenosa
258		BA	5 YR 3/3	40-79	432	334	98	178	390	Franco argilosa
259		B1	2,5 YR 3/4	79-118	363	252	111	145	492	Argilosa
261		Ap	5 YR 4/8	0-28	432	320	112	444	124	Franco
262		A	5 YR 4/4	28-48	558	279	279	213	228	Franco argiloarenosa
263	87	B1	2,5 YR 3/4	70-103	470	237	233	197	334	Franco argiloarenosa
264		AB	5 YR 3/4	48-70	411	200	211	194	395	Franco argilosa
265		B2	2,5 YR 3/6	103-143+	332	172	160	168	500	Argilosa
266		Ap	5 YR 4/8	0-20	580	296	283	238	182	Franco arenosa
267		A	5 YR 4/6	20-51	534	278	256	234	232	Franco argiloarenosa
268	90	BA	2,5 YR 4/4	51-91	435	218	217	203	362	Franco argilosa
269		B1	2,5 YR 3/6	91-111	363	172	191	187	450	Argilosa
270		B2	2,5 Y 4/6	111+	345	165	180	183	472	Argilosa
271		Ap	5 YR 4/8	0-23	360	185	175	90	550	Argilosa
272		A	5 YR 4/4	23-42	557	295	262	222	221	Franco argiloarenosa
273	93	BA	5 YR 3/4	42-70	512	268	244	221	267	Franco argiloarenosa
274		B1	2,5 YR 3/6	70-104	.	.	.	.	.	.
275		B2	2,5 YR 4/6	104+	356	171	185	153	491	Argilosa
276		Ap	5 YR 4/8	0-24	560	305	255	233	207	Franco argiloarenosa
277		A	5 YR 4/4	24-53	533	287	246	232	235	Franco argiloarenosa
278	97	AB	5 YR 4/3	53-75	477	235	243	216	307	Franco argiloarenosa
279		B1	2,5 YR 3/4	75-109	395	202	193	209	396	Franco argilosa
280		B2	2,5 YR 3/6	109+	327	156	172	186	487	Argilosa

⁽¹⁾ Am = amostra; Trad. = tradagem; Hor. = horizonte; Prof. = profundidade, AT = areia total; AG = areia grossa; AF = areia fina.

APÊNDICE B – Descrição morfológica e atributos analíticos dos solos (químicos e físicos) dos perfis de 13 a 1 da topossequência.

PERFIL –13

DATA – 25/04/2008

CLASSIFICAÇÃO – Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – SÃO PEDRO

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS,

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 99 m

RELEVO - Interflúvio

LITOLOGIA – Solo formado a partir de arenito

USO ATUAL – Aveia preta (*Avena strigosa* Scheb) e milho (*Pennisetum americanum* (L)

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Douglas Rodrigo Kaiser, Leonir Terezinha Uhde, Eduardo Saldanha Vogelman, Cláudia A. P. Barros, Davi A. Vieira, Marcelo Mentges e Tiago I. Pereira

- Ap 0-20; Bruno-avermelhado (5 YR 4/4, úmido); franco arenosa; blocos subangulares, pequena a média, fraca a moderada; muito friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- A1 20-53; Bruno-avermelhado (5 YR 4/3, úmido); franco argiloarenosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável a muito friável, ligeiramente plástica, e ligeiramente pegajosa; transição abrupta, clara e plana.
- AB 53-90, Bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4, úmido); franco argilosa; blocos subangulares, média, e moderada; friável, ligeiramente plástica a plástica, ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição clara e plana.
- BA 90-117, Bruno-avermelhado (2.5YR 4/4, úmido); franco argilosa; blocos subangulares, média e moderada a forte; friável/ligeiramente plástica a plástica, ligeiramente pegajosa a pegajosa, transição clara, gradual e plana
- Bt1 117-150, Vermelho-escuro (2.5YR 3/6), argilosa; blocos subangulares, média e moderada a forte; friável/ligeiramente plástica a plástica, ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição clara e plana.
- Bt2 150+, Vermelho (2.5YR 4/6, úmido), argilosa; blocos subangulares, média e moderada; friável, ligeiramente plástica a plástica, ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição clara e plana.

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)		P mg dm ⁻³
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	H+Al cmol _c dm ⁻³	
13	Ap	0-20	5,8	2,8	3,0
	A1	20-53	5,2	3,5	1,7
	AB	53-90	5,3	5,4	0,8
	BA	90-117	5,0	5,7	0,8
	Bt1	117-150	5,0	5,8	0,8
	Bt2	150+	5,1	5,8	0,8

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K+	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
2,7	1,75	0,06	0,05	4,5	0,2	7,3	61,7	4,2
1,8	1,2	0,02	0,05	3,0	1,2	6,5	45,9	27,9
2,5	1,35	0,04	0,05	3,9	1,2	9,3	42,5	23,3
2,5	2,5	0,02	0,05	3,8	1,5	9,5	40,0	28,3
2,0	1,65	0,04	0,05	3,7	2,0	9,6	39,2	34,2
1,5	1,7	0,04	0,05	3,2	2,0	9,0	35,4	37,9

COT	Composição Granulométrica				Silte/ Argila	Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹					kg dm ⁻³		%
7,3	303	274	238	185	1,29	1,7	2,6	35
5,8	287	246	232	235	0,99	1,5	2,6	43
6,8	222	206	225	347	0,65	1,5	2,6	45
4,7	206	126	281	386	0,73	1,4	2,6	45
5,4	163	168	177	491	0,36	1,4	2,6	45
4,2	199	184	199	417	0,48	1,4	2,5	42

PERFIL –12

DATA – 01/05/2008

CLASSIFICAÇÃO – Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – SÃO PEDRO

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS,

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 96 m

RELEVO - Interflúvio

LITOLOGIA – Solo formado a partir de arenito

USO ATUAL – Aveia preta (*Avena strigosa* Scheb) e milho (*Pennisetum americanum* (L)

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Douglas Rodrigo Kaiser, Leonir Terezinha Uhde, Eduardo Saldanha Vogelman, Cláudia A. P. Barros, Davi A. Vieira, Marcelo Mentges e Tiago I. Pereira

- Ap 0-12, Bruno (7.5YR 5/4); Franco arenosa; blocos subangulares, pequena, fraca moderada; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição abrupta e plana.
- A1 12-30, Bruno-escuro (7.5YR 4/4), argilosa; blocos subangulares, pequena a média, fraca a moderada; friável a muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- A2 30-58, Bruno-escuro (7.5YR 4/4); franco argiloarenosa; blocos subangulares, média, fraca a moderada; friável, ligeiramente plástica a plástica, ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição clara e plana.
- AB 58-77, Bruno-avermelhado (2.5YR 4/4); franco argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, ligeiramente plástica a plástica, ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição gradual e plana.
- BA 77-110; Vermelho-escuro (2.5YR 3/6); franco argilosa; blocos subangulares, média, moderada a forte; friável, pegajosa e plástica; transição gradual e plana.
- Bt1 110-150, Vermelho (2.5YR 4/6); argilosa; blocos subangulares, média, moderada a forte; friável a firme, plástica pegajosa a muito pegajosa; transição gradual e plana.
- Bt2 150 +, Vermelho (2.5YR 4/8); argilosa; angulares e subangulares, média, moderada a forte; friável a firme, plástica a muito plástica, pegajosa a muito pegajosa; transição gradual e plana.

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)	H+Al	P
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³
12	Ap	0-12	5,4	3,7	2,1
	A1				
	A2	12-58	5,0	5,2	0,8
	AB	58-77	5,1	5,8	0,8
	BA	77-110	5,2	6,6	0,8
	Bt1	110-150	5,1	6,5	0,8
	Bt2	150+	5,3	4,5	2,5

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
1,8	1,3	0,13	0,05	3,3	0,5	7,0	47,0	13,3
2,1	1,4	0,05	0,05	3,5	1,35	8,7	40,3	27,8
2,6	1,5	0,05	0,06	4,2	1,35	9,9	42,0	24,4
2,6	1,7	0,05	0,06	4,4	1,65	11,0	40,1	27,2
1,9	1,5	0,05	0,06	3,5	2,15	10,0	34,7	38,3
1,1	1,4	0,07	0,05	2,6	1,7	7,1	36,4	39,9

COT	Composição Granulométrica				Silte/ Argila	Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹					kg dm ⁻³		%
6,3	395	242	255	108	2,36	1,6	2,5	36
	223	136	238	403	0,59			
5,6	259	240	210	291	0,72	1,6	2,5	37
5,9	239	202	199	360	0,55	1,4	2,5	43
6,3	247	152	249	352	0,70	1,3	2,5	46
5,4	183	166	167	484	0,35	1,4	2,6	44
2,9	239	116	193	452	0,43	1,4	2,6	45

PERFIL –11

DATA – 01/05/2008

CLASSIFICAÇÃO – Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – SÃO PEDRO

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS,

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 95 m

RELEVO - Ombro

LITOLOGIA – Solo formado a partir de arenito

USO ATUAL – Aveia preta (*Avena strigosa* Scheb) e milheto (*Pennisetum americanum* (L)

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Douglas Rodrigo Kaiser, Leonir Terezinha Uhde, Eduardo Saldanha Vogelman, Cláudia A. P. Barros, Davi A. Vieira, Marcelo Mentges e Tiago I. Pereira

- Ap 0-24, Bruno-escuro (7.5YR 4/4); franco argiloarenosa; blocos subangulares, pequena a média, fraca; solta a muito friável, não plástica, não pegajosa; transição abrupta e plana.
- A1 24-46, Bruno-avermelhado (5YR 4/3); franco argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, ligeiramente plástica, e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- A2 46-70, Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3); franco argiloarenosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- AB 70-90, Bruno-avermelhado (5YR 4/4); franco argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, ligeiramente plástica, e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- BA 90-110, Vermelho-amarelado (5YR 4/6); argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, plástica, e pegajosa; transição gradual e plana.
- Bt1 110-154, Vermelho (10R 4/6); argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada a forte; friável a firme, pegajosa a muito pegajosa, plástica a muito plástica; transição clara e plana.
- Bt2 154+, Vermelho (10R 4/6); argilosa; blocos subangulares, média, forte; friável a firme, pegajosa a muito pegajosa, plástica a muito plástica; transição clara e plana

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)	H+Al	P
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³
11	Ap	0-24	5,4	2,3	2,5
	A1	24-46	5,2	5,5	0,8
	A2	46-70	5,3	6,5	0,8
	AB	70-90	5,3	4,9	0,8
	BA	90-110	5,3	6,5	0,8
	Bt1	110-154	5,3	12,3	0,8
	Bt2	154-+	5,6	7,4	1,3

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K+	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
1,5	1,1	0,05-	0,03	2,6	0,5	5,0	53,2	15,8
1,4	0,9	0,04-	0,04-	2,3	1,6	7,8	29,7	40,1
2,0	1,3	0,03-	0,03-	3,3	1,5	9,8	33,7	30,4
2,5	1,4	0,03-	0,04-	4,0	1,4	8,9	44,9	26,0
2,7	1,8	0,03	0,04	4,5	1,7	11,1	40,9	27,0
1,8	1,5	0,04	0,05	3,3	2,4	15,6	21,4	41,4
1,0	1,3	0,04	0,05	2,3	2,1	9,8	24,3	47,3

COT	Composição Granulométrica				Silte/ Argila	Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹					kg dm ⁻³		%
2,4	362	222	200	216	0,92	1,6	2,6	38
3,9	236	144	234	386	0,60	1,6	2,6	39
5,4	262	244	199	295	0,67	1,5	2,6	44
5,3	205	213	186	396	0,47	1,4	2,5	43
5,2	183	176	161	480	0,36	1,5	2,6	44
4,1	161	160	154	526	0,29	1,4	2,5	43
4,5	183	184	186	448	0,42	1,4	2,5	43

PERFIL –10

DATA – 01/05/2008

CLASSIFICAÇÃO – Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – SÃO PEDRO

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS,

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 95 m

RELEVO - Ombro

LITOLOGIA – Solo formado a partir de arenito

USO ATUAL – Pousio

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Douglas Rodrigo Kaiser, Leonir Terezinha Uhde, Eduardo Saldanha Vogelman, Cláudia A. P. Barros, Davi A. Vieira, Marcelo Mentges e Tiago I. Pereira

- Ap 0-33, Bruno-escuro (7.5YR 4/4); franco arenosa; blocos subangulares, pequena a média, fraca; solta a muito friável, não plástica, não pegajosa; transição abrupta e plana.
- A1 33-64, Bruno-avermelhado (5YR 4/3); franco arenosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- A2 64-100, Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3); franco siltosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- AB 100-120, Bruno-avermelhado (5YR 4/4); franco argiloarenosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana
- BA 120-148, Vermelho-amarelado (5YR 4/6); argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, plástica, pegajosa; transição gradual e plana.
- Bt1 148-180, Vermelho (10R 4/6); argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada a forte; friável a firme, pegajosa a muito pegajosa, plástica a muito plástica; transição clara e plana.
- Bt2 180+, Vermelho (10R 4/6); argilosa; blocos subangulares, média, forte; friável a firme, pegajosa a muito pegajosa, plástica a muito plástica; transição clara e plana.

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)	H+Al	P
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³
10	Ap	0-33	5,1	4,0	3,0
	A1	33-64	5,1	5,3	0,8
	A2	64-100	5,0	7,3	1,3
	AB	100-120	5,0	6,2	2,5
	BA	120-148	5,1	7,5	0,8
	Bt1	148-180	5,1	6,6	0,8
	Bt2	180+	5,4	4,4	1,3

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K+	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
1,5	1,1	0,04	0,03	2,6	1,1	6,6	36,7	29,6
1,3	0,9	0,04	0,03	2,2	1,5	7,5	29,0	40,1
2,0	1,1	0,03	0,03	3,1	1,5	10,4	29,7	32,2
2,4	1,3	0,06	0,03	3,7	1,6	9,9	37,6	30,0
2,4	1,7	0,04	0,05	4,1	1,9	11,6	35,6	31,5
1,5	1,6	0,04	0,04	3,1	2,2	9,7	31,9	41,1
1,1	1,3	0,04	0,04	2,4	1,9	6,4	37,8	43,7

COT	Composição Granulométrica				Silte/ Argila	Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹					kg dm ⁻³		%
5,1	391	266	182	162	1,12	1,7	2,6	36
4,3	347	266	196	191	1,03	1,5	2,6	43
4,7	153	94	507	246	2,06	1,3	2,6	51
4,9	266	209	216	308	0,70	1,4	2,6	45
12,2	176	165	151	508	0,30	1,4	2,5	45
18,5	181	170	168	482	0,35	1,5	2,6	43
16,7	216	195	181	408	0,44	1,4	2,6	46

PERFIL – 9

DATA – 01/05/2008

CLASSIFICAÇÃO – Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – SÃO PEDRO

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS,

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 95 m

RELEVO - Ombro

LITOLOGIA – Solo formado a partir de arenito

USO ATUAL – Pousio

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Douglas Rodrigo Kaiser, Leonir Terezinha Uhde, Eduardo Saldanha Vogelman, Cláudia A. P. Barros, Davi A. Vieira, Marcelo Mentges e Tiago I. Pereira

- Ap 0-48, Bruno-escuro (7.5YR 4/4); franco argiloarenosa; blocos subangulares, pequena a média, fraca; solta a muito friável, não plástica, não pegajosa; transição abrupta e plana.
- A1 48-70, Bruno-avermelhado (5YR 4/3); franco siltosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- A2 70-110, Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3); franco argiloarenosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- AB 110-130, Bruno-avermelhado (5YR 4/4); argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
- BA 130-156, Vermelho-amarelado (5YR 4/6); argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, plástica, pegajosa; transição gradual e plana.
- Bt1 156-190, Vermelho (10R 4/6); argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada a forte; friável a firme, pegajosa a muito pegajosa, plástica a muito plástica; transição clara e plana.
- Bt2 190+, Vermelho (10 R 4/6), argilosa, blocos subangulares, média, forte; friável a firme, pegajosa a muito pegajosa, plástica a muito plástica; transição clara e plana.

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)		H+Al	P
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	
9	Ap	0-48	4,9	4,7	3,8	
	A1	48-70	4,9	4,0	1,3	
	A2	70-110	5,0	6,2	0,8	
	AB	110-130	5,0	5,9	0,8	
	BA	130-156	5,1	6,9	0,8	
	Bt1	156-190	5,0	6,7	0,8	
	Bt2	190+	5,2	6,0	1,3	

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
1,5	1,25	0,05	0,03	2,8	1,5	7,5	37,6	34,6
1,3	0,85	0,03	0,03	2,2	2,0	6,2	36,4	47,5
1,65	1,05	0,03	0,03	2,8	1,65	9,0	30,8	37,4
3,0	1,60	0,04	0,03	4,7	1,7	10,5	44,5	26,7
2,2	1,30	0,03	0,03	3,5	2,2	10,4	33,8	37,9
1,95	1,60	0,04	0,03	3,6	2,35	10,3	35,1	39,3
1,15	1,50	0,04	0,03	2,7	2,05	8,7	31,1	43,1

COT	Composição Granulométrica				Silte/ Argila	Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹					kg dm ⁻³		%
6,5	335	253	200	212	0,94	1,8	2,6	33
6,3	214	131	533	121	4,40	1,5	2,6	41
10,4	276	259	218	246	0,89	1,5	2,6	41
6,7	219	212	92	477	0,19	1,4	2,6	45
5,8	233	143	207	417	0,50	1,4	2,6	47
10,2	181	179	193	447	0,43	1,5	2,6	43
8,5	251	154	195	401	0,49	1,4	2,5	42

PERFIL – 8

DATA – 01/05/2008

CLASSIFICAÇÃO – Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – SÃO PEDRO

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS,

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 94 m

RELEVO - Encosta

LITOLOGIA – Solo formado a partir de arenito

USO ATUAL – Pastagem perene

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Douglas Rodrigo Kaiser, Leonir Terezinha Uhde, Eduardo Saldanha Vogelman, Cláudia A. P. Barros, Davi A. Vieira, Marcelo Mentges e Tiago I. Pereira

- Ap 0-10, Bruno-escuro (7.5YR 4/4); franco arenosa; blocos subangulares a angulares, pequena a média, moderada; muito friável, não plástica, não pegajosa; transição plana e abrupta.
- A1 10-40, Bruno-avermelhado (5YR 4/4); franco argiloarenosa; blocos subangulares, pequena a média, fraca a moderada; muito friável, não plástica, não pegajosa, transição gradual e plana.
- A2 40-78, Bruno-avermelhado (5YR 4/3); franco argiloarenosa; blocos subangulares, pequena a média, fraca a moderada; Friável/ ligeiramente plástica, não pegajosa; transição gradual e plana.
- AB 78-96, Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3); argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
- BA 96-109, Bruno-avermelhado (5YR 4/3); argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada a forte; friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
- Bt1 109-158, Vermelho (10R 4/6); argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada a forte; friável a firme, plástica a muito plástica, pegajosa a muito pegajosa; transição gradual e plana
- Bt2 158+, Vermelho (10 R 4/6); argilosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada a forte; friável a firme/ plástica a muito plástica e pegajosa a muito pegajosa; transição gradual e plana.

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)	H+Al	P
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³
8	Ap	0-10	5,3	4,0	8,7
	A1	10-40	4,9	4,0	0,8
	A2	40-78	4,9	4,0	0,8
	AB	78-96	5,0	6,0	0,8
	BA	96-109	5,0	6,3	0,8
	Bt1	109-158	5,1	6,3	0,8
	Bt2	158-+	5,3	5,3	1,3

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K+	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
2,3	1,5	0,22	0,02	4,0	0,7	8,0	50,1	13,9
1,9	1,2	0,03	0,02	3,1	1,4	7,1	43,7	31,1
2,4	1,4	0,04	0,02	3,8	1,4	7,8	48,6	27,1
3,1	1,8	0,03	0,03	4,9	1,5	10,9	45,0	23,4
2,6	1,8	0,04	0,03	4,4	2,3	10,7	41,2	33,7
1,8	1,7	0,04	0,03	3,6	2,4	9,9	36,1	39,7
1,2	1,5	0,04	0,02	2,7	1,7	7,9	33,8	38,3

COT	Composição Granulométrica				Silte/ Argila	Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹					kg dm ⁻³		%
6,3	369	284	171	176	0,97	1,6	2,5	36
2,2	301	295	200	204	0,98	1,5	2,5	42
3,9	267	252	206	275	0,75	1,4	2,6	45
5,9	205	189	175	432	0,41	1,4	2,6	45
5,6	143	154	223	481	0,46	1,4	2,5	44
2,6	167	169	165	499	0,33	1,4	2,6	47
1,5	208	119	198	475	0,42	1,4	2,5	42

PERFIL – 7

DATA – 07/05/2008

CLASSIFICAÇÃO – Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – SÃO PEDRO

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS,

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 91 m

RELEVO - Encosta

LITOLOGIA – Solo formado a partir de arenito

USO ATUAL – Pousio

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Douglas Rodrigo Kaiser, Leonir Terezinha Uhde, Eduardo Saldanha Vogelmann, Cláudia A. P. Barros, Davi A. Vieira, Marcelo Mentges e Tiago I. Pereira

- Ap 0-27, Bruno-escuro (7.5YR 4/4); franco arenosa; blocos subangulares, pequena a média, moderada; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta.
- A1 27-55, Bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4); franco arenosa; blocos subangulares, pequena a média, fraca a moderada; friável, ligeiramente plástica e não pegajosa; transição clara a difusa.
- AB 55-75, Bruno-escuro (7.5YR 4/4); franco argiloarenosa; blocos subangulares, pequena a média, fraca a moderada; friável, ligeiramente plástica a plástico, ligeiramente pegajosa a pegajoso; transição clara a difusa.
- BA 75-92, Bruno-avermelhado (5YR 4/4); franco argilosa; blocos subangulares e angulares, média, moderada a forte; friável, ligeiramente plástica a plástico, ligeiramente pegajosa a pegajoso; transição clara a difusa.
- Bt1 92-145, Vermelho-amarelado (5YR 4/6); argilosa; blocos subangulares angulares; friável a firme, plástica e pegajosa; transição clara a difusa.
- Bt2 145+, Vermelho (10R 4/6); argilosa; blocos subangulares angulares; friável a firme, plástica a pegajosa; transição clara a difusa.

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)		P mg dm ⁻³
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	H+Al cmol _c dm ⁻³	
7	Ap	0-27	4,9	3,1	5,1
	A1	27-55	4,8	3,1	7,4
	AB	55-75	4,9	4,1	0,8
	BA	75-92	5,1	5,1	0,8
	Bt1	92-145	5,1	6,2	0,8
	Bt2	145+	5,1	5,9	0,8

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K+	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
0,8	0,2	0,04	0,01	1,0	1,6	4,1	25,0	61,4
0,8	0,2	0,03	0,01	1,0	1,4	4,1	24,2	58,5
2,0	0,5	0,03	0,02	2,5	1,4	6,6	37,8	36,0
2,9	0,9	0,03	0,01	3,8	1,3	8,9	43,5	25,3
2,6	1,2	0,03	0,02	3,8	2,0	10,0	38,0	33,9
1,2	1,0	0,03	0,02	2,1	2,2	8,0	26,7	50,6

COT	Composição Granulométrica				Silte/ Argila	Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹					kg dm ⁻³		%
3,6	446	246	180	128	1,40	1,7	2,6	37
2,8	449	217	184	150	1,23	1,6	2,6	39
3,7	355	204	186	255	0,73	1,5	2,6	44
5,0	224	138	295	343	0,86	1,5	2,6	42
4,4	205	117	127	551	0,23	1,5	2,6	44
4,0	226	133	146	495	0,29	1,5	2,6	42

PERFIL – 6

DATA – 08/05/2008

CLASSIFICAÇÃO – Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – SÃO PEDRO

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS,

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 87 m

RELEVO - Encosta

LITOLOGIA – Solo formado a partir de arenito

USO ATUAL – Pastagem perene

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Douglas Rodrigo Kaiser, Leonir Terezinha Uhde, Eduardo Saldanha Vogelman, Cláudia A. P. Barros, Davi A. Vieira, Marcelo Mentges e Tiago I. Pereira

- Ap 0-20, Bruno-amareado-escuro (10YR 4/4); franco arenosa; blocos subangulares, pequeno a médio fraca a moderada; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e abrupta.
- A1 20-40, Bruno-escuro (10YR 4/3); franco arenosa; blocos subangulares, pequeno a médio fraca a moderada; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
- A2 40-63, Bruno-escuro (7.5YR 4/4); franco arenosa; blocos subangulares, pequeno a médio fraca a moderada; friável, ligeiramente plástica e não pegajosa; transição gradual e plana.
- AB 63-84, Bruno-avermelhado (5YR 4/4); franco argiloarenosa; blocos subangulares, pequeno a médio moderado a forte; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
- BA 84-110, Vermelho-amarelado (5YR 4/6); franco argiloarenosa; blocos subangulares, média, moderada a forte; friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
- Bt1 110-150, Vermelho-amarelado (5YR 4/6); argilosa; blocos subangulares, média, moderada a forte; friável a firme, plástica a muito plástica, pegajosa a muito pegajosa; transição gradual e plana.
- Bt2 150+, Vermelho (10R 4/6); argilosa; blocos subangulares, média, moderada a forte; friável a firme, plástica a muito plástica, pegajosa a muito pegajosa; transição gradual e plana

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)		P mg dm ⁻³
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	H+Al cmol _c dm ⁻³	
6	Ap	0-20	5,2	5,6	16,8
	A1	20-40	5,0	4,1	5,6
	A2	40-63	5,1	5,6	1,3
	AB	63-84	5,1	5,6	0,8
	BA	84-110	5,2	5,6	0,8
	Bt1	110-150	5,1	7,1	0,8
	Bt2	150+	5,1	7,2	0,8

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K+	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
1,2	0,8	0,16	0,004	2,2	0,1	7,8	27,8	4,4
1,0	0,7	0,08	0,04	1,8	1,2	5,9	30,2	
1,3	0,7	0,04	0,004	2,0	0,8	7,6	26,1	27,7
3,1	1,1	0,02	0,00	4,2	0,6	9,8	43,0	12,5
2,5	0,85	0,04	0,02	3,5	0,95	9,0	38,4	21,6
2,1	1,3	0,04	0,02	3,5	1,7	10,5	32,9	33,0
1,7	1,7	0,02	0,00	3,3	1,6	10,5	31,5	32,5

COT	Composição Granulométrica				Silte/ Argila	Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹					kg dm ⁻³		%
9,9	416	292	159	133	1,20	1,5	2,5	39
4,7	424	230	180	166	1,08	1,5	2,6	41
4,7	376	250	177	196	0,90	1,5	2,6	42
4,7	318	220	166	296	0,56	1,5	2,6	42
9,9	317	193	154	336	0,46	1,6	2,5	37
10,4	224	137	190	449	0,43	1,4	2,5	42
3,5	233	143	174	450	0,39	1,5	2,5	41

PERFIL – 5

DATA – 11/04/2008

CLASSIFICAÇÃO – Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – SÃO PEDRO

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS, 29°44,002' S, 53°41,096' W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 86 m

RELEVO - Encosta

LITOLOGIA – Solo formado a partir de arenito

USO ATUAL – Pastagem perene

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Fabrício de Araújo Pedron, Douglas Rodrigo Kaiser, Eduardo Saldanha Vogelmann, Cláudia A. P. Barros, Leonir Terezinha Uhde, Davi A. Vieira, Marcelo Mentges e Juliana Prevedello

- Ap 0-18, Bruno-avermelhado (5YR 4/3); franco arenosa; blocos angulares a subangulares, média a pequena moderada a fraca; friável, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa a não pegajosa; transição gradual e plana.
- A1 18-46, Bruno-avermelhado (5YR 4/3); franco arenosa; blocos angulares a subangulares, média a pequena moderada; friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
- AB 46-82, Bruno-avermelhado (5YR 4/4); franco argiloarenosa; blocos angulares a subangulares, média a pequena moderada a fraca; friável, pegajosa, plástica; transição gradual e plana.
- BA 82-121, Bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4); franco argiloarenosa; blocos angulares a subangulares, média a pequena moderada a fraca; friável a firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
- Bt₁ 121-153, Bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4); argiloso arenosa; blocos angulares a subangulares, média a pequena moderada a fraca; friável a firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.
- Bt₂ 153-185+, Vermelho-escuro (2.5 YR 3/6); argilosa; blocos angulares a subangulares, média a pequena moderada a fraca; friável a firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)	H+Al	P
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³
5	Ap	0-18	5,6	4,3	48,5
	A1	18-46	4,8	5,6	3,0
	AB	46-82	5,0	4,5	1,3
	BA	82-121	5,2	4,2	0,8
	Bt ₁	121-153	5,3	5,5	0,8
	Bt ₂	153-185+	5,1	5,8	0,8

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K+	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
1,95	1,3	0,34	0,02	3,6	0,1	7,9	45,6	2,7
0,75	0,2	0,21	0,01	1,2	1,65	6,7	17,4	58,5
1,75	0,3	0,06	0,01	2,1	1,05	6,6	32,0	33,2
3,1	0,6	0,04	0,02	3,8	0,6	8,0	47,3	13,8
2,9	1,1	0,04	0,03	4,1	0,8	9,5	42,8	16,5
2,5	1,45	0,04	0,2	4,0	1,1	9,8	40,9	21,6

COT	Composição Granulométrica				Silte/ Argila	Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹					kg dm ⁻³		%
15,8	384	235	322	59	5,46	1,5	2,4	36
11,4	363	223	285	128	2,23	1,6	2,5	37
10,8	561	53	173	214	0,81	1,5	2,5	40
10,0	511	50	169	270	0,63	1,7	2,5	33
10,7	416	45	146	394	0,37	1,5	2,3	35
10,1	371	45	144	440	0,33	1,5	2,5	40

PERFIL – 4

DATA – 11/04/2008

CLASSIFICAÇÃO – Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – SÃO PEDRO

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS, 29°43,996' S, 53°41,104' W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 85 m

RELEVO - Encosta

LITOLOGIA – Solo formado a partir de arenito

USO ATUAL – Pastagem perene

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Fabrício de Araújo Pedron, Douglas Rodrigo Kaiser, Eduardo Saldanha Vogelmann, Cláudia A. P. Barros, Leonir Terezinha Uhde, Davi A. Vieira, Marcelo Mentges e Juliana Prevedello

- Ap 0-12, Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4); franco arenosa; blocos angulares a subangulares média a muito pequena, moderada; friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana.
- A1 12-47, Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3), franco arenosa; blocos angulares a subangulares grande a pequena, moderada; friável a firme, ligeiramente pegajosa, plástica; transição plana e gradual.
- BA 47-83, Bruno-avermelhado (5YR 4/3) Mosqueado – (5YR 4/1); franco argiloarenosa; blocos angulares a subangulares grande a pequena, moderada; friável, plástica, pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt1 83-123, Bruno-avermelhado (5YR 4/4) Mosqueado – (5YR 4/1); franco argiloarenosa; blocos angulares a subangulares grande a pequena, moderada; friável, plástica, pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt2 123 - 170+, Bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4) Mosqueado – (5YR 4/1); argiloso arenosa; blocos angulares a subangulares grande a pequena, moderada; friável, plástica, pegajosa; transição plana e gradual.

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)		P mg dm ⁻³
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	H+Al cmol _c dm ⁻³	
4	Ap	0-12	4,9	3,7	1,7
	A	12-47	4,9	5,3	0,8
	BA	47-83	5,1	4,7	0,8
	Bt1	83-123	5,2	4,9	1,3
	Bt2	123-170+	5,0	5,4	0,8

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K+	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
1,1	0,4	0,08	0,02	1,5	1,1	5,2	29,8	40,5
1,1	0,0	0,03	0,01	1,1	1,3	6,4	17,1	53,2
2,0	0,3	0,04	0,01	2,3	0,9	7,0	49,9	26,6
3,7	1,2	0,02	0,00	4,9	0,6	9,8	50,0	11,1
2,2	1,1	0,04	0,01	3,3	1,5	8,7	37,6	31,5

COT	Composição Granulométrica				Silte/ Argila	Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹					kg dm ⁻³		%
12,2	611	60	182	147	1,23	1,7	2,6	33
10,1	604	48	179	168	1,07	1,6	2,5	36
9,9	384	235	178	203	0,88	1,6	2,5	37
4,1	287	176	247	290	0,85			
9,5	420	42	165	373	0,44	1,6	2,4	33

PERFIL – 3

DATA – 11/04/2008

CLASSIFICAÇÃO – Gleissolo Háptico (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – Banhado

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS, 29°43,995', 53°41,108' W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 83 m

RELEVO - Pedimento

LITOLOGIA –

USO ATUAL – Pastagem perene

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Fabrício de Araújo Pedron, Douglas Rodrigo Kaiser, Eduardo Saldanha Vogelmann, Cláudia A. P. Barros, Leonir Terezinha Uhde, Davi A. Vieira, Marcelo Mentges e Juliana Prevedello

- A1 0 – 25, Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2), Mosqueado – Bruno-amarelado (10YR 5/6); franco arenosa; blocos angulares a subangulares média a pequena, moderada; friável, ligeiramente pegajosa, plástica; transição clara e ondulada.
- A2 25 – 52, Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2), Mosqueado - Bruno-amarelado (10 YR 5/6); franco arenosa; blocos angulares a subangulares média a pequena, moderada; friável a solto, ligeiramente pegajosa a não pegajosa, plástica; transição gradual e plana.
- Cg1 52 – 70, Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2), Mosqueado – Bruno-avermelhado (5YR 4/3); franco arenosa; blocos angulares a subangulares média a pequena, fraca; friável a solto, ligeiramente pegajosa a não pegajosa, ligeiramente plástica; transição gradual e plana.
- Cg2 70 – 100+, Bruno-acinzentado (10YR 5/2), Mosqueado - Bruno-avermelhado (5YR 4/3); franco arenosa; blocos angulares a subangulares média a pequena, fraca; friável a solto, ligeiramente pegajosa, plástica, ligeiramente plástica; transição gradual e plana.

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)		P mg dm ⁻³
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	H+Al cmol _c dm ⁻³	
3	A1	0-25	5,0	5,2	0,8
	A2	25-52	5,1	4,2	1,7
	Cg1	52-70	5,1	4,0	0,8
	Cg2	70-100+	5,2	3,7	1,7

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K+	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
0,5	0,0	0,16	0,01	0,7	1,3	5,9	11,3	66,3
0,5	0,0	0,13	0,01	0,6	1,4	4,8	13,2	68,7
0,7	0,0	0,09	0,01	0,8	1,0	4,8	16,9	54,2
1,2	0,4	0,03	0,01	1,5	1,0	5,2	29,4	38,1

COT	Composição Granulométrica				Silte/ Argila	Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹					kg dm ⁻³		%
10,3	686	43	152	119	1,28	1,8	2,5	30
9,8	616	57	194	133	1,46	1,6	2,5	37
9,5	620	48	195	137	1,42	1,6	2,6	39
9,2	585	54	214	147	1,46	1,6	2,6	40

PERFIL – 2

DATA – 07/03/2009

CLASSIFICAÇÃO – Gleissolo Háptico (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – Banhado

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS,

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 82 m

RELEVO - Pedimento

LITOLOGIA –

USO ATUAL – Pastagem perene

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Douglas Rodrigo Kaiser, Leonir Terezinha Uhde e Eduardo Saldanha Vogelmann e Tiago I. Pereira

- A1 0-22, Bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2), Mosqueado – Vermelho-escuro (2,5YR 3/6); areia franca; blocos subangulares pequena, média e moderada; ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa; transição plana e ondulada.
- A2 22-50, Bruno-escuro (10YR 4/3), Mosqueado – Vermelho-escuro (2,5 YR 3/6); franco arenosa; blocos subangulares, pequena, média e fraca não plástica e não pegajosa; transição plana e ondulada.
- Bg 50+, Bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2), franco arenosa, blocos subangulares, pequena, média e fraca ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa, transição plana e ondulada.

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)		H+Al	P
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	
2	A1	0-22	4,8	5,6	1,7	
	A2	22-50	4,9	5,6	1,3	
	Bg	50+	4,8	5,6	1,7	

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K+	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
0,4	0,1	0,03	0,0	0,5	0,6	6,1	8,7	51,0
0,1	0,0	0,01	0,0	0,1	0,7	5,7	1,0	91,9
0,3	0,1	0,01	0,0	0,3	1,1	6,0	6,0	75,4

COT	Composição Granulométrica					Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Silte/ Argila	Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	-----g kg ⁻¹ -----					-----kg dm ⁻³ -----		%
6,9	513	314	101	71	1,42	1,5	2,6	43
3,0	402	247	288	63	4,57	1,5	2,6	44
4,7	427	262	218	94	0,30	1,4	2,6	47

PERFIL – 1

DATA – 07/03/2009

CLASSIFICAÇÃO – Gleissolo Háptico (EMBRAPA, 2006)

UNIDADE DE MAPEAMENTO – Banhado

LOCALIZAÇÃO - Santa Maria/RS,

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL –

ALTITUDE – 79 m

RELEVO - Pedimento

LITOLOGIA –

USO ATUAL – Pastagem perene

CLIMA – Cfa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – Douglas Rodrigo Kaiser, Leonir Terezinha Uhde e Eduardo Saldanha Vogelmann e Tiago I. Pereira

- A 0-16, Bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2), Mosqueado – Vermelho-escuro (2.5YR 3/6), franco arenosa, blocos subangulares pequena, média e moderada, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa, plana e ondulada
- Bg 16-34, Bruno-escuro (10YR 4/3), Mosqueado – Vermelho-escuro (2.5 YR 3/6), franco arenosa, blocos subangulares, pequena, média e fraca, não plástica e não pegajosa, plana e ondulada
- Cg 34+, Bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2), franco, blocos subangulares, pequena, média e fraca, ligeiramente plástica, ligeiramente pegajosa, plana e ondulada

Perfil	Horizonte		pH (H ₂ O)	H+Al	P
	Símbolo	Prof. (cm)	1:1	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³
1	A1	0-16	4,9	5,6	1,3
	A2	16-34	5,0	5,6	2,1
	Bg	34+	4,9	5,6	1,7

Complexo Sortivo							V	m
Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	CTC pH 7.0		
cmol _c dm ⁻³							%	
0,7	0,3	0,02	0,07	1,0	0,6	6,6	15,6	36,7
0,8	0,4	0,01	0,05	1,2	0,8	6,8	17,6	38,6
0,8	0,3	0,0	0,20	1,1	1,0	6,7	16,7	45,9

COT	Composição Granulométrica				Silte/ Argila	Densidade		Poros
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila		Solo	Partículas	
g kg ⁻¹	-----g kg ⁻¹ -----					-----kg dm ⁻³ -----		%
1,1	404	248	267	81	-	1,7	2,6	37
5,8	367	225	296	111	2,67	1,6	2,6	38
6,4	245	150	490	115	4,26	1,5	2,5	44

APÊNDICE C - Valores de densidade de partículas (Dp), densidade do solo – CRA (Ds), porosidade total (P_T), macroporosidade (Mac), microporosidade (Mic), carbono orgânico total do solo (COT) e matéria orgânica do solo (MOS), da topossequência de solos.

Perfil	Hor.	Orient	Data	Coordenadas		Rep	Dp	Ds (CRA)	P _T	Mac	Mic	COT	MOS
				X	Y								
P1	A1	H	7/3/2009	240319	6707803	1	2,65	1,38	0,48	0,09	0,39	11,00	19,00
						2		1,38	0,48	0,08	0,40		
						3		1,59	0,40	0,11	0,29		
		1				1,67		0,37	0,06	0,31			
		2				1,59		0,40	0,05	0,35			
		3				1,58		0,40	0,05	0,35			
	V	1	1,53	0,42	0,04	0,38							
		2	1,40	0,47	0,05	0,43							
		3	1,36	0,49	0,06	0,43							
	A2	H	7/3/2009	240319	6707803	1	2,65	1,48	0,44	0,14	0,30	5,80	10,00
						2		1,45	0,45	0,11	0,34		
						3		1,50	0,43	0,16	0,27		
		1				1,38		0,48	0,15	0,33			
		2				1,45		0,45	0,12	0,33			
		3				1,41		0,47	0,16	0,30			
1		1,54				0,42		0,13	0,29				
V		2				1,56		0,41	0,16	0,25			
		3				1,53		0,42	0,16	0,26			
	1	1,41	0,47	0,17	0,29								
Bg	H	7/3/2009	240319	6707803	2	2,65	1,40	0,47	0,16	0,31	6,40	11,00	
					3		.	.	.	.
					1		1,41	0,47	0,14	0,32			
	2				1,36		0,49	0,13	0,36				
	3				1,43		0,46	0,12	0,34				
	1				1,45		0,45	0,10	0,35				
	V				2		.	.	.	.
					3		.	.	.	.
					1		.	.	.	.
P4	Ap	I	11/4/2008	240342	6707792	1	2,60	1,60	0,38	0,14	0,24	12,21	24,00
						2		1,62	0,38	0,14	0,23		
						3		1,58	0,39	0,16	0,23		
						1		1,66	0,36	0,14	0,22		
						2		1,49	0,43	0,20	0,23		
						3		1,64	0,37	0,12	0,25		
	V	1	1,64	0,37	0,12	0,25							
		2	1,55	0,40	0,16	0,24							
		3	1,74	0,33	0,08	0,25							
	A1	H	11/4/2008	240342	6707792	1	2,52	1,53	0,39	0,18	0,22	10,12	19,89
						2			
						3			
1		1,72				0,32		0,10	0,22				
2		1,66				0,34		0,13	0,21				
3		1,52				0,40		0,19	0,21				
V	1	1,52	0,40	0,19	0,21								
	2	1,57	0,38	0,15	0,22								
	3	1,53	0,39	0,19	0,21								

... continuação

						1	1,60	0,36	0,11	0,25		
						2	1,53	0,39	0,14	0,24		
						3	.	.	.	.
						1	.	.	.	.
BA	I	11/4/2008	240342	6707792	2	2,50	1,50	0,40	0,19	0,21	9,94	19,53
					3		1,44	0,42	0,20	0,23		
					1		1,49	0,40	0,17	0,24		
	V				2		1,49	0,40	0,17	0,23		
					3		1,58	0,37	0,11	0,26		
					1		1,59	0,36	0,09	0,27		
					2		1,58	0,37	0,06	0,31		
					3		1,61	0,36	0,09	0,27		
					1		1,57	0,37	0,11	0,26		
P4	Bt1	I	11/4/2008	240342	6707792	2	2,50	1,57	0,37	0,09	0,28	
					3		1,65	0,34	0,08	0,27		
					1		1,55	0,38	0,09	0,28		
	V				2		1,50	0,40	0,14	0,27		
					3		1,58	0,37	0,07	0,27		
					1		1,51	0,37	0,02	0,35		
					2		1,51	0,37	0,03	0,34		
					3		1,46	0,39	0,05	0,35		
					1		1,52	0,37	0,07	0,3		
	Bt2	I	11/4/2008	240342	6707792	2	2,40	1,50	0,38	0,06	0,32	9,48 18,64
					3		1,52	0,37	0,05	0,32		
					1		1,56	0,35		0,35		
	V				2		1,45	0,40	0,09	0,31		
					3		1,56	0,35	0,03	0,32		
					1		1,69	0,35	0,13	0,21		
					2		1,71	0,34	0,08	0,26		
					3		1,63	0,37	0,16	0,21		
					1		1,75	0,33	0,12	0,20		
	Ap	I	7/5/2008	240394	6707752	2	2,60	1,70	0,35	0,13	0,21	3,55 6,97
					3		1,30	0,50	0,15	0,36		
					1		1,70	0,35	0,13	0,22		
	V				2		1,65	0,36	0,15	0,22		
					3		1,69	0,35	0,11	0,24		
P7					1		1,57	0,40	0,20	0,20		
					2		1,55	0,40	0,20	0,21		
					3		1,59	0,39	0,19	0,20		
					1		1,53	0,41	0,22	0,19		
	A1	I	7/5/2008	240394	6707752	2	2,60	1,50	0,42	0,22	0,21	2,79 5,48
					3		1,51	0,42	0,22	0,20		
					1		1,65	0,36	0,14	0,23		
	V				2		1,70	0,35	0,13	0,22		
					3		1,73	0,34	0,11	0,22		

... continuação

						1	1,46	0,44	0,23	0,21		
						2	1,47	0,43	0,23	0,21		
						3	1,52	0,42	0,24	0,18		
						1	1,39	0,46	0,23	0,23		
	AB	I	7/5/2008	240394	6707752	2	2,60	1,51	0,42	0,19	0,23	3,73 7,32
						3		1,38	0,47	0,26	0,21	
						1		1,46	0,44	0,20	0,24	
		V				2		1,44	0,44	0,22	0,22	
						3		1,43	0,45	0,18	0,27	
						1		1,59	0,39	0,07	0,32	
						2		1,49	0,43	0,13	0,30	
						3		1,53	0,41	0,12	0,30	
						1		1,53	0,41	0,08	0,33	
	BA	I	7/5/2008	240394	6707752	2	2,60	1,45	0,44	0,14	0,30	5,03 9,89
						3		1,45	.	0,13	0,32	
						1		1,43	0,45	0,12	0,33	
		V				2		1,48	0,43	0,12	0,31	
						3		1,54	0,41	0,09	0,32	
P7						1		1,80	0,31	0,34	,	
						2		1,50	0,42	0,06	0,37	
						3		1,39	0,46	0,07	0,39	
						1		1,40	0,46	0,25	0,22	
	Bt1	I	7/5/2008	240394	6707752	2	2,60	1,41	0,46	0,07	0,39	4,41 8,66
						3		1,45	0,44	0,07	0,37	
						1		1,37	0,47	0,10	0,38	
		V				2		1,41	0,46	0,10	0,36	
						3		1,31	0,50	0,12	0,38	
						1		1,48	0,43	0,08	0,35	
						2		1,56	0,40	0,05	0,35	
						3		1,52	0,42	0,05	0,37	
						1		1,45	0,44	0,05	0,39	
	Bt2	I	7/5/2008	240394	6707752	2	2,60	1,46	0,44	0,07	0,36	3,97 7,80
						3		1,46	0,44	0,08	0,36	
						1		1,48	0,43	0,06	0,37	
		V				2		1,52	0,41	0,05	0,37	
						3		1,54	0,41	0,03	0,38	
						1		1,76	0,30	0,15	0,15	
						2		1,68	0,33	0,09	0,24	
						3		1,42	0,43	0,16	0,27	
						1		1,72	0,31	0,06	0,25	
	P8	Ap	I	1/5/2008	240423	6707732	2	2,50	1,58	0,37	0,13	0,24 6,33 12,45
						3		1,69	0,32	0,08	0,24	
						1		1,66	0,34	0,09	0,25	
		V				2		1,60	0,36	0,11	0,25	
						3		1,41	0,38	0,06	0,32	

... continuação

						1	1,51	0,40	0,17	0,23			
						2	1,51	0,40	0,15	0,24			
						3	1,47	0,41	0,20	0,21			
						1	1,48	0,41	0,20	0,21			
A1	I	1/5/2008	240423	6707732		2	2,50	1,42	0,43	0,23	0,20	2,24	4,41
						3		1,49	0,41	0,19	0,22		
						1		1,45	0,42	0,20	0,22		
	V					2		1,37	0,45	0,23	0,22		
						3		.	.	.	.
						1		1,43	0,45	0,17	0,28		
						2		1,42	0,46	0,18	0,27		
						3		1,47	0,43	0,17	0,27		
						1		1,43	0,45	0,15	0,30		
A2	I	1/5/2008	240423	6707732		2	2,60	1,41	0,46	0,19	0,27	3,94	7,74
						3		1,49	0,43	.	.		
						1		1,45	0,44	0,14	0,30		
	V					2		1,39	0,47	0,18	0,28		
						3		.	.	.	.
						1		1,49	0,43	0,18	0,25		
						2		1,45	0,44	0,21	0,23		
						3		.	.	.	.
						1		1,39	0,47	0,02	0,45		
P8	AB	I	1/5/2008	240423	6707732	2	2,60	1,44	0,45	0,07	0,38	5,88	11,55
						3		1,40	0,46	0,07	0,40		
						1		1,50	0,42	0,08	0,34		
	V					2		1,49	0,43	0,07	0,36		
						3		1,40	0,46	0,11	0,35		
						1		1,40	0,44	0,08	0,36		
						2		1,44	0,42	0,06	0,37		
						3		.	.	.	.
						1		1,40	0,44	0,08	0,36		
	BA	I	1/5/2008	240423	6707732	2	2,50	1,44	0,42	0,06	0,37	5,64	11,08
						3		1,36	0,45	0,10	0,36		
						1		1,38	0,45	0,07	0,38		
	V					2		1,43	0,43	0,08	0,35		
						3		1,38	0,45	0,09	0,36		
						1		.	.	.	.
						2		.	.	.	.
						3		.	.	.	.
						1		1,50	0,42	0,07	0,35		
Bt1	I	1/5/2008	240423	6707732		2	2,60	1,42	0,45	0,02	0,43	2,58	5,06
						3		1,46	0,44	0,09	0,35		
						1		1,19	0,54	0,24	0,30		
	V					2		1,47	0,44	0,07	0,37		
						3		1,17	0,55	0,25	0,30		

... continuação

							1	1,43	0,43	0,09	0,33		
							2	1,46	0,42	0,07	0,35		
							3	1,49	0,40	0,04	0,36		
							1	1,46	0,42	0,08	0,34		
P8	Bt2	I	1/5/2008	240423	6707732		2	2,50	.	.	.	.	1,52 2,98
							3	.	.	.	.
							1	1,45	0,42	0,10	0,32		
		V					2	1,41	0,43	0,11	0,33		
							3	1,40	0,44	0,11	0,33		
							1	1,61	0,38	0,17	0,20		
							2	1,71	0,34	0,24	0,10		
							3	1,68	0,35	0,14	0,21		
							1	1,75	0,33	0,11	0,22		
	Ap	I	1/5/2008	240430	6707726		2	2,60	1,76	0,32	0,09	0,23	6,51 12,80
							3	1,84	0,29	0,08	0,21		
							1	1,83	0,29	0,06	0,23		
		V					2	1,78	0,32	0,10	0,22		
							3	1,80	0,30	0,07	0,23		
							1	1,55	0,40	0,07	0,33		
							2	1,53	0,41	0,17	0,24		
							3	.	.	.	.
							1	1,43	0,45	0,20	0,25		
	A1	I	1/5/2008	240430	6707726		2	2,60	.	.	.	.	6,30 12,39
							3	1,48	0,43	0,21	0,22		
							1	1,46	0,44	0,19	0,25		
		V					2	1,69	0,35	0,08	0,27		
							3	1,53	0,41	0,15	0,26		
P9							1	1,61	0,38	0,08	0,29		
							2	1,50	0,42	0,13	0,29		
							3	1,46	0,44	0,17	0,27		
							1	1,49	0,42	0,14	0,28		
	A2	I	1/5/2008	240430	6707726		2	2,59	1,62	0,37	0,07	0,31	10,42 20,49
							3	1,59	0,36	0,06	0,29		
							1	1,70	0,34	0,10	0,25		
		V					2	1,33	0,49	0,18	0,31		
							3	1,44	0,44	0,17	0,28		
							1	1,30	0,50	0,18	0,31		
							2	1,43	0,45	0,09	0,36		
							3	1,33	0,49	0,11	0,38		
							1	1,47	0,43	0,09	0,34		
	AB	I	1/5/2008	240430	6707726		2	2,60	1,42	0,45	0,09	0,37	6,70 13,16
							3	1,47	0,44	0,08	0,35		
							1	1,47	0,43	0,10	0,34		
		V					2	1,44	0,45	0,09	0,36		
							3	1,45	0,44	0,10	0,35		

... continuação

						1	1,38	0,47	0,11	0,36		
						2	1,37	0,47	0,10	0,37		
						3	1,36	0,48	0,12	0,35		
						1	1,45	0,44	0,11	0,34		
	BA	I	1/5/2008	240430	6707726	2	2,60	1,40	0,46	0,10	0,36	
						3		1,39	0,47	0,12	0,35	
						1		1,30	0,50	.	.	
		V				2		1,38	0,47	0,11	0,36	
						3		1,37	0,47	0,11	0,37	
						1		1,46	0,44	0,11	0,33	
						2		.	.	.	.
						3		.	.	.	.
						1		1,53	0,41	0,08	0,33	
P9	Bt1	I	1/5/2008	240430	6707726	2	2,60	1,48	0,43	0,08	0,35	10,21 20,07
						3		1,43	0,45	0,11	0,34	
						1		1,53	0,41	0,06	0,36	
		V				2		1,54	0,41	0,03	0,38	
						3		1,45	0,44	0,06	0,38	
						1		1,30	0,47	0,12	0,35	
						2		1,46	0,41	0,07	0,34	
						3		1,40	0,43	0,09	0,34	
						1		1,46	0,41	0,07	0,34	
	Bt2	I	1/5/2008	240430	6707726	2	2,47	1,52	0,38	0,02	0,37	8,48 16,67
						3		1,48	0,40	0,03	0,37	
						1		1,40	0,43	0,16	0,28	
		V				2		1,44	0,42	0,07	0,35	
						3		.	.	.	.
						1		1,72	0,34	0,13	0,21	
						2		1,58	0,39	0,18	0,21	
						3		1,65	0,37	0,16	0,21	
						1		1,75	0,33	0,10	0,23	
	Ap	I	1/5/2008	240432	6707725	2	2,60	1,73	0,34	0,10	0,24	5,06 9,94
						3		1,70	0,34	0,11	0,24	
						1		1,54	0,41	0,21	0,19	
		V				2		1,68	0,36	0,14	0,22	
						3		1,72	0,34	0,12	0,22	
P10						1		1,57	0,39	0,15	0,24	
						2		1,49	0,43	0,20	0,23	
						3		1,49	0,43	0,19	0,24	
						1		1,38	0,47	0,23	0,24	
	A1	I	1/5/2008	240432	6707725	2	2,60	1,48	0,43	0,19	0,24	4,33 8,52
						3		1,46	0,44	0,22	0,22	
						1		1,44	0,45	0,21	0,24	
		V				2		1,43	0,45	0,23	0,22	
						3		1,50	0,42	0,19	0,23	

... continuação

						1	1,22	0,53	.	.		
						2	1,38	0,47	0,19	0,27		
						3	1,25	0,52	0,28	0,24		
A2	I	1/5/2008	240432	6707725		1	1,37	0,47	0,19	0,29		
					2,60	2	1,26	0,51	0,22	0,29		
						3	1,30	0,47	0,18	0,28		
	V					1	1,22	0,53	0,27	0,26		
						2	1,35	0,48	0,21	0,27		
						3	1,12	0,57	0,28	0,28		
						1	1,52	0,42	0,08	0,33		
	H					2	1,40	0,46	0,13	0,33		
						3	.	.	.	0,35		
AB	I	1/5/2008	240432	6707725		1	1,42	0,45	0,10	0,35		
					2,60	2	1,39	0,47	0,12	0,35	4,94	9,71
						3	1,44	0,45	0,10	0,33		
	V					1	1,44	0,45	0,11	0,35		
						2	1,42	0,45	0,11	0,34		
						3	1,46	0,44	0,09	0,36		
						1	1,37	0,45	0,09	0,37		
	H					2	1,40	0,44	0,07	0,36		
						3	1,39	0,45	0,09	0,35		
P10	BA	1/5/2008	240432	6707725		1	1,43	0,43	0,08	0,35		
	I				2,50	2	1,39	0,44	0,08	0,36	12,24	24,06
						3	1,36	0,46	0,07	0,38		
	V					1	1,40	0,44	0,08	0,36		
						2	1,32	0,47	0,09	0,39		
						3	1,38	0,45	0,08	0,37		
						1	1,41	0,46	0,11	0,35		
	H					2	1,42	0,45	0,11	0,35		
						3	1,54	0,42	0,08	0,33		
Bt1	I	1/5/2008	240432	6707725		1	1,43	0,45	0,09	0,36		
					2,60	2	1,47	0,44	0,15	0,29	9,39	18,46
						3	1,46	0,44	0,09	0,35		
	V					1	1,49	0,43	0,09	0,34		
						2	1,52	0,41	0,07	0,34		
						3	1,51	0,42	0,07	0,35		
						1	1,22	0,53	0,20	0,33		
	H					2	1,48	0,43	0,20	0,23		
						3	1,31	0,49	0,14	0,36		
Bt2	I	1/5/2008	240432	6707725		1	1,41	0,46	0,11	0,35		
					2,60	2	1,42	0,45	0,12	0,34	8,48	16,67
						3	1,54	0,41	0,07	0,34		
	V					1	1,40	0,46	0,12	0,34		
						2	1,52	0,41	0,07	0,35		
						3	1,40	0,46	0,12	0,34		

... continuação

						1		1,35	0,48	0,08	0,40		
						2		1,65	0,36	0,15	0,22		
						3		1,56	0,40	0,16	0,24		
						1		1,70	0,35	0,11	0,24		
Ap	I	1/5/2008	240434	6707725	2	2,60		1,71	0,34	0,10	0,24	2,36	4,64
					3			1,73	0,34	0,11	0,23		
					1			1,61	0,38	0,24	0,14		
	V				2			1,84	0,29	0,31	.		
					3			1,46	0,44	0,27	0,17		
					1			1,55	0,40	0,17	0,23		
					2			1,59	0,39	0,16	0,23		
					3			1,72	0,34	0,08	0,26		
					1			1,62	0,38	0,14	0,23		
A1	I	1/5/2008	240434	6707725	2	2,60		1,58	0,39	0,15	0,24	3,85	7,56
					3			1,44	0,44	0,22	0,23		
					1			1,65	0,36	0,12	0,24		
	V				2			1,55	0,40	0,16	0,24		
					3			1,66	0,36	0,12	0,24		
					1			1,57	0,40	0,12	0,28		
					2			1,47	0,43	0,14	0,29		
					3			1,50	0,42	0,15	0,27		
					1			1,45	0,44	0,17	0,27		
P11	A2	I	1/5/2008	240434	2	2,60		1,45	0,44	0,17	0,28	5,42	10,66
					3			.	.	.	.
					1			1,36	0,48	0,23	0,24		
	V				2			1,46	0,44	0,18	0,26		
					3			1,44	0,44	0,18	0,26		
					1			1,42	0,43	0,11	0,32		
					2			1,45	0,42	0,10	0,32		
					3			1,38	0,45	0,14	0,30		
					1			1,44	0,42	0,11	0,31		
AB	I	1/5/2008	240434	6707725	2	2,50		1,38	0,45	0,14	0,31	5,27	10,36
					3			1,49	0,40	0,10	0,30		
					1			1,41	0,44	0,14	0,30		
	V				2			1,41	0,44	0,14	0,29		
					3			1,38	0,45	0,16	0,29		
					1			.	.	.	.
					2			1,46	0,44	0,07	0,36		
					3			1,46	0,43	0,07	0,36		
					1			1,46	0,44	0,09	0,34		
BA	I	1/5/2008	240434	6707725	2	2,50		1,43	0,45	0,09	0,35	5,15	10,12
					3			1,40	0,46	0,10	0,35		
					1			1,35	0,48	0,13	0,35		
	V				2			1,54	0,40	0,07	0,33		
					3			1,51	0,42	0,10	0,32		

... continuação

P11	H					1	1,45	0,41	0,05	0,36			
						2	1,35	0,45	0,16	0,30			
						3	.	.	.	.
	Bt1	I	1/5/2008	240434	6707725	2,46	1	1,39	0,43	0,09	0,34	4,06	7,98
							2	1,40	0,43	0,07	0,36		
							3	1,41	0,43	0,06	0,37		
	V						1	1,40	0,43	0,06	0,37		
							2	1,46	0,41	0,06	0,35		
							3	1,38	0,44	0,09	0,35		
	P12	H					1	1,42	0,44	0,10	0,34		
							2	1,42	0,44	0,10	0,33		
							3	.	0,43	0,07	0,36		
Bt2		I	1/5/2008	240434	6707725	2,53	1	1,36	0,46	0,10	0,36	2,30	4,53
							2	1,42	0,44	0,09	0,35		
							3	.	0,43	0,09	0,34		
V							1	1,45	0,43	0,08	0,35		
							2	1,50	0,41	0,07	0,34		
							3	1,51	0,40	0,05	0,35		
P13		H					1	1,66	0,35	0,14	0,22		
							2	1,65	0,36	0,12	0,24		
							3	1,69	0,34	0,12	0,22		
	Ap	I	25/4/2008	240469	6707697	2,57	1	1,70	0,34	0,12	0,22	7,27	14,29
							2	1,60	0,38	0,18	0,20		
							3	1,66	0,36	0,15	0,21		
	V						1	1,68	0,35	0,12	0,23		
							2	1,67	0,35	0,13	0,23		
							3	1,76	0,32	0,08	0,23		
	AB	H					1	1,49	0,43	0,19	0,24		
							2	1,45	0,44	0,18	0,26		
							3	1,45	0,44	0,18	0,26		
A1		I	25/4/2008	240469	6707697	2,60	1	1,42	0,45	0,12	0,34		
							2	1,48	0,43	0,18	0,25		
							3	1,54	0,41	0,18	0,22		
V							1	1,51	0,42	0,17	0,25		
							2	1,53	0,41	0,13	0,28		
							3	1,46	0,44	0,18	0,25		
AB	H					1	1,45	0,45	0,12	0,32			
						2	1,50	0,43	0,12	0,31			
						3	1,45	0,44	0,13	0,32			
	I	25/4/2008	240469	6707697	2,61	1	1,44	0,45	0,14	0,30	6,76	13,28	
						2	1,49	0,43	0,14	0,29			
						3	1,42	0,46	0,14	0,32			
V						1	1,39	0,47	0,13	0,34			
						2	1,40	0,46	0,16	0,31			
						3	1,50	0,43	0,12	0,31			

... continuação

						1	1,45	0,44	0,06	0,38		
						2	1,39	0,47	0,11	0,36		
						3	1,43	0,45	0,09	0,36		
						1	1,46	0,44	0,08	0,35		
	BA	I	25/4/2008	240469	6707697	2	2,60	1,44	0,45	0,11	0,34	
						3		1,44	0,45	0,07	0,37	
						1		1,41	0,46	0,12	0,33	
		V				2		1,36	0,48	0,11	0,37	
						3		.	.	.	.
						1		1,37	0,46	0,11	0,36	
		H				2		1,42	0,44	0,08	0,37	
						3		1,49	0,42	0,07	0,35	
						1		1,35	0,47	0,13	0,34	
P13	Bt1	I	25/4/2008	240469	6707697	2	2,55	1,34	0,47	0,1	0,38	5,36 10,54
						3		.	.	.	.
						1		1,49	0,41	0,07	0,35	
		V				2		1,34	0,48	0,14	0,34	
						3		1,38	0,46	0,10	0,36	
						1		1,45	0,42	0,07	0,35	
		H				2		1,42	0,44	0,09	0,34	
						3		1,45	0,43	0,07	0,36	
						1		1,53	0,39	0,04	0,35	
		I	25/4/2008	240469	6707697	2	2,52	1,45	0,43	0,04	0,39	4,21 8,28
						3		1,51	0,40	0,03	0,37	
						1		1,34	0,47	0,14	0,33	
		V				2		1,47	0,42	0,09	0,32	
						3		.	.	.	.

APÊNDICE D – Valores de umidade volumétrica nas tensões de 0 kPa (θ_{sat}), 1 kPa (θ_1), 6 kPa (θ_6), 10 kPa (θ_{10}), 33 kPa (θ_{33}), 100 kPa (θ_{100}), 500 kPa (θ_{500}), 1500 kPa (θ_{1500}) e água disponível (AD) para toposequência de solos.

Perfil	Hor,	Orient	Rep,	θ_{sat}	θ_1	θ_6	θ_{10}	θ_{33}	θ_{100}	θ_{500}	θ_{1500}	AD
				----- m ³ m ⁻³ -----								
P1	A1	H	1	0,45	0,43	0,39	0,36	0,36	0,31	0,17	0,10	0,26
			2	0,45	0,43	0,40	0,37	0,37	0,29	0,17	0,10	0,27
			3	0,34	0,33	0,29	0,28	0,28	0,22	0,20	0,11	0,17
		I	1	0,38	0,35	0,31	0,29	0,30	0,23	0,21	0,12	0,17
			2	0,39	0,37	0,35	0,34	0,34	0,30	0,20	0,11	0,23
			3	0,39	0,38	0,35	0,34	0,34	0,24	0,20	0,11	0,23
		V	1	0,44	0,41	0,39	0,37	0,38	0,35	0,19	0,11	0,26
			2	0,48	0,46	0,43	0,41	0,41	0,37	0,18	0,10	0,31
			3	0,46	0,46	0,43	0,42	0,42	0,37	0,17	0,10	0,32
	A2	H	1	0,39	0,36	0,30	0,29	0,29	0,24	0,10	0,08	0,21
			2	0,43	0,41	0,34	0,34	0,34	0,28	0,10	0,08	0,26
			3	0,39	0,36	0,27	0,26	0,26	0,21	0,10	0,08	0,18
		I	1	0,43	0,40	0,33	0,31	0,31	0,27	0,09	0,08	0,23
			2	0,41	0,39	0,34	0,33	0,33	0,28	0,10	0,08	0,25
			3	0,42	0,37	0,30	0,29	0,29	0,25	0,10	0,08	0,21
		V	1	0,39	0,36	0,29	0,27	0,27	0,25	0,11	0,09	0,18
			2	0,38	0,35	0,25	0,25	0,25	0,19	0,11	0,09	0,16
			3	0,39	0,36	0,26	0,25	0,25	0,21	0,11	0,08	0,17
	Bg	H	1	0,41	0,37	0,29	0,27	0,27	0,23	0,11	0,08	0,19
			2	0,42	0,38	0,31	0,29	0,29	0,25	0,11	0,08	0,21
			3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		I	1	0,44	0,40	0,32	0,31	0,31	0,25	0,11	0,08	0,23
			2	0,48	0,41	0,36	0,33	0,33	0,27	0,11	0,08	0,25
			3	0,44	0,39	0,34	0,32	0,32	0,26	0,11	0,08	0,24
V		1	0,48	0,44	0,35	0,32	0,32	0,25	0,11	0,08	0,24	
		2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
P4	Ap	H	1	.	.	.	.	.	.	.	.	0,18
			2	.	0,41	0,28	0,25	0,23	0,22	0,11	0,07	0,17
			3	0,40	0,38	0,26	0,25	0,22	0,22	0,11	0,07	0,18
		I	1	0,45	0,41	0,27	0,25	0,23	0,21	0,11	0,07	0,16
			2	0,35	0,34	0,25	0,24	0,22	0,21	0,11	0,07	0,18
			3	0,42	0,40	0,26	0,25	0,25	0,24	0,10	0,07	,
		V	1	0,39	0,38	0,28	0,26	0,25	0,24	0,11	0,07	0,19
			2	0,43	0,41	0,28	0,26	0,24	0,23	0,11	0,07	0,19
			3	0,36	0,34	0,29	0,28	0,27	0,26	0,12	0,08	0,20
	A1	H	1	0,36	0,36	0,24	0,22	0,21	0,20	0,10	0,08	0,26
			2	.	.	.	.	.	.	.	.	0,15
			3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		I	1	.	.	.	.	.	.	.	.	0,13
			2	0,35	0,35	0,24	0,21	0,18	0,16	0,11	0,08	0,14
			3	0,33	0,31	0,23	0,22	0,20	0,19	0,11	0,08	.
V	1	0,42	0,38	0,24	0,23	0,21	0,20	0,10	0,08	0,15		
	2	0,41	0,39	0,26	0,24	0,23	0,16	0,11	0,08	0,16		
			3	0,39	0,36	0,23	0,22	0,20	0,18	0,10	0,08	0,14

... continuação

			1	.	.	.	.	.	.	.	0,14
		H	2	0,42	0,38	0,27	0,25	0,24	0,23	0,13	0,11
			3	.	.	.	.	.	.	.	.
			1	.	.	.	.	.	.	.	0,12
	BA	I	2	0,43	0,39	0,36	0,35	0,33	0,31	0,27	0,21
			3	0,44	0,37	0,24	0,22	0,18	0,17	0,11	0,10
			1	0,40	0,37	0,27	0,25	0,23	0,22	0,13	0,11
		V	2	0,41	0,38	0,27	0,25	0,23	0,22	0,13	0,11
			3	0,38	0,35	0,28	0,26	0,23	0,21	0,13	0,11
			1	0,39	0,37	0,31	0,29	0,27	0,30	0,20	0,17
		H	2	0,44	0,41	0,35	0,33	0,31	0,29	0,20	0,17
			3	0,37	0,36	0,31	0,29	0,27	0,26	0,20	0,17
			1	0,39	0,36	0,29	0,27	0,24	0,22	0,19	0,16
P4	Bt1	I	2	0,37	0,37	0,30	0,28	0,26	0,24	0,19	0,16
			3	0,38	0,32	0,27	0,26	0,22	0,21	0,19	0,16
			1	0,42	0,40	0,33	0,31	0,29	0,28	0,20	0,17
		V	2	0,41	0,38	0,30	0,29	0,26	0,25	0,19	0,16
			3	0,40	0,35	0,32	0,31	0,30	0,30	0,19	0,16
			1	0,44	0,42	0,39	0,38	0,36	0,34	0,20	0,19
		H	2	0,46	0,42	0,37	0,36	0,35	0,34	0,20	0,19
			3	0,44	0,38	0,35	0,33	0,30	0,29	0,17	0,16
			1	0,40	0,38	0,33	0,32	0,31	0,30	0,20	0,19
	Bt2	I	2	0,41	0,41	0,36	0,35	0,33	0,33	0,20	0,19
			3	0,41	0,39	0,35	0,34	0,33	0,32	0,20	0,19
			1	0,44	0,43	0,40	0,39	0,37	0,35	0,21	0,20
		V	2	0,43	0,40	0,36	0,35	0,33	0,33	0,20	0,19
			3	0,41	0,39	0,37	0,36	0,35	0,34	0,21	0,20
			1	0,33	0,32	0,23	0,22	0,20	0,18	0,13	0,08
		H	2	0,32	0,30	0,27	0,23	0,19	0,17	0,13	0,08
			3	0,35	0,32	0,22	0,21	0,19	0,18	0,12	0,07
			1	0,28	0,26	0,21	0,20	0,17	0,16	0,13	0,08
		I	2	0,33	0,30	0,22	0,21	0,19	0,18	0,13	0,08
			3	0,44	0,39	0,37	0,36	0,36	0,35	0,10	0,06
			1	0,33	0,31	0,23	0,22	0,19	0,18	0,13	0,08
		V	2	0,32	0,29	0,22	0,20	0,17	0,15	0,12	0,07
			3	.	.	.	.	.	.	.	0,12
P7			1	0,33	0,29	0,22	0,21	0,18	0,16	0,17	0,11
		H	2	0,36	0,33	0,23	0,21	0,18	0,17	0,17	0,11
			3	.	.	.	.	.	.	.	.
			1	0,34	0,31	0,20	0,19	0,18	0,16	0,16	0,10
		I	2	0,38	0,34	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,10
			3	0,36	0,35	0,22	0,21	0,19	0,18	0,16	0,10
			1	0,32	0,30	0,25	0,23	0,21	0,20	0,18	0,12
		V	2	0,31	0,31	0,23	0,22	0,19	0,18	0,18	0,12
			3	0,31	0,30	0,23	0,22	0,21	0,20	0,18	0,12

... continuação

P7	AB	H	1	0,49	0,39	0,25	0,24	0,23	0,22	0,36	0,15	0,03
			2	0,36	0,34	0,23	0,21	0,19	0,17	0,29	0,14	0,09
			3	0,35	0,34	0,20	0,18	0,17	0,16	0,31	0,15	0,07
		I	1	0,40	0,35	0,25	0,23	0,21	0,20	0,27	0,14	0,10
			2	0,35	0,32	0,24	0,23	0,21	0,20	0,29	0,14	0,09
			3	0,41	0,41	0,25	0,24	0,25	0,24	0,29	0,14	0,10
		V	1	0,36	0,33	0,24	0,23	0,20	0,18	0,27	0,14	0,13
			2	0,36	0,32	0,23	0,22	0,20	0,19	0,27	0,14	0,09
			3	0,42	0,36	0,28	0,27	0,25	0,24	0,27	0,14	0,08
	BA	H	1	0,25	0,22	0,17	0,16	0,14	0,12	0,27	0,21	.
			2	0,35	0,33	0,29	0,28	0,26	0,25	0,23	0,19	0,10
			3	0,37	0,33	0,30	0,29	0,27	0,26	0,25	0,20	0,09
		I	1	0,41	0,39	0,25	0,24	0,24	0,20	0,27	0,21	0,14
			2	0,42	0,39	0,33	0,32	0,30	0,29	0,25	0,20	0,02
			3	0,42	0,39	0,37	0,35	0,34	0,33	0,27	0,21	0,12
		V	1	0,40	0,38	0,33	0,33	0,31	0,29	0,23	0,19	0,14
			2	0,37	0,35	0,32	0,31	0,29	0,27	0,25	0,20	0,11
			3	0,47	0,39	0,37	0,36	0,31	0,31	0,28	0,23	0,13
	Bt1	H	1	.	.	.	.	.	.	.	.	0,16
			2	0,39	0,39	0,38	0,37	0,35	0,34	0,29	0,26	0,11
			3	0,46	0,44	0,40	0,40	0,37	0,35	0,27	0,24	.
		I	1	0,55	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,29	0,26	.
			2	0,66	0,45	0,43	0,42	0,40	0,38	0,29	0,26	0,12
			3	0,44	0,42	0,38	0,36	0,35	0,34	0,27	0,24	0,17
		V	1	0,46	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38	0,27	0,24	0,12
			2	0,41	0,39	0,37	0,36	0,35	0,34	0,27	0,24	0,16
			3	0,45	0,43	0,39	0,37	0,36	0,35	0,25	0,22	0,15
Bt2	H	1	0,41	0,40	0,37	0,37	0,35	0,35	0,34	0,32	0,05	
		2	0,40	0,39	0,37	0,36	0,35	0,34	0,36	0,34	0,02	
		3	0,41	0,39	0,37	0,36	0,33	0,31	0,34	0,32	0,04	
	I	1	0,50	0,47	0,44	0,43	0,40	0,38	0,36	0,34	0,09	
		2	0,42	0,41	0,39	0,38	0,40	0,36	0,34	0,32	0,06	
		3	0,41	0,39	0,36	0,35	0,33	0,33	0,32	0,30	0,05	
	V	1	0,42	0,40	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34	0,32	0,06	
		2	0,41	0,40	0,38	0,36	0,36	0,34	0,34	0,32	0,04	
		3	0,40	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36	0,34	0,32	0,06	
P8	Ap	H	1	0,22	0,23	0,16	0,15	0,11	0,10	0,12	0,09	0,17
			2	0,33	0,31	0,28	0,26	0,25	0,22	0,12	0,09	0,18
			3	0,36	0,32	0,26	0,24	0,20	0,19	0,09	0,07	0,06
		I	1	0,31	0,30	0,26	0,24	0,21	0,20	0,11	0,08	0,16
			2	0,36	0,35	0,28	0,27	0,23	0,20	0,11	0,08	0,18
			3	0,33	0,31	0,27	0,26	0,22	0,20	0,12	0,09	0,17
	V	1	0,35	0,33	0,29	0,27	0,23	0,21	0,12	0,09	0,19	
		2	0,39	0,36	0,29	0,27	0,24	0,22	0,11	0,08	0,19	
		3	0,61	0,53	0,49	0,47	0,46	0,45	0,10	0,07	0,40	

... continuação

		1	0,37	0,34	0,24	0,23	0,20	0,19	0,15	0,07	0,18
	H	2	0,33	0,35	0,28	0,25	0,25	0,25	0,16	0,07	0,16
		3	0,39	0,37	0,24	0,22	0,19	0,18	0,15	0,07	0,15
		1	0,36	0,35	0,23	0,21	0,19	0,18	0,15	0,07	0,14
A1	I	2	0,39	0,36	0,22	0,20	0,17	0,16	0,14	0,06	0,14
		3	0,37	0,33	0,24	0,21	0,18	0,17	0,15	0,07	0,15
		1	0,42	0,36	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,06	0,13
	V	2	0,39	0,33	0,22	0,20	0,17	0,16	0,13	0,06	0,14
		3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		1	0,35	0,33	0,28	0,27	0,25	0,23	0,16	0,13	0,15
	H	2	0,36	0,34	0,28	0,27	0,24	0,22	0,16	0,13	0,15
		3	0,41	0,38	0,31	0,30	0,29	0,28	0,18	0,14	0,14
		1	0,42	0,39	0,33	0,32	0,29	0,27	0,15	0,07	0,14
A2	I	2	0,36	0,34	0,28	0,27	0,24	0,23	0,16	0,13	0,07
		3	0,37	0,33	0,28	0,22	0,18	0,17	0,18	0,14	0,25
		1	0,39	0,37	0,32	0,31	0,28	0,27	0,17	0,14	0,16
	V	2	0,41	0,27	0,30	0,29	0,26	0,25	0,16	0,13	0,17
		3	0,45	0,41	0,34	0,32	0,29	0,27	0,21	0,17	.
		1	0,39	0,36	0,27	0,35	0,33	0,32	0,25	0,21	0,03
	H	2	0,41	0,35	0,24	0,22	0,17	0,15	0,23	0,19	0,14
		3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		1	0,51	0,50	0,46	0,44	0,42	0,40	0,23	0,19	0,25
P8	AB	2	0,42	0,41	0,38	0,37	0,36	0,34	0,23	0,19	0,17
		3	0,41	0,39	0,40	0,35	0,33	0,32	0,23	0,19	0,16
		1	0,39	0,37	0,36	0,35	0,33	0,33	0,25	0,21	0,14
	V	2	0,40	0,38	0,38	0,37	0,35	0,33	0,25	0,21	0,16
		3	0,42	0,39	0,37	0,35	0,34	0,33	0,23	0,19	0,16
		1	0,46	0,42	0,38	0,37	0,35	0,34	0,26	0,22	0,24
	H	2	0,43	0,41	0,39	0,38	0,36	0,34	0,26	0,22	0,14
		3	0,46	0,43	0,40	0,39	0,37	0,36	0,19	0,15	0,16
		1	0,41	0,40	0,37	0,37	0,36	0,35	0,26	0,22	0,15
BA	I	2	0,41	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,26	0,22	0,14
		3	0,42	0,38	0,35	0,34	0,35	0,33	0,24	0,21	0,14
		1	0,48	0,44	0,40	0,38	0,37	0,36	0,26	0,22	0,16
	V	2	0,41	0,39	0,36	0,35	0,34	0,33	0,26	0,22	0,13
		3	0,43	0,40	0,38	0,36	0,36	0,35	0,26	0,22	0,14
		1	0,46	0,43	0,40	0,39	0,37	0,36	0,19	0,15	0,24
	H	2	0,42	0,38	0,36	0,35	0,34	0,33	0,30	0,23	0,11
		3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		1	0,40	0,39	0,37	0,35	0,34	0,34	0,30	0,21	0,12
Bt1	I	2	0,44	0,41	0,44	0,37	0,34	0,32	0,28	0,22	0,15
		3	0,39	0,38	0,35	0,33	0,32	0,31	0,28	0,22	0,12
		1	0,44	0,41	0,32	0,30	0,28	0,27	0,24	0,19	0,11
	V	2	.	.	.	.	.	.	.	.	0,11
		3	0,44	0,42	0,32	0,30	0,28	0,27	0,24	0,19	.

... continuação

P8	Bt2	H	1	0,39	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31	0,24	0,18	0,15
			2	0,40	0,37	0,35	0,34	0,34	0,33	0,24	0,18	0,16
			3	0,44	0,41	0,37	0,36	0,33	0,31	0,25	0,20	0,17
	I	1	0,42	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,25	0,20	0,16	
		2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	V	1	0,43	0,38	0,35	0,34	0,33	0,32	0,25	0,20	0,14	
		2	0,39	0,38	0,34	0,32	0,31	0,30	0,24	0,18	0,14	
		3	0,39	0,38	0,35	0,34	0,33	0,33	0,24	0,18	0,15	
P9	H	1	0,30	0,28	0,22	0,20	0,19	0,18	0,10	0,08	0,13	
		2	0,29	0,28	0,12	0,21	0,18	0,17	0,11	0,08	0,13	
		3	0,32	0,30	0,23	0,22	0,19	0,17	0,11	0,08	0,13	
	Ap	I	1	0,29	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,12	0,09	0,14
			2	0,33	0,31	0,25	0,24	0,21	0,20	0,12	0,09	0,16
			3	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,12	0,09	0,13
	V	1	0,27	0,26	0,24	0,24	0,22	0,21	0,12	0,09	0,15	
		2	0,29	0,27	0,24	0,23	0,22	0,19	0,12	0,09	0,14	
		3	0,28	0,23	0,25	0,23	0,22	0,19	0,12	0,09	0,15	
A1	H	1	0,34	0,33	0,33	0,23	0,19	0,17	0,15	0,07	0,02	
		2	0,33	0,32	0,26	0,24	0,22	0,21	0,15	0,07	0,16	
		3	0,22	0,22	0,11	0,09	0,06	0,04	0,16	0,07	0,17	
	I	1	0,39	0,34	0,26	0,24	0,20	0,19	0,14	0,06	0,18	
		2	.	.	.	.	.	.	.	.	0,14
		3	0,39	0,31	0,23	0,21	0,17	0,15	0,14	0,06	.	
	V	1	0,36	0,35	0,25	0,23	0,21	0,19	0,14	0,06	0,19	
		2	0,36	0,32	0,29	0,27	0,23	0,22	0,17	0,08	0,19	
		3	0,42	0,33	0,27	0,25	0,21	0,20	0,15	0,07	0,17	
A2	H	1	0,32	0,30	0,27	0,26	0,24	0,22	0,16	0,13	0,13	
		2	0,39	0,36	0,30	0,28	0,25	0,24	0,17	0,14	0,14	
		3	0,34	0,33	0,27	0,26	0,23	0,21	0,16	0,13	0,13	
	I	1	.	.	.	.	.	.	.	.	0,16
		2	0,34	0,31	0,30	0,29	0,25	0,24	0,17	0,14	.	
		3	0,36	0,34	0,31	0,30	0,26	0,25	0,18	0,14	.	
	V	1	0,32	0,30	0,26	0,25	0,22	0,20	0,19	0,15	0,19	
		2	0,46	0,43	0,34	0,32	0,29	0,27	0,16	0,13	0,10	
		3	0,42	0,39	0,33	0,31	0,29	0,27	0,18	0,14	0,16	
AB	H	1	0,43	0,39	0,32	0,31	0,29	0,27	0,22	0,18	0,13	
		2	0,41	0,38	0,36	0,35	0,33	0,32	0,23	0,19	0,19	
		3	0,49	0,44	0,38	0,37	0,35	0,33	0,22	0,18	0,15	
	I	1	0,40	0,38	0,36	0,35	0,33	0,32	0,25	0,21	0,15	
		2	0,42	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36	0,23	0,19	0,14	
		3	0,45	0,42	0,38	0,36	0,34	0,33	0,25	0,21	0,17	
	V	1	0,41	0,39	0,36	0,34	0,32	0,31	0,25	0,21	0,16	
		2	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,33	0,23	0,19	0,14	
		3	0,42	0,39	0,35	0,34	0,32	0,30	0,23	0,19	0,14	

... continuação

			1	0,44	0,40	0,39	0,38	0,37	0,37	0,26	0,22	0,17
		H	2	0,44	0,42	0,40	0,39	0,38	0,37	0,26	0,22	0,14
			3	0,45	0,42	0,38	0,37	0,35	0,34	0,26	0,22	0,16
			1	0,37	0,36	0,34	0,33	0,33	0,32	0,26	0,22	0,14
	BA	I	2	0,41	0,39	0,37	0,37	0,37	0,36	0,26	0,22	0,36
			3	0,44	0,40	0,37	0,36	0,35	0,34	0,00	0,00	0,11
			1	0,75	0,74	0,70	0,68	0,65	0,63	0,24	0,21	0,16
		V	2	0,44	0,41	0,39	0,38	0,38	0,37	0,26	0,22	0,16
			3	0,43	0,41	0,39	0,38	0,37	0,37	0,26	0,22	0,48
			1	0,41	0,39	0,36	0,34	0,33	0,31	0,22	0,20	0,14
		H	2	0,43	0,38	0,36	0,35	0,34	0,33	0,22	0,20	0,16
			3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
			1	0,41	0,39	0,34	0,32	0,31	0,29	0,30	0,23	0,13
P9	Bt1	I	2	0,42	0,39	0,37	0,36	0,35	0,35	0,30	0,23	0,12
			3	0,41	0,38	0,35	0,34	0,32	0,32	0,28	0,22	0,09
			1	0,41	0,38	0,36	0,36	0,35	0,34	0,30	0,23	0,13
		V	2	0,42	0,40	0,38	0,38	0,38	0,37	0,30	0,23	0,15
			3	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,28	0,22	0,16
			1	0,44	0,41	0,37	0,35	0,35	0,34	0,22	0,17	0,15
		H	2	0,43	0,41	0,37	0,34	0,32	0,31	0,25	0,20	0,16
			3	0,43	0,41	0,36	0,34	0,33	0,31	0,24	0,18	0,18
			1	0,41	0,38	0,37	0,36	0,36	0,35	0,25	0,20	0,16
	Bt2	I	2	0,42	0,40	0,38	0,37	0,36	0,35	0,25	0,20	0,17
			3	0,44	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,25	0,20	0,18
			1	0,41	0,39	0,29	0,35	0,33	0,31	0,24	0,18	0,16
		V	2	0,40	0,38	0,35	0,34	0,32	0,31	0,24	0,18	0,15
			3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
			1	0,28	0,27	0,23	0,21	0,19	0,19	0,22	0,12	0,10
		H	2	0,33	0,32	0,23	0,22	0,20	0,19	0,21	0,11	0,11
			3	0,29	0,28	0,22	0,21	0,19	0,17	0,21	0,11	0,10
			1	0,30	0,28	0,25	0,24	0,22	0,21	0,24	0,12	0,12
		I	2	0,30	0,29	0,25	0,20	0,23	0,22	0,22	0,12	0,08
			3	0,29	0,29	0,25	0,24	0,23	0,22	0,22	0,12	0,13
			1	0,33	0,29	0,21	0,20	0,18	0,17	0,20	0,10	0,10
		V	2	0,31	0,29	0,24	0,23	0,20	0,19	0,22	0,12	0,11
			3	0,31	0,30	0,23	0,22	0,21	0,20	0,22	0,12	0,11
P10			1	0,35	0,33	0,26	0,24	0,21	0,19	0,23	0,13	0,12
		H	2	0,34	0,33	0,25	0,23	0,20	0,18	0,22	0,12	0,11
			3	0,36	0,35	0,26	0,24	0,21	0,18	0,22	0,12	0,11
			1	0,40	0,37	0,26	0,24	0,22	0,21	0,20	0,11	0,13
		I	2	0,35	0,34	0,26	0,25	0,22	0,20	0,22	0,12	0,13
			3	0,37	0,34	0,25	0,23	0,21	0,19	0,22	0,12	0,11
			1	0,39	0,37	0,27	0,25	0,22	0,21	0,22	0,12	0,13
		V	2	0,37	0,32	0,23	0,21	0,19	0,18	0,20	0,11	0,10
			3	0,35	0,33	0,25	0,22	0,21	0,19	0,22	0,12	0,10

... continuação

		1	0,65	0,61	0,54	0,36	0,25	0,22	.	.	0,36	
	H	2	0,39	0,37	0,30	0,27	0,24	0,23	.	.	0,27	
		3	0,43	0,41	0,27	0,24	0,21	0,20	.	.	0,24	
		1	0,41	0,38	0,31	0,29	0,26	0,25	.	.	0,29	
A2	I	2	0,45	0,42	0,31	0,30	0,30	0,28	.	.	0,30	
		3	0,36	0,34	0,30	0,29	0,28	0,27	.	.	0,29	
		1	0,41	0,38	0,27	0,25	0,24	0,23	.	.	0,25	
	V	2	0,39	0,37	0,30	0,29	0,27	0,26	.	.	0,29	
		3	0,43	0,39	0,29	0,25	0,23	0,22	.	.	0,25	
		1	0,38	0,36	0,35	0,34	0,34	0,31	0,30	0,17	0,17	
	H	2	0,42	0,38	0,35	0,33	0,31	0,30	0,28	0,16	0,17	
		3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		1	0,42	0,39	0,37	0,36	0,34	0,33	0,20	0,17	0,18	
AB	I	2	0,42	0,39	0,37	0,36	0,35	0,34	0,28	0,16	0,20	
		3	0,42	0,38	0,36	0,34	0,33	0,32	0,28	0,16	0,19	
		1	0,38	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31	0,28	0,16	0,17	
	V	2	0,41	0,39	0,36	0,35	0,34	0,33	0,28	0,16	0,19	
		3	0,40	0,37	0,35	0,34	0,33	0,33	0,28	0,16	0,18	
		1	0,43	0,40	0,38	0,37	0,37	0,36	0,30	0,23	0,14	
	H	2	0,45	0,41	0,38	0,37	0,35	0,35	0,30	0,23	0,13	
		3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		1	0,42	0,38	0,35	0,34	0,33	0,33	0,30	0,23	0,16	
P10	BA	I	2	0,44	0,43	0,38	0,37	0,36	0,35	0,30	0,23	0,11
		3	0,49	0,45	0,41	0,39	0,36	0,36	0,30	0,23	0,13	
		1	0,45	0,40	0,37	0,36	0,35	0,34	0,30	0,23	0,13	
	V	2	0,44	0,42	0,39	0,38	0,37	0,36	0,28	0,22	0,16	
		3	0,46	0,42	0,39	0,37	0,37	0,36	0,30	0,23	0,14	
		1	.	.	.	.	.	.	.	.	0,10
	H	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		3	0,38	0,35	0,35	0,34	0,35	0,31	0,30	0,24	.	
		1	0,40	0,38	0,36	0,36	0,35	0,34	0,28	0,22	0,13	
Bt1	I	2	0,36	0,35	0,33	0,32	0,31	0,31	0,32	0,25	0,07	
		3	0,40	0,38	0,35	0,34	0,32	0,32	0,28	0,22	0,11	
		1	0,40	0,37	0,36	0,34	0,34	0,33	0,23	0,21	0,13	
	V	2	0,40	0,38	0,35	0,34	0,33	0,32	0,30	0,24	0,10	
		3	0,41	0,39	0,36	0,35	0,35	0,33	0,30	0,24	0,11	
		1	0,45	0,41	0,34	0,31	0,30	0,29	0,19	0,16	0,04	
	H	2	0,36	0,30	0,25	0,23	0,21	0,20	0,24	0,20	0,18	
		3	0,47	0,42	0,37	0,35	0,33	0,33	0,21	0,17	0,16	
		1	0,41	0,39	0,36	0,35	0,35	0,33	0,23	0,18	0,16	
Bt2	I	2	0,39	0,37	0,35	0,33	0,33	0,32	0,23	0,18	0,15	
		3	0,37	0,35	0,35	0,34	0,34	0,33	0,24	0,20	0,14	
		1	0,41	0,39	0,35	0,34	0,33	0,32	0,23	0,18	0,16	
	V	2	0,34	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0,21	0,17	0,13	
		3	0,42	0,39	0,35	0,34	0,33	0,32	0,23	0,18	0,16	

... continuação

		1	0,47	0,42	0,40	0,39	0,38	0,37	0,10	0,06	0,14
	H	2	0,32	0,30	0,22	0,21	0,18	0,15	0,12	0,07	0,33
		3	0,33	0,32	0,27	0,25	0,25	0,23	0,12	0,07	0,18
		1	0,32	0,30	0,26	0,24	0,22	0,21	0,13	0,08	0,17
	Ap	I	2	0,29	0,29	0,26	0,25	0,23	0,22	0,13	0,08
		3	0,29	0,28	0,24	0,23	0,21	0,21	0,13	0,08	0,16
		1	0,29	0,28	0,16	0,14	0,12	0,11	0,12	0,07	0,07
		2	0,33	0,32	0,24	0,23	0,22	0,20	0,12	0,07	0,16
	V	3	0,36	0,31	0,19	0,18	0,15	0,14	0,12	0,07	0,11
		1	0,32	0,30	0,24	0,23	0,21	0,20	0,06	0,04	0,19
		2	0,32	0,30	0,25	0,24	0,22	0,21	0,07	0,04	0,20
		3	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,07	0,04	0,21
		1	0,30	0,29	0,25	0,24	0,23	0,22	0,07	0,04	0,20
	A1	I	2	0,32	0,31	0,26	0,25	0,22	0,21	0,07	0,04
		3	0,39	0,32	0,25	0,24	0,21	0,20	0,06	0,04	0,20
		1	0,32	0,31	0,27	0,26	0,25	0,24	0,07	0,04	0,21
		2	0,33	0,31	0,27	0,26	0,25	0,24	0,07	0,04	0,22
	V	3	0,31	0,30	0,27	0,25	0,24	0,23	0,07	0,04	0,21
		1	0,36	0,35	0,30	0,29	0,27	0,25	0,29	0,15	0,13
		2	0,41	0,39	0,31	0,30	0,28	0,26	0,27	0,14	0,16
		3	0,39	0,34	0,29	0,28	0,24	0,22	0,27	0,14	0,13
		1	0,38	0,36	0,30	0,29	0,27	0,27	0,27	0,14	0,14
	P11	A2	I	2	0,39	0,36	0,30	0,29	0,27	0,25	0,27
		3	0,35	0,32	0,28	0,26	0,24	0,23	0,16	0,13	0,14
		1	0,40	0,36	0,27	0,25	0,24	0,22	0,26	0,14	0,12
		2	0,37	0,36	0,28	0,27	0,25	0,24	0,27	0,14	0,13
	V	3	0,38	0,37	0,29	0,28	0,26	0,26	0,27	0,14	0,13
		1	0,39	0,35	0,33	0,32	0,30	0,31	0,19	0,15	0,16
		2	0,40	0,36	0,32	0,31	0,29	0,27	0,19	0,15	0,18
		3	0,43	0,38	0,32	0,31	0,28	0,26	0,19	0,15	0,16
		1	0,40	0,38	0,34	0,33	0,31	0,30	0,21	0,16	0,17
		2	0,40	0,38	0,33	0,32	0,31	0,31	0,19	0,15	0,17
		3	0,37	0,36	0,32	0,31	0,30	0,29	0,21	0,16	0,15
		1	0,37	0,37	0,32	0,31	0,30	0,10	0,19	0,15	0,16
		2	0,42	0,39	0,33	0,32	0,30	0,28	0,21	0,16	0,16
	V	3	0,39	0,38	0,31	0,30	0,29	0,28	0,19	0,15	0,15
		1	.	.	.	.	.	.	.	.	0,16
		2	0,45	0,42	0,39	0,38	0,36	0,34	0,27	0,22	0,15
		3	0,44	0,42	0,39	0,37	0,35	0,34	0,27	0,22	0,15
		1	0,43	0,39	0,37	0,36	0,34	0,34	0,27	0,22	0,14
		2	0,41	0,38	0,36	0,35	0,34	0,33	0,25	0,21	0,15
		3	0,44	0,39	0,37	0,36	0,35	0,35	0,25	0,21	0,16
		1	0,41	0,39	0,35	0,33	0,31	0,31	0,23	0,19	0,14
		2	0,37	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,27	0,22	0,11
	V	3	0,38	0,36	0,33	0,32	0,32	0,31	0,27	0,22	0,10

... continuação

P11	H	1	0,41	0,38	0,36	0,36	0,34	0,34	0,26	0,21	0,08		
		2	0,41	0,39	0,30	0,28	0,26	0,25	0,24	0,20	0,15		
		3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Bt1	I	1	0,43	0,39	0,36	0,35	0,34	0,34	0,26	0,21	0,14	
			2	0,43	0,40	0,37	0,37	0,35	0,34	0,26	0,21	0,15	
			3	0,43	0,40	0,38	0,37	0,36	0,35	0,26	0,21	0,16	
	V	1	0,43	0,40	0,38	0,37	0,37	0,36	0,26	0,21	0,16		
		2	0,42	0,40	0,38	0,37	0,36	0,36	0,28	0,23	0,14		
		3	0,44	0,40	0,37	0,36	0,36	0,35	0,26	0,21	0,15		
	P11	H	1	0,41	0,38	0,35	0,34	0,34	0,33	0,31	0,22	0,13	
			2	0,40	0,36	0,34	0,33	0,32	0,32	0,31	0,22	0,12	
			3	0,44	0,40	0,39	0,37	0,37	0,36	0,33	0,23	0,14	
		Bt2	I	1	0,45	0,43	0,39	0,37	0,36	0,35	0,31	0,22	0,15
				2	0,42	0,38	0,36	0,35	0,34	0,33	0,31	0,22	0,13
				3	0,55	0,52	0,47	0,45	0,44	0,41	0,42	0,30	0,15
V		1	0,40	0,37	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,22	0,12		
		2	0,42	0,39	0,36	0,35	0,34	0,33	0,33	0,23	0,11		
		3	0,40	0,38	0,36	0,35	0,32	0,31	0,33	0,23	0,11		
P13	H	1	0,31	0,30	0,24	0,23	0,22	0,21	.	.	0,22		
		2	0,31	0,28	0,24	0,23	0,21	0,20	.	.	0,24		
		3	0,33	0,30	0,25	0,24	0,21	0,19	.	.	0,23		
	Ap	I	1	0,29	0,28	0,24	0,23	0,21	0,19	.	.	0,23	
			2	0,32	0,31	0,22	0,21	0,19	0,17	.	.	0,21	
			3	0,30	0,29	0,22	0,20	0,19	0,16	.	.	0,20	
	V	1	0,33	0,32	0,27	0,25	0,24	0,23	.	.	0,20		
		2	0,27	0,26	0,20	0,20	0,18	0,16	.	.	0,25		
		3	0,29	0,28	0,24	0,23	0,22	0,21	.	.	0,23		
P13	H	1	0,32	0,31	0,26	0,24	0,22	0,20	0,14	0,12	0,15		
		2	0,40	0,35	0,29	0,27	0,24	0,23	0,14	0,12	0,12		
		3	0,39	0,34	0,26	0,24	0,20	0,19	0,13	0,11	0,12		
	A1	I	1	0,45	0,42	0,35	0,34	0,32	0,31	0,13	0,11	0,13	
			2	0,38	0,36	0,27	0,26	0,22	0,21	0,14	0,12	0,14	
			3	0,36	0,33	0,25	0,28	0,24	0,23	0,15	0,13	0,22	
	V	1	0,34	0,33	0,27	0,25	0,23	0,22	0,14	0,12	0,13		
		2	0,36	0,34	0,28	0,26	0,23	0,21	0,14	0,12	0,13		
		3	0,36	0,34	0,28	0,26	0,23	0,21	0,14	0,12	0,14		
P13	H	1	0,41	0,39	0,35	0,34	0,33	0,32	0,21	0,17	0,14		
		2	0,38	0,36	0,33	0,31	0,30	0,27	0,21	0,17	0,15		
		3	0,40	0,37	0,32	0,31	0,29	0,27	0,20	0,16	0,17		
	AB	I	1	0,39	0,37	0,31	0,30	0,27	0,26	0,20	0,16	0,13	
			2	0,38	0,35	0,31	0,30	0,28	0,25	0,21	0,17	0,12	
			3	0,42	0,39	0,33	0,32	0,29	0,27	0,20	0,16	0,16	
	V	1	0,42	0,40	0,36	0,34	0,31	0,28	0,20	0,16	0,14		
		2	0,44	0,40	0,33	0,32	0,29	0,27	0,21	0,17	0,14		
		3	0,40	0,38	0,33	0,31	0,29	0,27	0,21	0,17	0,15		

APÊNDICE E – Valores de distribuição de tamanho de poros de uma topossequência.

Perfil	Hor.	Orient.	Rep	Diâmetro dos poros					
				----- mm -----					
				>297	297 a 50	50 a 30	30 a 9	9 a 3	<3
----- % volume -----									
P1	A1	H	1	1,9	4,1	2,3	3,7	1,6	31,1
			2	2,1	3,4	2,9	5,7	1,8	29,4
			3	1,0	4,2	2,1	3,9	1,7	21,7
		I	1	2,7	3,8	2,0	4,0	1,9	23,4
			2	1,3	2,8	0,7	3,4	1,0	29,5
			3	1,3	3,0	0,9	2,6	7,2	24,4
		V	1	2,3	2,8	1,1	1,8	0,9	34,7
			2	1,7	3,4	1,5	3,3	1,2	36,6
			3	0,3	3,3	0,9	4,0	1,4	36,7
	A2	H	1	2,7	6,5	1,5	3,8	1,2	23,6
			2	.	8,0	0,3	4,8	1,3	28,8
			3	2,9	9,0	1,5	3,6	1,0	21,0
		I	1	2,9	7,8	1,7	2,6	1,3	27,2
			2	2,1	5,4	0,7	4,2	1,1	27,4
			3	5,1	6,9	1,8	2,6	1,4	24,6
		V	1	3,2	7,4	2,2	1,3	0,9	24,5
			2	3,3	10,0	.	4,5	1,4	19,4
			3	3,2	9,7	1,3	2,9	1,0	20,8
Bg	H	1	4,6	7,5	2,4	2,8	1,5	22,6	
		2	4,8	7,0	1,6	1,8	1,8	25,5	
		3	.	.	.	.	.	.
		1	3,7	7,8	1,9	3,9	1,6	25,1	
		2	6,4	5,5	2,8	3,9	2,1	27,1	
		3	4,6	5,0	2,3	3,6	2,7	25,6	
	I	1	4,7	8,1	3,2	6,0	0,9	25,3	
		2	.	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.	.
		1	6,4	5,5	2,8	3,9	2,1	27,1	
		2	4,6	5,0	2,3	3,6	2,7	25,6	
		3	4,7	8,1	3,2	6,0	0,9	25,3	
P4	Ap	H	1	6,4	5,5	2,8	3,9	2,1	27,1
			2	4,6	5,0	2,3	3,6	2,7	25,6
			3	4,7	8,1	3,2	6,0	0,9	25,3
		I	1	.	.	.	.	.	.
			2	.	.	.	.	.	.
			3	1,1	2,5	1,3	4,9	1,4	28,1
	V	H	1	1,3	3,8	0,6	3,6	1,2	24,7
			2	.	.	.	.	.	.
			3	1,4	4,3	0,9	4,0	1,1	23,3
		I	1	.	.	.	.	.	.
			2	.	.	.	.	.	.
			3	2,6	5,8	1,6	3,3	1,5	19,4
A1	H	1	0,5	2,5	1,4	3,3	2,1	22,3	
		2	3,2	2,9	0,8	3,2	1,1	22,4	
		3	.	.	.	.	.	.
	I	1	.	.	.	.	.	.
		2	.	.	.	.	.	.
		3	2,0	8,4	1,5	4,7	1,6	20,1	

... continuação

P4	H	1	4,4	8,7	2,1	2,4	1,3	22,5		
		2	2,8	8,3	1,4	2,6	1,1	22,2		
		3	1,8	5,4	2,2	4,8	1,8	19,9		
	BA	I	1	1,1	6,2	1,5	4,4	1,9	19,1	
			2	
			3	3,1	5,2	1,1	1,1	0,9	25,7	
	V	1	3,2	5,5	1,1	1,5	0,9	26,7		
		2	.	.	.	.	.	.
		3	4,0	5,6	1,6	2,7	2,1	25,8		
	P7	H	1	6,4	7,1	2,2	1,5	1,2	23,4	
			2	
			3	5,3	6,3	1,2	2,1	0,9	24,9	
		Bt1	I	1
				2
				3	1,4	7,0	1,0	1,2	1,0	20,9
V		1	2,2	2,9	4,2	3,2	1,1	18,4		
		2	3,4	5,4	1,9	4,6	1,0	18,5		
		3	0,6	5,7	1,2	0,9	1,2	21,3		
P7		H	1	1,7	9,0	1,2	2,0	1,6	18,0	
			2	1,9	2,8	4,2	4,0	2,1	17,0	
			3	2,5	10,6	1,2	1,9	1,3	18,3	
		Ap	I	1	1,4	5,8	1,3	2,6	1,5	16,1
				2	3,0	7,3	1,0	2,0	1,1	18,4
				3	5,2	2,1	0,8	0,8	0,5	35,6
	V	1	1,5	8,2	1,4	2,5	1,0	18,3		
		2	3,0	7,0	2,4	3,4	1,8	15,4		
		3	.	.	1,2	2,9	1,3	20,9		
	P7	H	1	4,2	6,9	1,3	2,7	1,7	16,2	
			2	2,4	10,3	1,1	3,0	1,2	16,6	
			3	.	10,5	1,6	2,7	1,1	17,1	
		A1	I	1	3,3	11,4	0,9	1,9	1,3	16,8
				2	4,2	12,5	1,3	2,4	0,8	17,4
				3	.	13,5	0,8	1,5	1,4	18,3
V		1	2,0	5,8	1,3	2,1	1,2	19,5		
		2	0,9	7,8	1,0	2,3	1,0	18,5		
		3	1,0	6,5	1,0	1,4	0,8	20,7		
P7		H	1	8,7	13,2	0,9	1,2	1,2	19,9	
			2	2,1	11,0	1,5	2,1	1,9	17,0	
			3	2,8	9,3	0,8	2,4	2,5	17,3	
		AB	I	1	4,3	10,8	1,1	2,6	1,2	19,6
				2	3,2	8,1	0,9	2,6	1,1	19,8
				3	.	15,3	0,7	.	0,7	22,3
	V	1	2,9	9,5	1,3	2,8	1,8	19,3		
		2	3,4	9,6	1,5	1,8	1,3	19,6		
		3	6,3	8,8	1,1	2,0	0,8	24,8		

... continuação

			1	.	.	.	.	.
		H	2	1,8	4,7	0,9	2,2	1,6	26,4	
			3	4,0	2,5	1,2	2,1	1,6	26,2	
			1	3,3	3,4	1,0	2,1	1,8	29,5	
	BA	I	2	3,5	6,0	0,9	1,5	0,7	28,7	
			3	2,7	2,4	1,1	1,2	0,7	30,4	
			1	2,5	4,9	0,5	2,0	1,7	30,0	
		V	2	1,9	3,3	0,9	2,2	1,7	27,3	
			3	7,1	2,5	1,0	4,5	.	28,6	
			1	2,4	2,5	0,9	1,8	0,7	.	
		H	2	0,4	1,4	0,7	1,7	1,2	34,2	
			3	2,2	3,1	0,9	2,8	1,7	35,2	
			1	27,7	0,9	0,7	2,3	1,0	19,7	
	P7	Bt1	I	2	19,9	1,6	0,8	2,4	1,6	36,1
			3	2,2	4,1	1,5	1,4	1,2	35,4	
			1	4,3	1,3	0,6	0,4	0,7	37,9	
		V	2	1,9	2,1	1,2	1,3	0,9	34,3	
			3	2,3	4,3	1,4	2,0	0,9	35,4	
			1	1,5	2,0	1,0	1,1	0,6	34,8	
		H	2	1,2	1,4	1,0	1,4	0,7	33,5	
			3	1,6	2,2	1,3	2,9	1,6	32,1	
			1	2,6	3,0	1,3	2,4	1,9	34,6	
		Bt2	I	2	1,6	1,7	1,1	.	3,7	35,6
			3	2,0	3,8	1,3	1,2	0,5	34,9	
			1	1,4	1,5	0,9	1,9	1,5	34,3	
		V	2	1,1	1,9	1,4	0,7	1,4	35,2	
			3	0,9	1,0	0,9	0,9	0,7	37,3	
			1	.	6,5	1,5	3,3	1,6	9,5	
		H	2	1,4	3,3	1,4	1,1	3,0	20,7	
			3	4,4	5,8	2,1	3,9	1,0	22,4	
			1	1,0	3,9	1,7	2,9	1,7	20,2	
		Ap	I	2	0,8	6,8	1,3	3,4	3,0	18,6
			3	.	.	1,6	3,6	2,2	18,6	
			1	1,7	3,6	1,6	3,5	1,8	20,0	
		V	2	2,4	7,2	1,7	2,7	1,8	20,8	
			3	7,4	3,8	2,0	1,2	1,1	42,7	
	P8		1	2,1	10,7	1,1	3,0	1,1	19,0	
		H	2	.	6,9	2,2	.	.	24,2	
			3	1,6	13,5	2,0	2,1	1,8	17,5	
			1	1,0	12,5	1,8	2,4	0,7	17,9	
		A1	I	2	2,9	14,3	1,7	3,6	0,8	16,4
			3	3,8	9,9	2,3	3,2	1,2	16,9	
			1	5,5	14,1	3,5	2,2	1,8	16,6	
		V	2	6,6	11,1	2,5	3,4	1,0	16,9	
			3	.	.	.	.	.	.

... continuação

		1	1,6	5,3	1,0	2,5	1,6	24,0
	H	2	2,2	6,0	1,5	2,3	1,8	22,9
		3	3,0	6,6	1,2	1,0	0,8	25,9
		1	.	.	.	.	.	.
A2	I	2	1,9	6,3	1,1	2,8	1,6	23,1
		3	3,3	.	.	3,8	1,1	15,9
		1	2,2	4,7	1,1	2,5	1,4	26,4
	V	2	14,1	.	1,5	2,8	1,4	24,7
		3	4,0	6,2	1,4	2,8	1,8	24,4
		1	2,4	9,8	,	1,5	1,8	31,8
	H	2	5,9	11,5	2,0	5,7	1,5	16,0
		3	1,9	2,6	1,2	1,0	1,0	32,9
		1	1,2	3,7	1,7	2,8	1,8	39,9
AB	I	2	1,7	2,6	1,4	1,4	1,4	35,7
		3	2,6	.	5,4	2,0	1,5	32,0
		1	1,1	1,8	1,1	1,6	0,2	33,2
	V	2	1,9	0,4	0,8	2,4	2,0	32,9
		3	3,1	2,5	1,3	1,1	1,2	33,8
		1	3,8	3,6	1,6	1,6	0,7	34,3
	H	2	1,7	2,2	0,9	2,4	1,6	35,7
		3	3,0	2,7	1,1	1,6	0,8	36,0
		1	1,3	2,1	0,9	1,1	0,8	35,4
P8	BA	I	2	2,4	1,2	1,4	0,9	35,7
		3	4,0	2,9	1,1	,	1,3	35,6
		1	4,4	4,2	1,5	1,2	1,2	36,0
	V	2	2,5	2,7	1,1	1,2	0,6	34,3
		3	2,8	2,3	1,0	0,1	1,3	35,2
		1	.	.	.	.	.	.
	H	2	.	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.	.
		1	1,0	2,2	1,5	1,2	0,4	34,2
Bt1	I	2	2,3	.	7,2	2,5	1,9	33,2
		3	0,9	3,2	1,74	1,0	1,12	33,24
		1	3,0	9,5	2,4	1,7	1,2	26,9
	V	2	2,1	1,9	1,3	2,4	1,6	32,8
		3	1,8	9,9	2,4	1,4	1,0	27,3
		1	3,2	1,9	1,2	1,4	0,8	32,0
	H	2	2,7	1,9	0,8	0,6	0,7	34,8
		3	2,7	4,0	1,2	3,5	2,1	30,7
		1	3,9	1,4	0,8	0,6	0,9	33,8
Bt2	I	2	.	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.	.
		1	5,0	2,8	0,9	0,8	0,7	31,5
	V	2	1,3	3,8	2,2	1,0	0,5	31,1
		3	0,9	3,8	1,2	0,1	0,8	33,1

... continuação

		1	.	.	.	.	.	.
	H	2	.	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.	.
		1	.	.	.	.	.	.
	I	2	.	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.	.
		1	.	.	.	.	.	.
	V	2	.	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.	.
		1	.	.	.	.	.	.
	H	2	.	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.	.
		1	.	.	.	.	.	.
	A1	I	2	.	.	.	.	.
		3	9,1	8,7	2,4	4,2	1,2	16,5
		1	1,1	9,9	2,3	2,0	2,3	20,1
	V	2	4,7	3,0	1,8	3,6	1,3	22,1
		3	9,8	5,6	2,1	4,2	1,3	20,9
		1	2,3	3,5	1,6	1,5	2,6	25,7
	H	2	2,9	5,8	2,2	2,7	1,5	24,2
		3	1,3	5,5	2,1	2,3	1,9	22,5
		1	.	.	.	.	.	.
	P9	A2	I	2	.	.	.	.
			3	.	.	.	.	.
		1	1,8	3,7	1,4	2,5	2,4	20,3
	V	2	3,1	8,3	2,3	2,5	1,8	26,3
		3	3,5	5,3	1,8	1,4	1,5	25,0
		1	3,3	7,2	1,5	1,9	1,9	27,4
	H	2	2,6	2,4	1,1	1,8	1,6	32,6
		3	5,0	5,7	1,1	2,4	1,7	34,5
		1	1,6	1,9	1,1	2,2	1,0	31,7
	AB	I	2	3,0	1,7	0,7	0,9	37,1
		3	2,6	4,4	1,4	2,2	1,4	32,2
		1	2,8	2,8	1,4	2,1	1,1	31,0
	V	2	1,8	3,1	1,3	1,4	0,8	34,5
		3	2,5	4,5	1,6	1,9	1,8	31,4
		1	3,7	1,9	0,7	0,6	0,4	36,7
	H	2	2,5	1,9	1,0	0,6	0,6	37,1
		3	3,0	4,1	1,2	1,1	1,4	33,5
		1	1,6	1,6	0,8	0,4	0,9	33,6
	BA	I	2	2,1	1,6	0,7	0,8	36,3
		3	4,1	3,0	1,0	1,2	0,7	34,0
		1	0,4	4,6	1,6	3,4	1,4	64,1
	V	2	3,1	2,4	0,6	0,4	0,9	36,5
		3	2,3	1,6	0,8	0,7	0,6	36,5

... continuação

P9	H	1	4,0	2,3	0,9	0,7	1,0	32,3		
		2	.	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.	.
	Bt1	I	1	.	.	.	.	.
			2	2,9	1,6	0,7	0,9	0,8	34,5	
			3	3,5	2,9	1,3	1,3	0,6	33,0	
	V	1	3,8	1,3	0,7	0,6	0,8	35,4		
		2	2,4	1,1	0,7	0,1	0,7	38,4		
		3	2,8	1,7	0,8	0,7	0,8	38,0		
	P10	H	1	3,8	4,1	1,6	0,0	1,1	34,5	
			2	2,6	4,1	2,2	2,3	1,1	30,5	
			3	2,0	4,8	1,8	1,0	1,8	31,9	
		Bt2	I	1	2,4	1,7	0,8	0,3	0,6	34,5
				2	1,9	2,6	1,0	0,7	0,6	36,3
				3	3,4	1,5	0,9	1,1	0,8	35,9
V		1	2,1	10,1	.	1,8	1,6	31,7		
		2	2,4	2,6	1,4	1,6	0,8	32,7		
		3	.	.	.	.	.	.
P10		H	1	1,1	4,0	1,4	2,0	0,7	19,1	
			2	1,6	8,5	0,8	2,1	1,3	18,7	
			3	1,0	6,9	1,2	2,2	1,2	18,1	
		Ap	I	1	1,4	3,1	0,7	2,1	1,0	20,6
				2	0,9	4,5	5,4	.	0,5	22,5
				3	0,5	3,3	0,9	1,7	0,5	22,5
	V	1	4,3	8,5	0,8	1,5	1,0	18,1		
		2	1,8	5,5	0,9	2,3	1,2	19,2		
		3	1,2	6,7	0,8	1,2	1,0	20,7		
	P10	H	1	1,3	7,0	2,6	3,1	1,5	19,0	
			2	0,9	8,5	1,6	2,9	2,0	18,2	
			3	1,4	8,8	2,5	2,7	2,6	18,4	
		A1	I	1	3,0	11,4	1,7	2,0	1,6	20,6
				2	1,5	7,7	1,4	3,4	1,1	20,4
				3	3,3	9,3	1,7	1,5	2,0	18,9
V		1	2,0	9,6	1,6	2,8	1,3	20,2		
		2	4,6	9,7	1,7	2,4	1,1	18,7		
		3	2,3	8,7	2,1	1,5	1,5	19,7		
P10		H	1	4,3	6,6	18,3	12,0	2,2	23,1	
			2	2,0	7,8	2,1	3,4	1,5	22,5	
			3	2,1	14,0	2,5	3,0	1,2	19,6	
		A2	I	1	3,5	6,7	1,4	3,5	1,3	24,4
				2	2,8	10,8	1,3	0,6	1,2	27,9
				3	1,2	4,5	0,7	1,5	1,1	26,8
	V	1	3,5	11,3	1,8	1,2	1,7	23,3		
		2	1,9	7,5	0,7	1,7	1,4	25,1		
		3	4,3	10,5	3,7	2,7	0,6	22,8		

... continuação

			1	2,8	1,1	0,9	.	3,6	31,5
		H	2	3,3	3,7	1,8	1,6	1,2	30,5
			3	.	.	.	.	.	.
			1	2,8	3,0	0,9	2,1	0,7	33,7
	AB	I	2	3,2	2,3	0,7	1,0	0,7	34,4
			3	3,3	3,0	1,1	1,3	1,2	33,4
			1	2,1	2,0	1,0	1,2	0,6	32,6
		V	2	2,2	3,1	1,1	1,0	0,8	33,8
			3	3,2	2,8	1,0	0,5	0,6	34,4
			1	3,5	1,8	0,7	0,5	0,6	35,8
		H	2	4,1	2,9	1,1	1,9	0,5	35,1
			3	3,9	2,4	0,9	1,0	0,6	36,6
			1	3,9	2,9	1,2	0,8	0,8	33,9
		I	2	1,0	5,4	1,0	0,1	1,0	35,7
			3	3,2	4,5	1,8	2,7	0,7	35,0
			1	4,9	3,1	1,2	0,8	0,9	34,9
		V	2	2,4	2,3	1,2	0,8	0,9	37,6
			3	3,8	3,3	1,3	0,3	0,9	36,0
P10			1	4,6	2,1	1,1	1,2	0,9	33,8
		H	2	1,7	4,1	1,4	1,3	1,6	32,1
			3	2,6	0,4	0,8	.	3,6	31,8
			1	1,9	1,5	0,7	1,0	0,6	35,4
		I	2	1,0	1,7	0,9	0,7	0,9	28,3
			3	2,7	3,3	1,2	1,2	0,9	33,3
			1	3,1	1,7	1,0	0,0	1,4	33,4
		V	2	2,7	2,4	1,1	0,8	0,9	33,4
			3	2,6	2,5	1,3	0,3	2,1	33,4
			1	3,8	7,8	2,5	1,3	0,8	30,3
		H	2	5,8	5,0	1,6	2,3	1,3	19,7
			3	5,2	5,2	1,7	1,7	0,9	33,3
			1	2,7	2,6	1,4	0,3	1,2	34,0
		I	2	2,0	2,9	1,3	0,3	0,8	33,2
			3	2,1	0,5	0,8	0,0	0,8	34,3
			1	2,0	3,5	1,0	1,3	0,8	32,8
		V	2	2,8	0,5	0,6	0,5	0,6	35,1
			3	2,4	4,0	1,3	1,2	0,7	32,8
			1	4,9	2,1	0,9	1,4	0,7	38,9
		H	2	1,9	8,3	1,1	3,5	2,6	15,8
			3	0,7	5,2	1,4	0,5	2,4	22,2
			1	1,7	4,7	1,3	2,1	1,4	21,1
	P11	Ap	I	2	0,5	2,9	1,2	1,4	22,7
			3	1,4	3,2	1,0	2,0	0,9	21,1
			1	0,5	12,9	1,5	2,1	1,5	11,0
		V	2	1,1	8,2	1,0	1,5	1,7	20,2
			3	4,8	11,5	1,5	2,4	1,2	13,9

... continuação

		1	1,4	6,3	1,2	1,8	1,7	20,6
	H	2	1,3	5,4	1,4	1,3	1,2	21,2
		3	1,7	2,3	1,2	2,2	1,3	22,9
		1	0,7	4,7	0,7	1,0	0,8	22,8
A1	I	2	1,5	4,9	1,6	2,5	1,3	20,8
		3	7,1	6,5	1,5	2,6	0,9	19,6
		1	0,8	4,5	1,1	0,3	1,5	23,3
	V	2	2,0	4,6	1,0	0,7	0,9	23,6
		3	1,2	3,5	1,2	1,4	1,0	22,8
		1	1,7	4,3	1,6	2,0	1,9	24,5
	H	2	2,0	7,1	1,2	1,9	2,5	25,7
		3	4,5	5,5	1,3	3,9	1,4	22,5
		1	1,7	5,9	1,3	1,5	0,7	26,1
A2	I	2	2,6	5,9	1,4	2,2	1,6	24,3
		3	.	.	.	.	.	.
		1	3,4	9,6	1,6	0,6	2,0	22,1
	V	2	1,2	7,4	1,3	2,5	0,9	23,3
		3	1,0	7,5	1,1	1,5	0,8	24,9
		1	3,5	1,7	1,1	2,2	,	31,6
	H	2	3,5	4,4	1,5	1,5	2,8	27,8
		3	5,1	6,0	1,6	2,7	1,8	26,2
		1	2,6	3,7	1,0	2,0	1,0	29,1
P11	AB	I	2	2,0	4,8	1,2	0,4	30,7
		3	0,4	4,3	1,0	0,9	0,8	29,6
		1	0,6	5,0	0,8	0,5	20,3	10,5
	V	2	2,3	6,2	1,1	1,9	1,3	26,9
		3	1,0	6,6	1,0	1,5	0,9	27,7
		1	.	.	.	.	.	.
	H	2	2,7	3,0	1,2	2,0	1,7	33,3
		3	1,9	3,4	1,4	2,2	1,5	33,1
		1	3,8	2,5	0,9	2,0	,	33,9
	I	2	3,5	2,0	0,8	1,1	0,8	34,5
		3	4,6	2,3	0,8	0,9	0,7	35,1
		1	2,5	4,3	1,5	2,4	0,6	32,3
	V	2	1,6	1,5	0,8	0,9	0,6	32,6
		3	1,9	2,8	1,2	0,1	0,7	31,6
		1	3,4	1,4	0,7	1,3	0,6	35,6
	H	2	1,8	9,5	2,3	2,1	0,9	26,3
		3	.	.	.	.	.	.
		1	4,0	2,9	1,0	0,6	0,7	34,0
	I	2	2,7	2,8	0,8	1,4	0,8	34,8
		3	2,6	2,2	1,1	1,0	0,8	36,0
		1	3,3	1,6	0,8	0,2	0,8	36,9
	V	2	2,0	2,1	0,7	0,5	0,6	35,2
		3	4,4	2,8	1,1	0,4	1,1	34,0

... continuação

P11	Bt2	H	1	3,2	2,4	1,0	0,5	0,6	34,1
			2	3,9	2,0	0,9	1,1	0,5	32,9
			3	3,2	1,8	1,3	0,6	0,3	35,5
	I	1	2,5	3,7	1,6	1,2	1,0	34,3	
		2	3,6	2,8	1,1	0,5	0,9	34,1	
		3	2,2	3,9	1,8	1,0	1,8	31,7	
	V	1	2,3	2,2	1,1	1,4	0,5	33,9	
		2	3,3	2,7	1,3	0,9	0,6	33,4	
		3	2,3	2,3	1,3	2,3	1,5	31,5	
P13	Ap	H	1	1,3	6,0	1,0	1,2	0,9	20,5
			2	3,6	3,5	2,0	1,8	1,2	20,6
			3	2,2	4,9	1,1	3,2	1,3	18,5
	I	1	1,4	4,1	1,1	2,1	1,9	18,9	
		2	1,3	9,3	1,0	1,4	2,7	16,9	
		3	1,5	7,2	1,6	1,7	2,5	17,1	
	V	1	0,9	5,5	1,1	1,1	1,1	21,8	
		2	1,4	6,2	1,1	1,7	2,3	19,5	
		3	1,3	4,2	1,2	1,2	1,3	21,4	
A1	H	1	0,8	5,6	1,8	1,9	2,6	19,6	
		2	4,8	6,0	2,1	2,6	1,4	22,2	
		3	4,9	8,6	2,4	3,9	1,3	20,0	
	I	1	2,6	7,4	1,2	1,5	0,8	32,3	
		2	2,2	8,2	1,8	3,3	1,3	20,9	
		3	2,4	8,3	,	3,1	1,2	22,6	
	V	1	1,1	6,1	1,6	2,5	1,1	22,0	
		2	2,3	5,8	2,1	3,0	2,6	21,5	
		3	2,3	6,2	2,1	2,7	2,3	20,3	
AB	H	1	1,4	3,8	1,1	1,6	0,9	30,8	
		2	2,2	3,7	1,3	1,6	2,4	27,6	
		3	3,1	5,3	1,7	2,3	1,9	28,0	
	I	1	1,6	6,2	1,8	2,6	1,2	26,9	
		2	3,1	3,9	1,1	1,7	2,8	25,2	
		3	2,5	6,2	1,5	2,6	1,9	28,0	
	V	1	2,0	4,6	1,8	2,9	2,9	28,3	
		2	3,2	6,7	1,9	3,0	1,8	25,2	
		3	1,3	5,6	1,5	1,9	2,7	27,1	
BA	H	1	4,0	1,8	0,9	1,7	2,1	34,6	
		2	5,0	3,5	1,6	4,0	0,9	31,3	
		3	5,2	2,5	1,3	3,0	1,2	32,7	
	I	1	1,9	4,5	1,5	2,2	1,7	32,0	
		2	3,5	4,4	1,4	1,9	1,5	31,4	
		3	2,5	4,3	1,7	1,8	1,7	34,2	
	V	1	4,3	7,0	1,7	2,4	1,5	27,0	
		2	2,9	4,9	1,8	2,7	3,1	30,4	
		3	.	.	.	.	.	.

... continuação

		1	1,0	8,2	1,2	1,1	0,9	34,4
	H	2	1,0	3,4	1,5	2,2	1,5	33,5
		3	2,5	2,9	1,4	2,0	0,9	32,5
		1	3,8	3,2	1,3	0,1	1,0	33,8
	Bt1	2	2,2	4,2	1,6	0,7	3,7	33,9
		3	.	.	.	.	.	.
		1	3,2	1,9	0,8	0,8	0,5	34,4
	V	2	4,6	4,4	1,4	1,9	0,7	31,8
		3	1,4	4,4	1,7	2,2	1,0	32,9
P13		1	2,5	1,9	1,1	1,2	0,7	34,5
	H	2	3,6	2,6	1,3	0,2	1,0	33,8
		3	0,6	5,7	1,8	1,6	1,7	32,9
		1	1,9	1,1	0,7	1,0	0,3	35,4
	Bt2	2	2,3	1,2	1,2	2,2	1,9	35,6
		3	1,4	2,4	1,2	1,6	0,7	35,3
		1	4,3	3,9	1,4	0,1	0,8	32,6
	V	2	1,8	2,6	1,3	0,3	0,5	32,3
		3	.	.	.	.	.	.

APÊNDICE F – Valores de condutividade hidráulica do solos saturado (Ks) e densidade do solo (Ds) de uma topossequência de solos.

Perfil	Hor.	Orient	Data	Coordenadas		Rep	K _s	Log K _s	Ds - fluxo			
				X	Y		----- mm h ⁻¹ -----	Mg m ⁻³				
P1	A1	H	7/3/2009	240319	6707803	1	111,47	4,72	1,31			
						2	30,34	3,44	1,29			
						3	46,92	3,87	1,38			
		1				71,46	4,28	1,62				
		2				20,35	3,06	1,57				
		3				7,96	2,19	.				
		1				10,88	2,47	1,57				
		2				109,01	4,70	1,50				
		3				22,81	3,17	1,46				
	A2	H	7/3/2009	240319	6707803	1	.	.	.			
						2	.	.	.			
						3	.	.	.			
		1				27,32	3,34	1,53				
		2				339,85	5,83	1,43				
		3				587,39	6,38	1,38				
		1				91,51	4,53	1,50				
		2				39,86	3,71	1,59				
		3				240,66	5,49	1,54				
Bg	H	7/3/2009	240319	6707803	1	15,16	2,78	1,52				
					2	165,07	5,11	1,34				
					3	28,41	3,38	.				
	1				75,51	4,34	1,40					
	2				114,77	4,75	1,43					
	3				55,21	4,03	1,45					
	1				161,27	5,09	1,41					
	2				215,29	5,38	1,35					
	3				254,78	5,54	1,37					
P2	A1	H	7/3/2009	240319	6707803	1	0,23	0,21	1,63			
						2	5,46	1,87	1,55			
						3	67,54	4,23	1,57			
		1				61,13	4,13	1,76				
		2				0,97	0,68	1,67				
		3				2,81	1,34	1,69				
	A2	I				7/3/2009	240319	6707803	1	11,98	2,56	1,69
									2	4,12	1,63	1,73
									3	10,11	2,41	1,63
		V							1	.	.	.
									2	.	.	.
									3	.	.	.
A2	I	7/3/2009	240319	6707803	1	20,39	3,06	1,56				
					2	.	.	.				
					3	.	.	.				
	V				1	14,73	2,76	1,75				
					2	6,36	2,00	1,74				
					3	7,07	2,09	1,77				

... continuação

						1	6,15	1,97	1,55
						2	6,53	2,02	1,56
						3	.	.	1,50
P2	Bg	I	7/3/2009	240319	6707803	1	5,10	1,81	1,59
						2	.	.	1,47
						3	.	.	.
						1	6,39	2,00	1,60
		V				2	.	.	1,55
						3	.	.	1,57
						1	66,53	4,21	1,60
						2	45,55	3,84	1,66
						3	.	.	.
						1	105,64	4,67	1,64
A1		I	11/4/2008	240337	6707794	2	66,39	4,21	1,54
						3	.	.	1,63
						1	24,66	3,24	1,61
		V				2	16,10	2,84	1,70
						3	156,39	5,06	1,58
						1	166,41	5,12	1,51
						2	34,48	3,57	1,50
						3	27,67	3,36	.
						1	76,22	4,35	1,42
A2		I	11/4/2008	240337	6707794	2	94,28	4,56	1,34
						3	.	.	1,51
						1	228,32	5,44	1,44
		V				2	181,72	5,21	1,46
P3						3	164,32	5,11	1,43
						1	46,73	3,87	1,47
						2	26,93	3,33	1,52
						3	44,89	3,83	1,50
						1	95,87	4,57	1,45
						2	105,25	4,67	1,44
						3	66,58	4,21	1,52
						1	299,61	5,71	1,46
		V				2	176,43	5,18	1,48
						3	90,67	4,52	1,46
						1	88,34	4,49	1,46
						2	103,25	4,65	1,42
						3	80,39	4,40	1,46
						1	561,40	6,33	1,47
						2	44,03	3,81	1,45
						3	.	.	1,43
						1	186,77	5,24	1,45
						2	10,73	2,46	1,47
						3	125,26	4,84	1,61

... continuação

					1	123,45	4,82	1,56	
	H				2	277,06	5,63	1,48	
					3	190,32	5,25	1,46	
					1	590,45	6,38	1,65	
Ap	I	11/4/2008	240342	6707792	2	116,60	4,77	1,63	
					3	296,32	5,69	1,61	
					1	101,54	4,63	1,60	
	V				2	563,36	6,34	1,46	
					3	112,24	4,73	1,47	
					1	599,45	6,40	1,53	
	H				2	74,36	4,32	1,62	
					3	58,69	4,09	1,57	
					1	137,87	4,93	1,56	
A1	I	11/4/2008	240342	6707792	2	104,52	4,66	1,54	
					3	154,35	5,05	1,54	
					1	7,67	2,16	1,70	
	V				2	60,57	4,12	1,66	
					3	100,28	4,62	.	
					1	25,74	3,29	1,58	
	H				2	63,69	4,17	1,60	
					3	79,29	4,39	1,49	
					1	200,63	5,31	1,5	
P4	BA	I	11/4/2008	240342	6707792	2	173,84	5,16	1,47
					3	.	.	1,47	
					1	141,99	4,96	1,48	
	V				2	166,80	5,12	1,40	
					3	.	.	1,42	
					1	71,24	4,28	1,51	
	H				2	11,24	2,50	1,60	
					3	319,03	5,77	1,51	
					1	37,71	3,66	1,54	
Bt1	I	11/4/2008	240342	6707792	2	91,74	4,53	1,53	
					3	50,12	3,93	1,53	
					1	47,80	3,89	1,41	
	V				2	.	.	1,57	
					3	.	.	1,47	
					1	2,45	1,24	1,39	
	H				2	85,80	4,46	1,46	
					3	2,30	1,19	1,53	
					1	15,39	2,80	1,54	
Bt2	I	11/4/2008	240342	6707792	2	.	.	1,56	
					3	.	.	1,58	
					1	179,97	5,20	1,56	
	V				2	.	.	1,53	
					3	.	.	1,5	

... continuação

					1	124,10	4,83	1,58	
					2	166,55	5,12	1,54	
					3	153,65	5,04	1,44	
					1	106,44	4,68	1,58	
Ap	I	11/4/2008	240354	6707784	2	90,17	4,51	1,58	
					3	27,75	3,36	1,63	
					1	37,12	3,64	1,58	
	V				2	48,08	3,89	1,58	
					3	38,05	3,66	1,60	
					1	276,44	5,63	1,41	
					2	312,52	5,75	1,50	
					3	67,23	4,22	1,60	
					1	50,36	3,94	1,57	
A1	I	11/4/2008	240354	6707784	2	126,93	4,85	1,57	
					3	144,86	4,98	1,54	
					1	139,12	4,94	1,46	
	V				2	98,64	4,60	1,5	
					3	.	.	.	
					1	109,66	4,71	1,40	
					2	54,57	4,02	1,50	
					3	114,66	4,75	1,45	
					1	60,30	4,12	1,45	
P5	AB	I	11/4/2008	240354	6707784	2	45,93	3,85	1,48
					3	99,69	4,61	1,42	
					1	99,14	4,61	1,47	
	V				2	15,90	2,83	1,51	
					3	55,97	4,04	1,48	
					1	92,31	4,54	1,44	
					2	63,50	4,17	1,47	
					3	77,60	4,36	1,45	
					1	9,49	2,35	1,54	
					2	31,14	3,47	1,49	
					3	32,31	3,51	1,49	
					1	30,55	3,45	1,47	
	V				2	43,71	3,80	1,43	
					3	41,18	3,74	1,51	
					1	4,95	1,78	1,48	
					2	3,15	1,42	1,51	
					3	14,43	2,74	1,56	
					1	21,08	3,09	1,45	
					2	24,53	3,24	1,53	
					3	15,71	2,82	1,61	
					1	73,61	4,31	1,38	
					2	11,81	2,55	1,56	
					3	7,20	2,10	1,56	

... continuação

						1	0,08	0,08	1,46
						2	0,09	0,09	1,45
						3	270,72	5,60	1,43
						1	7,47	2,14	1,46
P5	Bt2	I	11/4/2008	240354	6707784	2	25,68	3,28	1,47
						3	13,23	2,66	1,45
						1	13,90	2,70	1,50
		V				2	5,05	1,80	1,45
						3	17,38	2,91	1,42
						1	164,11	5,11	1,52
						2	171,38	5,15	1,48
						3	17,38	2,91	1,50
						1	112,92	4,74	1,46
	Ap	I	8/5/2008	240376	6707767	2	104,08	4,65	1,54
						3	411,76	6,02	1,42
						1	37,43	3,65	1,60
		V				2	20,08	3,05	1,69
						3	114,85	4,75	.
						1	130,28	4,88	1,57
						2	52,65	3,98	1,60
						3	185,39	5,23	1,61
						1	606,69	6,41	1,52
	A1	I	8/5/2008	240376	6707767	2	110,72	4,72	1,47
						3	185,93	5,23	1,53
						1	150,52	5,02	1,49
		V				2	160,05	5,08	1,43
						3	70,54	4,27	1,45
P6						1	66,21	4,21	1,52
						2	11,93	2,56	1,61
						3	11,93	2,56	1,59
						1	9,72	2,37	1,77
	A2	I	8/5/2008	240376	6707767	2	282,70	5,65	1,43
						3	100,27	4,62	1,49
						1	54,61	4,02	1,49
		V				2	47,17	3,87	1,51
						3	37,78	3,66	.
						1	26,03	3,30	1,59
						2	68,91	4,25	1,49
						3	72,03	4,29	1,54
						1	24,90	3,25	1,51
	AB	I	8/5/2008	240376	6707767	2	34,26	3,56	1,45
						3	14,27	2,73	1,51
						1	14,98	2,77	1,53
		V				2	40,42	3,72	1,49
						3	48,82	3,91	1,48

... continuação

					1	7,11	2,09	1,52	
					2	28,96	3,40	1,52	
					3	5,70	1,90	1,64	
					1	21,00	3,09	1,63	
	BA	I	8/5/2008	240376	6707767	2	80,28	4,40	1,39
					3	30,31	3,44	1,41	
					1	4,31	1,67	1,59	
		V			2	18,03	2,95	1,46	
					3	18,31	2,96	1,55	
					1	0,01	0,01	1,43	
					2	1,81	1,03	1,41	
					3	0,95	0,67	1,43	
					1	1,45	0,90	1,55	
P6	Bt1	I	8/5/2008	240376	6707767	2	0,71	0,54	1,44
					3	1,91	1,07	1,43	
					1	222,74	5,41	1,36	
		V			2	8,64	2,27	1,38	
					3	33,71	3,55	1,41	
					1	0,01	0,01	1,46	
					2	0,22	0,20	1,34	
					3	0,02	0,02	1,49	
					1	53,81	4,00	1,44	
	Bt2	I	8/5/2008	240376	6707767	2	1,87	1,05	1,44
					3	5,59	1,89	1,49	
					1	7,42	2,13	1,46	
		V			2	4,18	1,64	1,44	
					3	0,80	0,59	1,51	
					1	70,36	4,27	1,63	
					2	100,92	4,62	1,59	
					3	20,45	3,07	1,63	
					1	35,52	3,60	1,66	
	Ap	I	7/5/2008	240394	6707752	2	30,49	3,45	1,61
					3	25,56	3,28	1,65	
					1	12,68	2,62	1,66	
		V			2	52,70	3,98	1,74	
					3	68,84	4,25	1,56	
P7					1	66,67	4,21	1,58	
					2	27,59	3,35	1,53	
					3	23,88	3,21	.	
					1	63,27	4,16	1,48	
	A1	I	7/5/2008	240394	6707752	2	72,66	4,30	1,54
					3	194,23	5,27	.	
					1	70,27	4,27	1,50	
		V			2	121,76	4,81	1,45	
					3	.	.	1,46	

... continuação

					1	75,85	4,34	1,46		
					2	78,66	4,38	1,43		
					3	.	.	.		
					1	85,47	4,46	1,47		
	AB	I	7/5/2008	240394	6707752	2	49,69	3,93	1,49	
						3	70,18	4,27	1,52	
					1	105,44	4,67	1,39		
		V			2	273,81	5,62	1,47		
					3	135,98	4,92	1,45		
					1	2,15	1,15	1,58		
					2	2,94	1,37	1,43		
					3	3,11	1,41	1,51		
					1	43,68	3,80	1,38		
	BA	I	7/5/2008	240394	6707752	2	1,29	0,83	1,36	
						3	51,19	3,95	1,35	
					1	4,24	1,66	1,53		
		V			2	174,45	5,17	1,43		
					3	20,43	3,06	.		
P7					1	12,50	2,60	1,29		
					2	0,40	0,34	1,34		
					3	0,03	0,03	1,44		
					1	1,90	1,06	1,41		
	Bt1	I	7/5/2008	240394	6707752	2	2,36	1,21	1,29	
						3	.	.	1,38	
					1	544,75	6,30	1,37		
		V			2	162,99	5,10	.		
					3	84,85	4,45	1,32		
					1	1,95	1,08	1,41		
					2	2,22	1,17	1,47		
					3	.	.	1,46		
					1	11,40	2,52	1,40		
	Bt2	I	7/5/2008	240394	6707752	2	1,55	0,94	1,37	
						3	0,33	0,29	1,45	
					1	0,73	0,55	1,38		
		V			2	1,46	0,90	1,42		
					3	3,61	1,53	1,34		
					1	14,00	2,71	1,64		
					2	17,13	2,90	1,62		
					3	460,68	6,13	1,57		
					1	6,75	2,05	1,69		
	P8	Ap	I	1/5/2008	240423	6707732	2	5,70	1,90	1,65
						3	7,46	2,14	1,68	
					1	220,20	5,40	1,49		
		V			2	7,74	2,17	1,62		
					3	5,98	1,94	1,64		

... continuação

					1	9,86	2,39	1,49	
	H				2	12,55	2,61	1,55	
					3	.	.	1,56	
A1	I	1/5/2008	240423	6707732	1	2,90	1,36	1,58	
					2	570,99	6,35	1,53	
					3	8,51	2,25	1,50	
	V				1	3,25	1,45	1,63	
					2	3,62	1,53	1,60	
					3	3,04	1,40	1,58	
					1	1,51	0,92	1,51	
	H				2	1,03	0,71	1,52	
					3	0,04	0,04	1,75	
A2	I	1/5/2008	240423	6707732	1	16,07	2,84	1,47	
					2	12,17	2,58	1,52	
					3	3,39	1,48	1,53	
	V				1	18,24	2,96	1,47	
					2	8,78	2,28	1,47	
					3	2,87	1,35	1,52	
					1	0,09	0,09	1,40	
	H				2	2,25	1,18	1,47	
					3	0,05	0,05	1,44	
P8	AB	I	1/5/2008	240423	6707732	1	8,48	2,25	1,41
					2	0,31	0,27	1,59	
					3	0,46	0,38	1,43	
	V				1	16,12	2,84	1,51	
					2	13,81	2,70	1,38	
					3	13,85	2,70	1,41	
					1	0,04	0,04	1,40	
	H				2	0,53	0,43	1,47	
					3	0,03	0,03	1,40	
BA	I	1/5/2008	240423	6707732	1	2,42	1,23	1,50	
					2	0,07	0,07	1,47	
					3	0,22	0,20	1,45	
	V				1	0,04	0,04	1,51	
					2	0,16	0,15	1,50	
					3	76,31	4,35	1,39	
					1	0,34	0,29	1,37	
	H				2	1,92	1,07	1,36	
					3	0,17	0,16	1,36	
Bt1	I	1/5/2008	240423	6707732	1	0,05	0,05	1,41	
					2	9,97	2,40	1,42	
					3	0,06	0,06	1,37	
	V				1	0,95	0,67	1,37	
					2	0,11	0,10	1,44	
					3	0,23	0,21	1,43	

... continuação

						1	.	.	1,49
		H				2	0,07	0,07	1,33
						3	0,05	0,05	1,45
						1	0,07	0,07	1,51
P8	Bt2	I	1/5/2008	240423	6707732	2	0,44	0,36	1,46
						3	0,18	0,17	1,48
						1	0,28	0,25	1,51
		V				2	2,13	1,14	1,42
						3	1,74	1,01	1,51
						1	51,67	3,96	1,56
		H				2	18,90	2,99	1,53
						3	27,10	3,34	1,53
						1	77,19	4,36	1,44
	Ap	I	1/5/2008	240430	6707726	2	.	.	1,33
						3	37,21	3,64	1,48
						1	98,76	4,60	1,56
		V				2	84,01	4,44	1,13
						3	57,25	4,06	1,46
						1	26,96	3,33	1,71
		H				2	3,77	1,56	1,56
						3	.	.	.
						1	2,95	1,37	1,66
	A1	I	1/5/2008	240430	6707726	2	1,64	0,97	1,69
						3	2,34	1,21	1,62
						1	0,53	0,43	1,76
		V				2	0,95	0,67	1,66
						3	.	.	.
P9						1	1,92	1,07	1,57
		H				2	2,05	1,12	1,59
						3	8,56	2,26	1,46
						1	61,35	4,13	1,23
	A2	I	1/5/2008	240430	6707726	2	14,38	2,73	1,41
						3	184,94	5,23	1,40
						1	20,58	3,07	1,32
		V				2	11,12	2,49	1,45
						3	40,96	3,74	1,36
						1	0,79	0,58	1,53
		H				2	0,57	0,45	1,58
						3	0,33	0,29	1,53
						1	15,33	2,79	1,48
	AB	I	1/5/2008	240430	6707726	2	1,59	0,95	1,34
						3	2,06	1,12	1,47
						1	3,47	1,50	1,43
		V				2	26,84	3,33	1,48
						3	2,02	1,11	1,43

... continuação

					1	0,06	0,06	1,46		
					2	0,14	0,13	1,41		
					3	0,25	0,22	1,45		
					1	2,45	1,24	1,46		
	BA	I	1/5/2008	240430	6707726	2	9,96	2,39	1,42	
					3	0,17	0,16	1,44		
					1	0,07	0,07	1,51		
		V			2	302,05	5,71	1,38		
					3	.	.	1,45		
					1	0,07	0,07	1,42		
					2	0,03	0,03	1,47		
					3	1,72	1,00	1,41		
					1	0,06	0,06	1,42		
	P9	Bt1	I	1/5/2008	240430	6707726	2	281,12	5,64	1,21
						3	0,05	0,05	1,39	
					1	0,05	0,05	1,39		
					2	0,52	0,42	1,40		
					3	0,96	0,67	1,32		
					1	0,14	0,13	1,48		
					2	6,36	2,00	1,44		
					3	0,06	0,06	1,36		
					1	0,12	0,11	1,38		
					2	4,86	1,77	1,36		
					3	0,11	0,10	1,40		
					1	0,33	0,29	1,41		
					2	11,96	2,56	1,36		
					3	0,08	0,08	1,40		
					1	3,14	1,42	1,79		
					2	1,82	1,04	1,83		
					3	6,29	1,99	1,69		
					1	1,56	0,94	1,63		
					2	17,69	2,93	1,70		
					3	2,73	1,32	.		
					1	7,26	2,11	1,58		
					2	4,72	1,74	1,61		
					3	3,85	1,58	1,56		
	P10				1	10,66	2,46	1,45		
					2	13,80	2,69	1,53		
					3	.	.	.		
					1	34,48	3,57	1,48		
					2	8,47	2,25	1,39		
					3	4,06	1,62	1,38		
					1	23,86	3,21	1,28		
					2	9,47	2,35	1,48		
					3	234,17	5,46	1,22		

... continuação

					1	5,19	1,82	1,51	
					2	2,23	1,17	1,49	
					3	.	.	.	
					1	6,32	1,99	1,37	
A2	I	1/5/2008	240432	6707725	2	4,27	1,66	1,36	
					3	46,59	3,86	1,42	
					1	17,98	2,94	1,40	
	V				2	9,38	2,34	1,45	
					3	36,46	3,62	1,38	
					1	0,57	0,45	1,56	
					2	0,04	0,04	1,50	
					3	0,20	0,18	.	
					1	48,32	3,90	1,17	
AB	I	1/5/2008	240432	6707725	2	10,26	2,42	1,43	
					3	.	.	.	
					1	52,79	3,99	1,40	
	V				2	0,86	0,62	1,38	
					3	0,13	0,12	1,30	
					1	0,05	0,05	1,44	
					2	0,06	0,06	1,41	
					3	0,03	0,03	1,44	
					1	0,05	0,05	1,46	
P10	BA	I	1/5/2008	240432	6707725	2	6,82	2,06	1,36
					3	0,62	0,48	1,33	
					1	0,97	0,68	1,42	
	V				2	1,33	0,85	1,40	
					3	8,13	2,21	1,39	
					1	0,12	0,11	1,51	
					2	266,72	5,59	1,50	
					3	69,08	4,25	1,50	
					1	0,22	0,20	1,47	
					2	0,09	0,09	1,42	
					3	0,38	0,32	1,49	
					1	0,87	0,63	1,48	
	V				2	6,63	2,03	1,45	
					3	0,05	0,05	1,47	
					1	0,08	0,08	1,59	
					2	0,18	0,17	1,45	
					3	5,62	1,89	1,32	
					1	1,65	0,97	1,48	
					2	0,14	0,13	1,34	
					3	.	.	1,51	
					1	0,63	0,49	1,45	
					2	1,73	1,00	1,44	
					3	.	.	1,32	

... continuação

					1	169,25	5,14	1,50	
					2	23,14	3,18	1,64	
					3	29,54	3,42	1,67	
					1	6,71	2,04	1,69	
Ap	I	1/5/2008	240434	6707725	2	19,18	3,00	1,68	
					3	4,03	1,62	1,70	
					1	654,73	6,49	1,39	
	V				2	52,53	3,98	1,63	
					3	.	.	.	
					1	1,39	0,87	1,58	
					2	7,91	2,19	1,58	
					3	11,42	2,52	1,56	
					1	2,41	1,23	1,50	
A1	I	1/5/2008	240434	6707725	2	11,10	2,49	0,46	
					3	0,19	0,17	1,65	
					1	2,13	1,14	1,61	
	V				2	30,38	3,45	1,54	
					3	.	.	.	
					1	0,58	0,46	1,51	
					2	11,57	2,53	1,47	
					3	1,45	0,90	1,46	
					1	4,64	1,73	1,46	
P11	A2	I	1/5/2008	240434	6707725	2	3,07	1,40	1,40
					3	15,71	2,82	1,42	
					1	39,19	3,69	1,43	
	V				2	0,13	0,12	1,58	
					3	1,03	0,71	1,56	
					1	3,37	1,47	1,44	
					2	3,23	1,44	1,53	
					3	2,26	1,18	1,45	
					1	117,53	4,78	1,50	
AB	I	1/5/2008	240434	6707725	2	12,64	2,61	1,49	
					3	11,56	2,53	1,44	
					1	4,51	1,71	1,53	
	V				2	8,39	2,24	1,46	
					3	0,45	0,37	1,49	
					1	5,60	1,89	1,32	
					2	6,10	1,96	1,36	
					3	7,46	2,14	1,37	
					1	2,25	1,18	1,38	
BA	I	1/5/2008	240434	6707725	2	0,34	0,29	1,37	
					3	2,44	1,24	1,41	
					1	0,04	0,04	1,41	
	V				2	0,04	0,04	1,52	
					3	0,05	0,05	1,47	

... continuação

					1	0,61	0,48	1,48	
					2	2,22	1,17	1,46	
					3	4,67	1,74	.	
					1	0,42	0,35	1,56	
	Bt1	I	1/5/2008	240434	6707725	2	3,09	1,41	1,38
					3	0,95	0,67	1,29	
					1	0,04	0,04	1,44	
		V			2	0,14	0,13	1,44	
P11					3	0,06	0,06	1,46	
					1	0,50	0,41	1,36	
					2	1,05	0,72	1,39	
					3	0,06	0,06	1,53	
					1	0,14	0,13	1,31	
	Bt2	I	1/5/2008	240434	6707725	2	1,40	0,88	1,40
					3	2,45	1,24	1,50	
					1	0,14	0,13	1,45	
		V			2	0,04	0,04	1,42	
					3	0,08	0,08	1,48	
					1	3,43	1,49	1,72	
					2	13,51	2,67	1,76	
					3	6,87	2,06	.	
					1	3,57	1,52	1,80	
	Ap	I	1/5/2008	240444	6707716	2	4,79	1,76	1,73
					3	8,10	2,21	1,71	
					1	11,23	2,50	1,70	
		V			2	14,24	2,72	1,76	
					3	18,61	2,98	1,74	
					1	80,52	4,40	1,49	
					2	54,30	4,01	1,44	
					3	487,39	6,19	1,43	
					1	108,74	4,70	1,50	
P12	A1	I	1/5/2008	240444	6707716	2	55,77	4,04	1,52
					3	50,25	3,94	1,52	
					1	16,07	2,84	1,53	
		V			2	3,78	1,56	1,37	
					3	16,32	2,85	1,63	
					1	179,82	5,20	1,35	
					2	438,62	6,09	1,27	
					3	305,31	5,72	1,34	
					1	86,63	4,47	1,38	
	A2	I	1/5/2008	240444	6707716	2	26,49	3,31	1,44
					3	69,05	4,25	1,42	
					1	11,14	2,50	1,56	
		V			2	74,94	4,33	1,46	
					3	25,97	3,29	1,44	

... continuação

					1	5,22	1,83	1,49		
					2	17,73	2,93	1,46		
					3	173,40	5,16	1,43		
					1	17,78	2,93	1,41		
	AB	I	1/5/2008	240444	6707716	2	2,40	1,22	1,50	
					3	0,07	0,07	1,50		
					1	0,26	0,23	1,55		
		V			2	10,53	2,44	1,57		
					3	0,02	0,02	1,44		
					1	1,37	0,86	1,42		
					2	1,80	1,03	1,45		
					3	3,36	1,47	1,47		
					1	0,02	0,02	1,46		
	BA	I	1/5/2008	240444	6707716	2	1,55	0,94	1,46	
					3	0,03	0,03	.		
					1	0,01	0,01	1,50		
		V			2	0,02	0,02	1,57		
					3	0,27	0,24	1,45		
P12					1	0,18	0,17	1,45		
					2	1,24	0,81	1,43		
					3	0,32	0,28	1,47		
					1	0,56	0,44	1,51		
	Bt1	I	1/5/2008	240444	6707716	2	0,31	0,27	1,47	
					3	0,04	0,04	1,41		
					1	0,36	0,31	1,49		
		V			2	0,62	0,48	1,53		
					3	0,12	0,11	1,47		
					1	5,74	1,91	1,39		
					2	10,46	2,44	1,44		
					3	0,92	0,65	1,45		
					1	1,37	0,86	1,33		
	Bt2	I	1/5/2008	240444	6707716	2	4,78	1,75	1,47	
					3	1,64	0,97	1,37		
					1	1,29	0,83	1,43		
		V			2	0,07	0,07	1,51		
					3	2,61	1,28	.		
					1	2,60	1,28	1,70		
					2	1,80	1,03	1,67		
					3	4,95	1,78	1,66		
					1	11,12	2,49	1,67		
	P13	Ap	I	25/4/2008	240469	6707697	2	201,63	5,31	1,62
					3	181,24	5,21	1,42		
					1	8,31	2,23	1,62		
		V			2	7,41	2,13	1,66		
					3	50,04	3,93	1,55		

... continuação

					1	75,52	4,34	1,42	
					2	28,09	3,37	1,52	
					3	17,33	2,91	1,50	
					1	46,22	3,85	1,54	
A1	I	25/4/2008	240469	6707697	2	10,66	2,46	1,56	
					3	10,08	2,41	1,58	
					1	17,39	2,91	1,53	
	V				2	43,58	3,80	1,45	
					3	315,63	5,76	1,45	
					1	87,70	4,49	1,46	
					2	95,49	4,57	1,48	
					3	74,21	4,32	1,47	
					1	5,99	1,94	1,58	
AB	I	25/4/2008	240469	6707697	2	2,35	1,21	1,55	
					3	1,23	0,80	1,53	
					1	1,77	1,02	1,49	
	V				2	.	.	1,61	
					3	.	.	1,55	
					1	2,48	1,25	1,38	
					2	0,58	0,46	1,40	
					3	8,24	2,22	1,46	
					1	0,23	0,21	1,42	
P13	BA	I	25/4/2008	240469	6707697	2	0,41	0,34	1,47
					3	1,01	0,70	1,54	
					1	0,26	0,23	1,51	
	V				2	0,25	0,22	1,54	
					3	0,11	0,10	1,55	
					1	8,03	2,20	1,58	
					2	16,58	2,87	1,42	
					3	0,11	0,10	1,32	
					1	0,13	0,12	1,43	
Bt1	I	25/4/2008	240469	6707697	2	0,10	0,10	1,58	
					3	0,02	0,02	1,43	
					1	0,07	0,07	1,51	
	V				2	0,01	0,01	1,59	
					3	2,31	1,20	1,49	
					1	29,95	3,43	1,46	
					2	2,14	1,14	1,49	
					3	1,38	0,87	1,52	
					1	0,17	0,16	1,40	
Bt2	I	25/4/2008	240469	6707697	2	7,05	2,09	1,42	
					3	0,07	0,07	1,54	
					1	0,07	0,07	1,54	
	V				2	0,72	0,54	1,52	
					3	0,05	0,05	1,48	

APÊNDICE G – Características químicas de uma topossequência de solos

Perfil	Hor,	Nº amostra	pH água	P	K	Na	MO	Al	Ca	Mg	S	H+Al	CTCpH ₇	V %	CTC _{efetiva}	m %
				-- mg dm ⁻³ --	%	----- Cmol _c dm ⁻³ -----										
P1	A1	1A	4,9	1,7	27	3	1,9	0,6	0,7	0,3	1,1	5,6	6,7	16,2	1,7	35,7
		2A	4,9	0,8	28	4	1,9	0,6	0,7	0,2	1,0	5,6	6,6	15,0	1,6	37,8
	A2	3A	5,0	1,7	17	2	1,0	0,7	0,7	0,3	1,1	5,6	6,7	15,8	1,8	40,0
		4A	5,0	2,5	18	1	1,0	0,8	0,9	0,4	1,4	5,6	7,0	19,4	2,2	37,2
	Bg	5A	4,9	1,7	7	0	1,1	1,0	0,8	0,3	1,1	5,6	6,7	16,6	2,1	47,2
		6A	4,9	1,7	8	0	1,1	0,9	0,8	0,3	1,1	5,6	6,7	16,7	2,0	44,5
P2	A1	7A	4,8	1,7	14	2	1,2	0,5	0,5	0,1	0,6	5,6	6,2	10,3	1,1	43,7
		8A	4,8	1,7	12	0	1,2	0,6	0,3	0,1	0,4	5,6	6,0	7,1	1,0	58,2
	A2	9A	4,9	0,8	3	0	0,5	0,6	0,1	0,0	0,1	5,6	5,7	1,9	0,7	84,8
		10A	4,8	1,7	3	0	0,5	0,7	0,0	0,0	0,0	5,6	5,6	0,1	0,7	98,9
	Bg	11A	4,8	1,7	3	0	0,8	1,0	0,3	0,1	0,4	5,6	6,0	6,8	1,4	71,0
		12A	4,8	1,7	2	0	0,8	1,2	0,2	0,1	0,3	5,6	5,9	5,2	1,5	79,7
P3	A1	1	5,0	0,8	60	2	0,8	1,3	0,6	0,0	0,8	5,3	6,1	12,6	2,1	63,0
		2	5,0	0,8	62	2	0,8	1,3	0,4	0,0	0,6	5,1	5,7	10,0	1,9	69,6
	A2	3	5,0	1,7	54	3	0,6	1,5	0,5	0,0	0,7	4,1	4,8	13,7	2,2	69,7
		4	5,1	1,7	44	2	0,5	1,3	0,5	0,0	0,6	4,3	4,9	12,6	1,9	67,7
	Cg1	5	5,1	0,8	35	3	0,5	0,9	0,7	0,0	0,8	4,5	5,3	15,1	1,7	52,9
		6	5,0	0,8	35	3	0,6	1,0	0,7	0,0	0,8	3,5	4,3	18,7	1,8	55,5
	Cg2	7	5,1	0,8	14	3	0,4	1,0	1,1	0,3	1,4	3,7	5,1	28,1	2,4	40,8
		8	5,2	2,5	12	2	0,3	0,9	1,2	0,4	1,6	3,7	5,3	30,7	2,5	35,4
P4	Ap	9	4,9	1,7	31	3	1,1	1,1	1,1	0,4	1,6	.	.	.	2,7	40,9
		10	4,9	1,7	31	4	1,2	1,0	1,1	0,3	1,5	.	.	.	2,5	40,1
	A1	11	4,9	0,8	14	2	0,7	1,1	1,0	0,0	1,0	5,1	6,1	17,0	2,1	51,3
		12	4,8	0,8	13	2	0,7	1,4	1,1	0,0	1,1	5,5	6,6	17,2	2,5	55,1
	BA	13	5,1	0,8	14	3	0,5	0,8	1,9	0,3	2,2	4,5	6,7	50,0	3,0	26,2
		14	5,1	0,8	14	2	0,5	0,9	2,1	0,3	2,4	4,9	7,3	49,9	3,3	26,9
	Bt1	15	5,2	0,8	7	0	0,7	0,6	3,7	1,2	4,9	4,9	9,8	100,4	5,5	10,9
		16	5,2	1,7	6	0	0,7	0,5	3,6	1,2	4,8	4,9	9,7	98,3	5,3	9,4
	Bt2	17	5,0	0,8	18	3	0,5	1,4	2,1	1,0	3,2	5,3	8,5	37,3	4,6	30,7
		18	5,0	0,8	17	3	0,4	1,6	2,2	1,1	3,4	5,5	8,9	37,9	5,0	32,3
P5	Ap	19	5,6	53,7	133	3	1,3	0,1	1,9	1,3	3,6	4,3	7,9	45,2	3,7	2,7
		20	5,6	43,3	134	4	1,4	0,1	2,0	1,3	3,7	4,3	8,0	46,0	3,8	2,7
	A1	21	4,8	3,4	83	3	0,6	1,7	0,7	0,3	1,2	5,6	6,8	18,0	2,9	58,1
		22	4,8	2,5	81	2	0,8	1,6	0,8	0,1	1,1	5,5	6,6	16,9	2,7	58,9
	AB	23	5,0	1,7	23	3	0,6	1,1	1,6	0,3	2,0	4,5	6,5	30,5	3,1	35,8
		24	5,0	0,8	20	3	0,8	1,0	1,9	0,3	2,3	4,5	6,8	33,5	3,3	30,6
	BA	25	5,2	0,8	16	5	0,6	0,6	3,0	0,6	3,7	4,3	8,0	46,0	4,3	14,1
		26	5,2	0,8	16	5	0,4	0,6	3,2	0,6	3,9	4,1	8,0	48,5	4,5	13,4
	Bt1	27	5,3	0,8	15	6	0,4	0,8	2,8	1,1	4,0	5,8	9,8	40,6	4,8	16,8
		28	5,3	0,8	14	6	0,4	0,8	3,0	1,1	4,2	5,1	9,3	44,9	5,0	16,1
	Bt2	29	5,1	0,8	15	5	0,4	1,0	2,6	1,6	4,3	5,6	9,9	43,2	5,3	19,0
		30	5,1	0,8	15	5	0,4	1,2	2,4	1,3	3,8	6,0	9,8	38,5	5,0	24,2

... continuação

P6	Ap	31	5,2	16,3	64	1	1,7	0,1	1,2	0,8	2,2	5,6	7,8	27,9	2,3	4,4
		32	5,2	17,3	58	1	1,7	0,1	1,2	0,8	2,2	5,6	7,8	27,8	2,3	4,4
	A1	33	5,0	5,1	32	9	0,8	1,3	1,0	0,7	1,8	4,2	6,0	30,2	.	.
		34	4,9	6,0	33	11	0,8	1,1	0,9	0,7	1,7	4,0	5,7	30,2	.	.
	A2	35	5,1	0,8	13	1	0,8	0,7	1,5	0,7	2,2	5,6	7,8	28,5	2,9	23,8
		36	5,1	1,7	14	0	0,7	0,8	1,1	0,6	1,7	5,6	7,3	23,7	2,5	31,5
	AB	37	5,1	0,8	7	0	0,8	0,6	3,1	1,1	4,2	5,6	9,8	43,0	4,8	12,5
		38	5,1	0,8	6	0	0,8	0,6	3,1	1,1	4,2	5,6	9,8	42,9	4,8	12,5
	BA	39	5,2	0,8	15	5	0,5	0,9	2,6	1,0	3,7	5,5	9,2	40,0	4,6	19,7
		40	5,2	0,8	17	5	0,4	1,0	2,5	0,7	3,3	5,6	8,9	36,8	4,3	23,4
	Bt1	41	5,1	0,8	14	3	0,4	1,7	2,1	1,3	3,4	7,2	10,6	32,4	5,1	33,0
		42	5,1	0,8	15	4	0,5	1,7	2,1	1,3	3,5	6,9	10,4	33,4	5,2	33,0
	Bt2	43	5,1	0,8	6	0	0,6	1,6	1,6	1,6	3,2	7,2	10,4	30,9	4,8	33,2
		44	5,1	0,8	8	0	0,5	1,6	1,7	1,7	3,4	7,2	10,6	32,2	5,0	31,9
P7	Ap	45	4,9	5,1	17	3	0,7	1,6	0,8	0,2	1,1	3,5	4,6	23,2	2,7	60,2
		46	4,9	5,1	17	3	0,7	1,6	0,7	0,2	1,0	2,6	3,6	26,9	2,6	62,6
	A1	47	4,8	6,0	11	3	0,5	1,5	0,8	0,2	1,0	3,2	4,2	24,5	2,5	59,0
		48	4,8	8,7	11	3	0,6	1,3	0,7	0,2	0,9	3,0	3,9	23,9	2,2	58,0
	AB	49	4,9	0,8	11	3	0,5	1,4	1,9	0,5	2,4	4,1	6,5	37,3	3,8	36,4
		50	4,9	0,8	11	4	0,5	1,4	2,0	0,5	2,5	4,1	6,6	38,3	3,9	35,5
	BA	51	5,1	0,8	12	3	0,6	1,3	2,9	0,9	3,8	5,8	9,6	39,9	5,1	25,3
		52	5,0	0,8	13	3	0,7	1,3	2,9	0,9	3,8	4,3	8,1	47,2	5,1	25,3
	Bt1	53	5,1	0,8	13	3	0,6	1,9	2,6	1,2	3,8	6,2	10,0	38,3	5,7	33,1
		54	5,1	0,8	14	4	0,6	2,0	2,5	1,2	3,8	6,2	10,0	37,7	5,8	34,8
	Bt2	55	5,1	0,8	11	4	0,3	2,3	1,1	1,0	2,1	6,0	8,1	26,3	4,4	51,7
		56	5,1	0,8	14	4	0,3	2,1	1,2	0,9	2,2	5,8	8,0	27,1	4,3	49,4
P8	Ap	57	5,3	8,7	89	4	1,3	0,7	2,5	1,6	4,3	3,9	8,2	52,7	5,0	13,9
		58	5,3	8,7	80	4	1,5	0,6	2,1	1,4	3,7	4,1	7,8	47,6	4,3	13,9
	A1	59	4,9	0,8	15	4	0,7	1,4	2,0	1,2	3,3	3,9	7,2	45,5	4,7	30,1
		60	4,9	0,8	11	4	0,6	1,4	1,8	1,1	2,9	4,1	7,0	41,8	4,3	32,2
	A2	61	4,9	0,8	17	5	0,8	1,5	2,3	1,4	3,8	3,7	7,5	50,4	5,3	28,5
		62	4,9	0,8	17	5	0,7	1,3	2,4	1,3	3,8	4,3	8,1	46,7	5,1	25,7
	AB	63	5,0	0,8	14	7	1,1	1,5	3,1	1,8	5,0	6,0	11,0	45,3	6,5	23,2
		64	5,0	0,8	12	6	0,9	1,5	3,1	1,7	4,9	6,0	10,9	44,7	6,4	23,6
	BA	65	5,0	0,8	14	7	0,7	2,3	2,6	1,8	4,5	6,6	11,1	40,4	6,8	34,0
		66	5,0	0,8	15	7	0,7	2,2	2,5	1,8	4,4	6,0	10,4	42,1	6,6	33,5
	Bt1	67	5,1	0,8	14	6	0,5	2,2	1,8	1,7	3,6	6,2	9,8	36,5	5,8	38,2
		68	5,0	0,8	14	6	0,4	2,5	1,8	1,7	3,6	6,4	10,0	35,8	6,1	41,2
	Bt2	69	5,3	1,7	15	5	0,2	1,7	1,2	1,5	2,8	5,8	8,6	32,2	4,5	38,1
		70	5,2	0,8	15	5	0,2	1,6	1,1	1,4	2,6	4,7	7,3	35,3	4,2	38,5

... continuação

P9	Ap	71	4,9	4,2	19	7	1,1	1,6	1,5	1,3	2,9	4,5	7,4	39,0	4,5	35,7
		72	4,9	3,4	19	6	1,2	1,4	1,5	1,2	2,8	4,9	7,7	36,2	4,2	33,5
	A1	73	4,9	0,8	14	7	1,0	2,0	1,3	0,8	2,2	3,2	5,4	40,4	4,2	48,0
		74	4,9	1,7	12	6	0,7	2,0	1,3	0,9	2,3	4,7	7,0	32,4	4,3	47,0
	A2	137	5,0	0,8	11	6	0,8	1,7	1,7	1,1	2,9	6,0	8,9	32,2	4,6	37,3
		138	4,9	0,8	11	7	0,8	1,6	1,6	1,0	2,7	6,4	9,1	29,3	4,3	37,6
	AB	75	5,0	0,8	15	8	1,0	1,7	3,0	1,6	4,7	5,3	10,0	46,9	6,4	26,7
		76	5,0	0,8	15	6	0,9	1,7	3,0	1,6	4,7	6,4	11,1	42,2	6,4	26,7
	BA	77	5,1	0,8	10	11	0,8	2,2	2,1	1,3	3,5	6,5	10,0	34,8	5,7	38,8
		78	5,1	0,8	10	11	0,8	2,1	2,2	1,3	3,6	7,3	10,9	32,9	5,7	37,0
	Bt1	79	5,0	0,8	16	7	0,6	2,5	2,0	1,6	3,7	6,6	10,3	35,7	6,2	40,5
		80	5,0	0,8	16	7	0,6	2,2	1,9	1,6	3,6	6,8	10,4	34,4	5,8	38,1
	Bt2	81	5,2	0,8	15	6	0,3	2,1	1,2	1,6	2,9	6,2	9,1	31,6	5,0	42,3
		82	5,2	1,7	14	6	0,2	2,0	1,1	1,4	2,6	5,8	8,4	30,6	4,6	43,8
P10	Ap	83	5,1	2,5	17	6	1,0	1,1	1,4	1,0	2,5	4,4	6,9	35,9	3,6	30,8
		84	5,1	3,4	18	7	0,9	1,1	1,5	1,2	2,8	3,6	6,4	43,5	3,9	28,4
	A1	85	5,1	0,8	11	7	0,7	1,5	1,3	0,9	2,3	5,3	7,6	29,9	3,8	39,9
		86	5,1	0,8	19	7	0,6	1,4	1,2	0,8	2,1	5,3	7,4	28,2	3,5	40,2
	A2	87	5,0	1,7	10	13	0,8	1,5	1,9	1,1	3,1	.	.	.	4,6	32,7
		88	5,0	0,8	10	13	0,8	1,4	2,0	1,0	3,1	7,3	10,4	29,7	4,5	31,2
	AB	89	5,0	2,5	22	6	0,9	1,5	2,2	1,3	3,6	4,6	8,2	43,8	5,1	29,5
		90	5,0	2,5	23	7	0,8	1,7	2,5	1,3	3,9	6,2	10,1	38,5	5,6	30,4
	BA	91	5,0	0,8	15	9	0,8	2,0	2,5	1,7	4,3	7,4	11,7	36,6	6,3	31,9
		92	5,1	0,8	18	12	0,7	1,8	2,3	1,6	4,0	7,6	11,6	34,5	5,8	31,0
	Bt1	93	5,1	0,8	16	9	0,4	2,0	1,4	1,5	3,0	7,0	10,0	29,9	5,0	40,2
		94	5,1	0,8	16	9	0,4	2,3	1,5	1,6	3,2	6,2	9,4	33,9	5,5	42,0
	Bt2	95	5,3	0,8	16	8	0,2	1,7	1,1	1,3	2,5	4,8	7,3	34,0	4,2	40,7
		96	5,4	1,7	16	9	0,1	2,0	1,0	1,2	2,3	3,2	5,5	41,6	4,3	46,7
P11	Ap	97	5,4	2,5	20	7	0,5	0,6	1,5	1,1	2,7	2,1	4,8	56,1	3,3	18,3
		98	5,4	2,5	21	7	0,6	0,4	1,5	1,0	2,6	2,6	5,2	49,8	3,0	13,4
	A1	99	5,2	0,8	13	9	0,6	1,5	1,4	0,9	2,4	5,1	7,5	31,7	3,9	38,7
		100	5,2	0,8	12	8	0,6	1,6	1,3	0,9	2,3	5,6	7,9	28,8	3,9	41,4
	A2	101	5,3	0,8	10	7	0,7	1,3	1,9	1,3	3,3	6,4	9,7	33,7	4,6	28,5
		102	5,3	0,8	12	9	0,7	1,6	2,1	1,2	3,4	5,6	9,0	37,6	5,0	32,2
	AB	103	5,3	0,8	11	10	0,6	1,6	2,4	1,4	3,9	6,0	9,9	39,2	5,5	29,2
		104	5,3	0,8	12	11	0,8	1,2	2,6	1,4	4,1	6,6	10,7	38,2	5,3	22,7
	BA	105	5,3	0,8	13	10	0,6	1,7	2,6	1,6	4,3	5,7	10,0	42,9	6,0	28,4
		106	5,3	0,8	13	9	0,8	1,7	2,8	1,9	4,8	6,1	10,9	43,9	6,5	26,3
	Bt1	107	5,3	0,8	15	11	0,5	2,5	1,9	1,6	3,6	7,8	11,4	31,5	6,1	41,1
		108	5,3	0,8	14	10	0,4	2,2	1,6	1,4	3,1	7,4	10,5	29,4	5,3	41,7
	Bt2	109	5,6	0,8	15	12	0,2	2,0	0,9	1,2	2,2	5,6	7,8	28,1	4,2	47,7
		110	5,5	1,7	15	12	0,3	2,2	1,1	1,3	2,5	5,5	8,0	31,2	4,7	46,9

... continuação

P12	Ap	111	5,4	1,7	46	12	0,9	0,5	1,8	1,5	3,5	3,6	7,1	49,1	4,0	12,6
		112	5,4	2,5	53	12	1,0	0,5	1,8	1,1	3,1	3,8	6,9	44,8	3,6	13,9
	A	115	5,0	0,8	21	11	0,6	1,3	2,1	1,4	3,6	5,4	9,0	40,0	4,9	26,5
		116	5,0	0,8	21	12	0,7	1,4	2,0	1,3	3,4	5,0	8,4	40,5	4,8	29,1
	AB	117	5,1	0,8	22	13	0,6	1,2	2,5	1,4	4,0	6,1	10,1	39,7	5,2	23,0
		118	5,1	0,8	20	13	0,6	1,5	2,6	1,6	4,3	5,4	9,7	44,4	5,8	25,8
	BA	119	5,2	0,8	20	14	0,7	1,7	2,6	1,7	4,4	6,5	10,9	40,4	6,1	27,8
		120	5,2	0,8	20	13	0,6	1,6	2,6	1,7	4,4	6,7	11,1	39,7	6,0	26,6
	Bt1	121	5,1	0,8	21	13	0,5	2,2	1,9	1,5	3,5	6,5	10,0	35,1	5,7	38,5
		122	5,1	0,8	22	13	0,5	2,1	1,8	1,5	3,4	6,5	9,9	34,4	5,5	38,1
	Bt2	123	5,3	2,5	25	11	0,2	1,7	1,1	1,3	2,5	4,8	7,3	34,4	4,2	40,4
		124	5,3	2,5	26	11	0,2	1,7	1,1	1,4	2,6	4,2	6,8	38,4	4,3	39,4
P13	Ap	125	5,8	3,4	25	12	0,9	0,2	2,6	1,7	4,4	2,9	7,3	60,4	4,6	4,3
		126	5,8	2,5	24	12	1,1	0,2	2,7	1,8	4,6	2,7	7,3	63,1	4,8	4,2
	A1	127	5,2	1,7	8	12	1,1	1,2	1,7	1,1	2,9	5,6	8,5	33,9	4,1	29,5
		128	5,2	1,7	8	13	0,9	1,1	1,8	1,2	3,1	5,4	8,5	36,3	4,2	26,3
	AB	129	5,3	0,8	17	12	0,8	1,2	2,6	1,4	4,1	5,7	9,8	41,8	5,3	22,7
		130	5,2	0,8	17	12	0,7	1,2	2,4	1,3	3,8	5,0	8,8	43,2	5,0	24,0
	BA	131	5,0	0,8	10	13	0,8	1,5	2,5	1,4	3,8	8,2	12,0	31,7	5,3	28,3
		132	5,0	0,8	9	13	0,7	1,5	2,5	1,6	3,8	8,0	11,8	32,2	5,3	28,3
	Bt1	133	5,0	0,8	17	11	0,5	1,9	2,0	1,7	3,8	5,9	9,7	39,1	5,7	33,4
		134	4,9	0,8	17	12	0,4	2,0	2,0	1,6	3,7	5,9	9,6	38,5	5,7	35,1
	Bt2	135	5,1	0,8	17	11	0,2	1,8	1,4	1,6	3,1	5,4	8,5	36,4	4,9	36,8
		136	5,1	0,8	16	11	0,2	2,1	1,5	1,7	3,3	4,8	8,1	40,7	5,4	39,0

APÊNDICE H – Valores médios de densidade de partícula (Dp), densidade do solo (Ds), porosidade total (P_T), macroporosidade (Mac), microporosidade (Mic) e distribuição dos diâmetros dos poros para cada ponto amostrado.

Hor, ⁽¹⁾	Ori,	Dp ---- Mg m ⁻³ ----	Ds (CRA)	P _T	Mac	Mic	Distribuição do diâmetro dos poros					
							----- mm -----					
							>297	297 a 50	50 a 30	30 a 9	9 a 3	<3
						----- % volume -----						
Perfil 01 - Gleissolo Háplico												
A	H	2,65 a	1,61 a	0,39 a	0,09 a	0,36 a	1,65 a	3,91 a	2,41 a	4,40 a	1,67 a	27,41 b
	I	2,65 a	1,45 a	0,45 a	0,05 a	0,33 a	1,74 a	3,20 a	1,17 b	3,32 a	3,34 a	25,80 b
	V	2,65 a	1,43 a	0,46 a	0,05 a	0,41 a	1,40 a	3,18 a	1,17 b	3,02 a	1,15 a	36,00 a
Bg	H	2,65 a	1,47 b	0,44 b	0,14 a	0,30 ab	2,81 a	7,80 a	1,08 a	4,06 a	1,15 a	24,47 a
	I	2,65 a	1,41 c	0,47 a	0,14 a	0,32 a	3,34 a	6,72 a	1,38 a	3,14 a	1,27 a	26,40 a
	V	2,65 a	1,54 a	0,42 c	0,15 a	0,27 b	3,22 a	9,02 a	1,74 a	2,91 a	1,10 a	21,56 a
Cg	H	2,65 a	1,41 a	0,47 a	0,17 a	0,30 a	4,72 a	7,24 a	1,97 a	2,32 b	1,65 a	24,08 a
	I	2,65 a	1,40 a	0,47 a	0,13 b	0,34 a	4,88 a	6,10 a	2,32 a	3,82 b	2,11 a	25,94 a
	V	2,65 a	1,45 a	0,45 a	0,10 b	0,35 a	4,71 a	8,10 a	3,18 a	5,96 a	0,86 a	25,33 a
Perfil 02 - GLEISSOLO HÁPLICO												
A	H	2,65 a	1,57 a	0,41 a	0,08 a	0,33 a	1,16 a	3,17 a	0,94 a	4,24 a	1,31 a	26,39 a
	I	2,65 a	1,67 a	0,37 a	0,08 a	0,29 a	1,36 a	4,29 a	0,88 a	3,99 a	1,10 a	23,34 a
	V	2,65 a	1,72 a	0,35 a	0,08 a	0,27 a	2,06 a	3,71 a	1,27 a	3,26 a	1,53 a	21,35 a
Bg	H	2,65 a	,	,	,	,	,	,	,	,	,	,
	I	2,65 a	1,58 b	0,41 a	0,13 a	0,28 a	3,06 a	8,44 a	1,65 a	3,21 a	1,35 a	21,60 a
	V	2,65 a	1,69 a	0,36 b	0,09 a	0,28 a	1,47 a	5,80 b	1,85 a	4,62 a	1,86 a	19,47 a
Cg	H	2,65 a	1,54 a	0,42 b	0,13 a	0,30 a	3,15 a	5,33 a	1,10 a	1,29 a	0,88 a	26,19 a
	I	2,65 a	1,41 b	0,47 a	0,17 a	0,30 a	5,21 a	6,34 a	1,92 a	2,11 a	1,63 a	24,60 a
	V	2,65 a	1,51 ab	0,43 ab	0,14 a	0,29 a	5,32 a	6,31 a	1,20 a	2,05 a	0,94 a	24,87 a
Perfil 03 - GLEISSOLO HÁPLICO												
A1	H	2,50 a	1,73 a	0,30 a	0,07 a	0,24 a	2,33 a	5,10 a	2,37 a	3,00 a	1,03 a	19,27 a
	I	2,50 a	1,68 a	0,33 a	0,11 a	0,22 a	2,95 a	5,80 a	1,50 a	2,35 a	1,20 a	19,85 a
	V	2,50 a	1,68 a	0,33 a	0,09 a	0,24 a	4,30 a	5,93 a	1,53 a	4,40 a	1,33 a	18,60 a
A2	H	2,50 a	1,47 a	0,42 a	0,15 a	0,27 a	3,65 a	6,35 a	1,40 a	2,10 a	0,80 a	24,50 a
	I	2,50 a	1,48 a	0,41 a	0,21 a	0,20 a	4,05 a	11,15 a	1,50 a	2,50 a	0,90 a	17,50 a
	V	2,50 a	1,45 a	0,42 a	0,17 a	0,25 a	4,03 a	8,43 a	2,07 a	3,50 a	1,43 a	19,83 a
Cg1	H	2,60 a	1,44 a	0,45 a	0,22 a	0,23 a	5,75 a	8,25 a	1,20 a	2,10 a	0,80 a	20,20 a
	I	2,60 a	1,50 a	0,42 a	0,18 a	0,24 a	4,40 a	6,30 a	1,10 a	0,90 a	1,40 a	22,60 a
	V	2,60 a	1,47 a	0,44 a	0,22 a	0,22 a	10,40 a	8,60 a	1,90 a	3,50 a	1,60 a	17,30 a
Cg2	H	2,60 a	1,51 a	0,42 a	0,18 a	0,24 a	6,15 a	4,80 a	1,20 a	3,25 a	1,10 a	21,10 a
	I	2,60 a	4,49 a	0,43 a	0,16 a	0,27 a	3,95 a	5,20 a	0,75 a	1,10 b	0,90 a	23,30 a
	V	2,60 a	1,44 a	0,44 a	0,20 a	0,25 a	6,70 a	5,80 a	0,90 a	1,57 b	1,17 a	23,13 a
Perfil 04 - ARGISSOLO VERMELHO												
Ap	H	2,60 a	1,41 b	0,47 a	0,12 a	0,35 a	5,24 a	6,21 a	2,77 a	4,51 a	1,87 a	26,01 ab
	I	2,60 a	1,56 ab	0,41 a	0,05 b	0,36 a	1,05 b	2,51 a	1,27 b	4,87 a	1,39 a	28,06 a
	V	2,60 a	1,62 a	0,39 a	0,09 ab	0,30 b	1,32 b	4,06 a	0,74 b	3,80 a	1,17 a	24,03 b
A	H	2,52 a	1,66 ab	0,38 a	0,12 a	0,26 a	2,57 a	5,76 ab	1,58 a	3,32 b	1,47 a	19,37 c
	I	2,52 a	1,76 a	0,34 a	0,06 a	0,28 a	1,81 a	2,69 b	1,10 a	3,24 b	1,56 a	22,34 a
	V	2,52 a	1,64 b	0,38 a	0,10 a	0,28 a	1,96 a	8,36 a	1,52 a	4,65 a	1,59 a	20,09 b

... continuação

BA	H	2,50 a	1,60 a	0,40 a	0,12 a	0,28 b	3,02 a	7,45 a	1,86 a	3,26 a	1,42 a	21,53 a
	I	2,50 a	1,64 a	0,38 a	0,11 a	0,28 b	2,12 a	5,71 a	1,31 a	2,77 a	1,41 a	22,38 a
	V	2,50 a	1,48 a	0,44 a	0,13 a	0,31 a	3,60 a	5,51 a	1,38 a	2,08 a	1,47 a	26,24 a
Bt1	H	2,50 a	1,45 b	0,46 a	0,17 a	0,29 a	5,86 a	6,72 a	1,70 a	1,79 a	1,05 a	24,14 a
	I	2,50 a	1,67 a	0,33 b	0,11 ab	0,22 b	1,40 b	7,00 a	1,10 a	1,20 a	1,00 a	20,90 a
	V	2,50 a	1,75 a	0,30 b	0,07 b	0,24 b	2,07 ab	4,67 a	2,43 a	2,90 a	1,10 a	19,40 a
Bt2	H	2,40 a	1,67 a	0,33 b	0,11 a	0,22 a	4,75 a	6,35 a	1,95 a	3,85 a	1,50 a	18,25 a
	I	2,40 a	1,68 a	0,33 b	0,09 a	0,24 a	4,35 a	5,50 a	1,25 b	4,65 a	1,10 ab	18,85 a
	V	2,40 a	1,47 b	0,41 a	0,17 a	0,25 a	3,43 a	8,20 a	1,37 b	2,13 b	0,80 b	22,47 a
Perfil 07 - ARGISSOLO VERMELHO												
Ap	H	2,60 a	1,68 a	0,35 a	0,12 a	0,23 a	2,03 a	7,47 a	2,20 a	2,63 a	1,67 a	17,77 a
	I	2,60 a	1,58 a	0,39 a	0,13 a	0,27 a	3,20 a	5,07 a	1,03 a	1,80 a	1,03 a	23,37 a
	V	2,60 a	1,68 a	0,35 a	0,13 a	0,23 a	2,25 a	7,60 a	1,67 a	2,93 a	1,37 a	18,20 a
A1	H	2,60 a	1,57 b	0,40 b	0,20 b	0,20 b	3,30 ab	9,23 b	1,33 a	2,80 a	1,33 a	16,63 b
	I	2,60 a	1,51 c	0,42 a	0,22 a	0,20 b	3,75 a	12,47 a	1,00 a	1,93 b	1,16 a	17,50 b
	V	2,60 a	1,69 a	0,35 c	0,13 c	0,22 a	1,30 b	6,70 b	1,10 a	1,93 b	1,00 a	19,57 a
AB	H	2,60 a	1,48 a	0,43 a	0,23 a	0,20 b	4,53 a	11,17 a	1,07 a	1,90 a	1,87 a	18,07 a
	I	2,60 a	1,43 a	0,45 a	0,23 a	0,22 ab	3,75 a	11,40 a	0,90 a	2,60 a	1,00 a	20,57 a
	V	2,60 a	1,44 a	0,44 a	0,20 a	0,24 a	4,20 a	9,30 a	1,30 a	2,20 a	1,30 a	21,23 a
BA	H	2,60 a	1,54 a	0,41 a	0,11 a	0,31 a	2,90 a	3,60 a	1,05 a	2,15 a	1,60 a	26,30 b
	I	2,60 a	1,48 a	0,43 a	0,12 a	0,32 a	3,17 a	3,93 a	1,00 a	1,60 a	1,07 a	29,53 a
	V	2,60 a	1,48 a	0,43 a	0,11 a	0,32 a	3,83 a	3,57 a	0,80 a	2,90 a	1,70 a	28,63 a
Bt1	H	2,60 a	1,56 a	0,40 a	0,16 a	0,38 a	1,67 a	2,33 a	0,83 a	2,10 a	1,20 a	34,70 a
	I	2,60 a	1,42 a	0,45 a	0,13 a	0,33 a	16,60 a	2,20 a	1,00 a	2,03 a	1,27 a	30,40 a
	V	2,60 a	1,36 a	0,48 a	0,11 a	0,37 a	2,83 a	2,57 a	1,07 a	1,23 a	0,83 a	35,87 a
Bt2	H	2,60 a	1,52 a	0,42 b	0,06 a	0,37 a	1,43 ab	1,87 a	1,10 a	1,80 a	0,97 a	33,47 a
	I	2,60 a	1,46 b	0,44 a	0,07 a	0,37 a	2,07 a	2,83 a	1,23 a	1,80 a	2,03 a	35,03 a
	V	2,60 a	1,51 ab	0,42 b	0,05 a	0,37 a	1,13 b	1,47 a	1,07 a	1,17 a	1,20 a	35,60 a
Perfil 08 - ARGISSOLO VERMELHO												
Ap	H	2,50 a	1,62 a	0,35 a	0,13 a	0,22 a	2,90 a	5,20 a	1,67 a	2,77 a	1,87 a	17,53 a
	I	2,50 a	1,66 a	0,33 a	0,09 a	0,24 a	0,90 a	5,35 a	1,53 a	3,30 a	2,30 a	19,13 a
	V	2,50 a	1,56 a	0,36 a	0,09 a	0,27 a	3,83 a	4,87 a	1,77 a	2,47 a	1,57 a	27,83 a
A1	H	2,50 a	1,50 a	0,40 b	0,17 a	0,23 a	1,85 b	10,37 a	1,77 a	2,55 a	1,45 a	20,23 a
	I	2,50 a	1,46 a	0,42 ab	0,21 a	0,21 a	2,57 b	12,23 a	1,93 a	3,07 a	0,90 a	17,07 a
	V	2,50 a	1,41 a	0,44 a	0,22 a	0,22 a	6,05 a	12,60 a	3,00 a	2,80 a	1,40 a	16,75 a
A2	H	2,60 a	1,44 a	0,45 a	0,17 a	0,27 a	2,27 a	5,97 a	1,23 a	1,93 a	1,40 a	24,27 a
	I	2,60 a	1,44 a	0,45 a	0,17 a	0,29 a	2,60 a	6,30 a	1,10 a	3,30 a	1,35 a	19,50 a
	V	2,60 a	1,42 a	0,46 a	0,16 a	0,29 a	6,77 a	5,45 a	1,33 a	2,70 a	1,53 a	25,17 a
AB	H	2,60 a	1,47 a	0,44 a	0,20 a	0,24 c	3,40 a	7,97 a	1,60 a	2,73 a	1,43 a	26,90 a
	I	2,60 a	1,41 a	0,46 a	0,05 b	0,41 a	1,83 a	3,15 a	2,83 a	2,07 a	1,57 a	35,87 a
	V	2,60 a	1,46 a	0,44 a	0,09 b	0,35 b	2,03 a	1,57 a	1,07 a	1,70 a	1,13 a	33,30 a
BA	H	2,50 a	1,42 a	0,43 a	0,07 a	0,37 a	2,83 a	2,83 a	1,20 a	1,87 a	1,03 a	35,33 a
	I	2,50 a	1,40 a	0,44 a	0,08 a	0,36 a	2,57 a	2,07 a	1,13 a	1,00 a	1,00 a	35,57 a
	V	2,50 a	1,40 a	0,44 a	0,08 a	0,36 a	3,23 a	3,07 a	1,20 a	0,83 a	1,03 a	35,17 a
Bt1	H	2,60 a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	I	2,60 a	1,46 a	0,44 a	0,06 a	0,38 a	1,40 a	2,70 a	3,48 a	1,57 a	1,14 a	35,55 a
	V	2,60 a	1,28 a	0,51 a	0,19 a	0,32 a	2,30 a	7,10 a	2,03 a	1,83 a	1,27 a	29,00 a
Bt2	H	2,50 a	1,46 a	0,42 a	0,07 a	0,35 a	2,87 a	2,60 a	1,07 a	1,83 a	1,20 a	32,50 a
	I	2,50 a	1,46 a	0,42 a	0,08 a	0,34 a	3,90 a	1,40 a	0,80 a	0,60 a	0,90 a	33,80 a
	V	2,50 a	1,42 a	0,43 a	0,11 a	0,33 a	2,44 a	3,47 a	1,43 a	0,63 a	0,67 a	31,90 a

Perfil 09 - ARGISSOLO VERMELHO												
Ap	H	2,60 a	1,67 b	0,36 a	0,18 a	0,17 a	.	.	.	.	.
	I	2,60 a	1,78 a	0,31 b	0,09 b	0,22 a	.	.	.	.	.
	V	2,60 a	1,80 a	0,30 b	0,08 b	0,23 a	.	.	.	.	.
A1	H	2,60 a	1,54 a	0,41 a	0,12 a	0,29 a	.	.	.	.	.
	I	2,60 a	1,46 a	0,44 a	0,21 a	0,24 a	9,10 a	8,70 a	2,40 a	4,20 a	1,20 a	16,50 a
	V	2,60 a	1,56 a	0,40 a	0,14 a	0,26 a	5,20 a	6,17 a	2,07 a	3,27 a	1,63 a	21,03 a
A2	H	2,59 a	1,52 a	0,41 a	0,13 a	0,28 a	2,17 a	4,93 a	1,97 a	2,17 a	2,00 a	24,13 a
	I	2,59 a	1,57 a	0,38 a	0,09 a	0,29 a	.	.	.	.	.	.
	V	2,59 a	1,49 a	0,42 a	0,15 a	0,28 a	2,80 a	5,77 a	1,83 a	2,13 a	1,90 a	23,87 a
AB	H	2,60 a	1,35 b	0,48 a	0,13 a	0,35 a	3,63 a	5,10 a	1,23 a	2,03 a	1,73 a	31,50 a
	I	2,60 a	1,45 a	0,44 b	0,09 a	0,35 a	2,40 a	2,67 a	1,07 a	2,20 a	1,10 a	33,67 a
	V	2,60 a	1,45 a	0,44 b	0,10 a	0,35 a	2,40 a	3,47 a	1,43 a	1,80 a	1,23 a	32,30 a
BA	H	2,60 a	1,37 a	0,47 a	0,11 a	0,36 a	3,07 a	2,63 a	0,97 a	0,77 a	0,80 a	35,78 a
	I	2,60 a	1,41 a	0,46 a	0,11 a	0,35 a	2,60 a	2,07 a	0,83 a	0,80 a	0,80 a	34,63 a
	V	2,60 a	1,35 a	0,48 a	0,11 a	0,36 a	1,93 a	2,87 a	1,00 a	1,50 a	0,97 a	45,70 a
Bt1	H	2,60 a	1,46 a	0,44 a	0,11 a	0,33 b	4,00 a	2,30 a	0,90 a	0,70 a	1,00 a	32,30 a
	I	2,60 a	1,48 a	0,43 a	0,09 ab	0,34 b	3,20 a	2,25 a	1,00 a	1,10 a	0,77 a	33,75 a
	V	2,60 a	1,51 a	0,42 a	0,05 b	0,37 a	3,00 a	1,37 a	0,73 a	0,47 a	0,70 a	37,27 a
Bt2	H	2,47 a	1,39 a	0,44 a	0,09 a	0,34 a	2,80 a	4,33 a	1,87 a	1,10 a	1,33 a	32,30 a
	I	2,47 a	1,49 a	0,40 a	0,04 a	0,36 a	2,57 a	1,93 a	0,90 b	0,70 a	0,67 a	35,57 a
	V	2,47 a	1,42 a	0,43 a	0,12 a	0,32 a	2,25 a	6,35 a	1,40 ab	1,70 a	1,20 a	32,20 a
Perfil 10 - ARGISSOLO VERMELHO												
Ap	H	2,60 a	1,65 a	0,37 a	0,16 a	0,21 b	1,23 a	6,47 a	1,13 a	2,10 a	1,07 a	18,63 b
	I	2,60 a	1,73 a	0,34 a	0,10 a	0,24 a	0,93 a	3,63 a	2,33 a	1,90 a	0,67 a	21,87 a
	V	2,60 a	1,65 a	0,37 a	0,16 a	0,21 b	2,43 a	6,90 a	0,83 a	1,67 a	1,07 a	19,33 b
A1	H	2,60 a	1,52 a	0,42 a	0,18 a	0,24 a	1,20 a	8,10 a	2,23 a	2,90 a	2,03 a	18,53 a
	I	2,60 a	1,44 a	0,45 a	0,21 a	0,23 a	2,60 a	9,47 a	1,60 a	2,30 a	1,57 a	19,97 a
	V	2,60 a	1,46 a	0,44 a	0,21 a	0,23 a	2,97 a	9,33 a	1,80 a	2,23 a	1,30 a	19,53 a
A2	H	2,60 a	1,28 a	0,51 a	0,24 a	0,26 b	2,80 a	9,47 a	7,63 a	6,13 a	1,63 a	21,73 b
	I	2,60 a	1,31 a	0,48 a	0,19 a	0,29 a	2,50 a	7,33 a	1,13 a	1,87 a	1,20 a	26,37 a
	V	2,60 a	1,23 a	0,53 a	0,25 a	0,27 ab	3,23 a	9,77 a	2,07 a	1,87 a	1,23 a	23,73 ab
AB	H	2,60 a	1,46 a	0,44 a	0,11 a	0,34 a	3,05 a	2,40 a	1,35 a	1,60 a	2,40 a	31,00 b
	I	2,60 a	1,42 a	0,46 a	0,11 a	0,34 a	3,10 a	2,77 a	0,90 a	1,47 a	0,87 a	33,83 a
	V	2,60 a	1,44 a	0,45 a	0,10 a	0,35 a	2,50 a	2,63 a	1,03 a	0,90 a	0,67 a	33,60 a
BA	H	2,50 a	1,39 a	0,45 a	0,08 a	0,36 a	3,83 a	2,37 b	0,90 a	1,13 a	0,57 b	35,83 a
	I	2,50 a	1,39 a	0,44 a	0,08 a	0,36 a	2,70 a	4,27 a	1,33 a	1,20 a	0,83 a	34,87 a
	V	2,50 a	1,37 a	0,45 a	0,08 a	0,37 a	3,70 a	2,90 ab	1,23 a	0,63 a	0,90 a	36,17 a
Bt1	H	2,60 a	1,46 a	0,44 a	0,10 a	0,34 a	2,97 a	2,20 a	1,10 a	1,25 a	2,03 a	32,57 a
	I	2,60 a	1,45 a	0,44 a	0,11 a	0,33 a	1,87 a	2,18 a	0,93 a	1,00 ab	0,80 a	32,33 a
	V	2,60 a	1,51 a	0,42 a	0,08 a	0,34 a	2,80 a	2,20 a	1,13 a	0,37 b	1,47 a	33,40 a

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações.

Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

... continuação

	H	2,60 a	1,34 a	0,48 a	0,18 a	0,31 a	4,93 a	6,00 a	1,93 a	1,77 a	1,00 a	27,78 a
Bt2	I	2,60 a	1,46 a	0,44 a	0,10 b	0,34 a	2,27 b	2,00 b	1,17 b	0,20 b	0,93 a	33,83 a
	V	2,60 a	1,44 a	0,44 a	0,10 b	0,34 a	2,40 b	2,67 b	0,97 b	1,00 a	0,70 a	33,57 a
Perfil 11 - ARGISSOLO VERMELHO												
	H	2,60 a	1,52 a	0,41 a	0,13 b	0,29 a	2,50 a	5,20 b	1,13 a	1,80 a	1,90 a	25,63 a
Ap	I	2,60 a	1,71 a	0,34 a	0,11 b	0,24 a	1,20 a	3,60 b	1,17 a	1,83 a	1,10 a	21,63 a
	V	2,60 a	1,64 a	0,37 a	0,27 a	0,16 a	2,13 a	10,87 a	1,33 a	2,00 a	1,47 a	15,03 a
	H	2,60 a	1,62 a	0,38 a	0,14 a	0,24 a	1,47 a	4,67 a	1,27 a	1,77 a	1,40 a	21,57 a
A1	I	2,60 a	1,55 a	0,40 a	0,17 a	0,23 a	3,10 a	5,37 a	1,27 a	2,03 a	1,00 a	21,07 a
	V	2,60 a	1,62 a	0,37 a	0,13 a	0,24 a	1,33 a	4,20 a	1,10 a	0,80 a	1,13 a	23,23 a
	H	2,60 a	1,51 a	0,42 a	0,14 b	0,28 a	2,73 a	5,63 a	1,37 a	2,60 a	1,93 a	24,23 a
A2	I	2,60 a	1,45 a	0,44 a	0,17 ab	0,27 ab	2,15 a	5,90 a	1,35 a	1,85 a	1,15 a	25,20 a
	V	2,60 a	1,42 a	0,45 a	0,20 a	0,25 b	1,87 a	8,17 a	1,33 a	1,53 a	1,23 a	23,43 a
	H	2,50 a	1,42 a	0,43 a	0,12 a	0,31 a	4,03 a	4,03 a	1,40 a	2,13 a	2,30 a	28,53 a
AB	I	2,50 a	1,44 a	0,42 a	0,12 a	0,30 ab	1,67 b	4,27 a	1,07 ab	1,10 a	0,73 a	29,80 a
	V	2,50 a	1,40 a	0,44 a	0,15 a	0,29 b	1,30 b	5,93 a	0,97 b	1,30 a	7,50 a	21,70 a
	H	2,58 a	1,46 a	0,44 a	0,07 a	0,36 a	2,30 b	3,20 a	1,30 a	2,10 a	1,60 a	33,20 b
BA	I	2,58 a	1,43 a	0,45 a	0,09 a	0,35 ab	3,97 a	2,27 a	0,83 a	1,33 a	0,75 b	34,50 a
	V	2,58 a	1,47 a	0,43 a	0,10 a	0,33 b	2,00 b	2,87 a	1,17 a	1,13 a	0,63 b	32,17 b
	H	2,46 a	1,40 a	0,43 a	0,11 a	0,33 a	2,60 a	5,45 a	1,50 a	1,70 a	0,75 a	30,95 a
Bt1	I	2,46 a	1,40 a	0,43 a	0,07 a	0,36 a	3,10 a	2,63 a	0,97 a	1,00 ab	0,77 a	34,93 a
	V	2,46 a	1,41 a	0,43 a	0,07 a	0,36 a	3,23 a	2,17 a	0,87 a	0,37 b	0,83 a	35,37 a
	H	2,53 a	1,42 ab	0,43 ab	0,09 a	0,34 a	3,43 a	2,07 b	1,07 a	0,73 a	0,47 a	34,17 a
Bt2	I	2,53 a	1,39 b	0,44 a	0,09 a	0,35 a	2,77 a	3,47 a	1,50 a	0,90 a	1,23 a	33,37 a
	V	2,53 a	1,49 a	0,41 b	0,07 a	0,35 a	2,63 a	2,40 b	1,23 a	1,53 a	0,87 a	32,93 a
Perfil 12 - ARGISSOLO VERMELHO												
	H	2,50 a	1,58 a	0,37 a	0,15 a	0,21 a	1,93 a	12,07 a	1,93 a	2,03 a	2,83 a	16,20 a
Ap	I	2,50 a	1,61 a	0,35 a	0,15 a	0,21 a	2,07 a	11,83 a	2,17 a	2,33 a	1,93 a	16,40 a
	V	2,50 a	1,58 a	0,37 a	0,15 a	0,22 a	1,87 a	12,33 a	1,73 a	2,90 a	2,80 a	17,50 a
	H	2,50 a	1,62 a	0,35 b	0,10 b	0,25 a	1,17 a	5,07 a	1,80 b	1,83 a	1,03 a	22,53 a
A1	I	2,50 a	1,53 b	0,39 a	0,15 a	0,24 ab	1,25 a	7,30 a	2,35 a	1,95 a	1,35 a	20,65 ab
	V	2,50 a	1,55 b	0,38 a	0,15 a	0,23 b	2,33 a	6,67 a	1,73 b	2,53 a	1,50 a	19,20 b
	H	2,50 a	1,46 a	0,42 a	0,14 ab	0,28 a	4,83 a	7,73 a	1,90 a	3,20 a	1,83 a	22,73 a
A2	I	2,50 a	1,37 a	0,45 a	0,18 a	0,27 a	4,03 a	6,97 a	1,87 a	1,50 a	3,23 a	24,23 a
	V	2,50 a	1,47 a	0,41 a	0,13 b	0,29 a	2,23 a	5,63 a	1,60 a	1,57 a	1,70 a	25,53 a
	H	2,51 a	1,38 a	0,45 a	0,14 a	0,31 a	4,57 a	4,27 a	1,37 ab	1,83 a	1,67 a	27,97 a
AB	I	2,51 a	1,43 a	0,44 a	0,11 a	0,32 a	3,80 a	3,30 a	1,05 b	0,50 a	1,85 a	30,65 a
	V	2,51 a	1,34 a	0,46, a	0,13 a	0,34 a	3,50 a	5,65 a	1,75 a	1,95 a	1,65 a	30,00 a
	H	2,46 a	1,26 a	0,49 a	0,14 a	0,35 a	5,90 a	4,90 a	1,40 a	1,80 a	1,30 b	32,60 a
BA	I	2,46 a	1,42 a	0,42 a	0,03 a	0,39 a	1,00 b	3,35 a	1,25 a	2,35 a	1,40 b	32,20 a
	V	2,46 a	1,26 a	0,49 a	0,15 a	0,34 a	2,25 b	9,10 a	1,85 a	2,70 a	1,75 a	30,15 a
	H	2,58 a	1,42 a	0,45 a	0,09 a	0,36 a	2,43 a	2,33 a	0,90 b	1,07 a	0,90 a	35,57 a
Bt1	I	2,58 a	1,45 a	0,44 a	0,08 a	0,36 a	2,17 ab	3,73 a	1,30 ab	1,60 a	0,67 a	34,37 a
	V	2,58 a	1,46 a	0,44 a	0,08 a	0,36 a	0,85 b	3,25 a	1,50 a	2,30 a	0,55 a	33,85 a

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações.

Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

... continuação

	H	2,57 a	1,44 a	0,44 a	0,09 a	0,34 a	3,67 a	5,73 a	1,20 a	1,30 a	0,87 a	32,27 a
Bt2	I	2,57 a	1,39 a	0,46 a	0,10 a	0,36 a	3,75 a	5,40 a	2,05 a	2,55 a	1,10 a	32,65 a
	V	2,57 a	1,43 a	0,45 a	0,08 a	0,36 a	2,50 a	5,07 a	1,77 a	1,97 a	1,17 a	33,37 a
Perfil 13 - ARGISSOLO VERMELHO												
	H	2,57 a	1,67 a	0,35 a	0,13 a	0,23 ab	2,37 a	4,80 a	1,37 a	2,07 a	1,13 b	19,87 ab
Ap	I	2,57 a	1,65 a	0,36 a	0,15 a	0,21 b	1,40 a	6,87 a	1,23 a	1,73 a	2,37 a	17,63 b
	V	2,57 a	1,70 a	0,34 a	0,11 a	0,23 a	1,20 a	5,30 a	1,13 a	1,33 a	1,57 ab	20,90 a
	H	2,60 a	1,46 a	0,44 a	0,18 a	0,25 a	3,50 a	6,73 a	2,10 a	2,80 a	1,77 a	20,60 a
A1	I	2,60 a	1,48 a	0,43 a	0,16 a	0,27 a	2,40 a	7,97 a	1,50 a	2,63 a	1,10 a	25,27 a
	V	2,60 a	1,50 a	0,42 a	0,16 a	0,26 a	1,90 a	6,03 a	1,93 a	2,73 a	2,00 a	21,27 a
	H	2,61 a	1,47 a	0,44 a	0,12 a	0,32 a	2,23 a	4,27 a	1,37 a	1,83 a	1,73 a	28,80 a
AB	I	2,61 a	1,45 a	0,45 a	0,14 a	0,30 a	2,40 a	5,43 a	1,47 a	2,30 a	1,97 a	26,70 a
	V	2,61 a	1,43 a	0,45 a	0,14 a	0,32 a	2,17 a	5,63 a	1,73 a	2,60 a	2,47 a	26,87 a
	H	2,60 a	1,42 ab	0,45 a	0,09 a	0,37 a	4,73 a	2,60 b	1,27 a	2,90 a	1,40 a	32,87 a
BA	I	2,60 a	1,45 a	0,45 a	0,09 a	0,35 a	2,63 b	4,40 ab	1,53 a	1,97 a	1,63 a	32,53 ab
	V	2,60 a	1,39 b	0,47 a	0,11 a	0,35 a	3,60 ab	5,95 a	1,75 a	2,55 a	2,30 a	28,70 b
	H	2,55 a	1,43 a	0,44 a	0,09 a	0,36 a	1,50 a	4,83 a	1,37 a	1,77 a	1,10 a	33,47 a
Bt1	I	2,55 a	1,35 a	0,47 a	0,11 a	0,36 a	3,00 a	3,70 a	1,45 a	0,40 a	2,35 a	33,85 a
	V	2,55 a	1,40 a	0,45 a	0,10 a	0,35 a	3,07 a	3,57 a	1,30 a	1,63 a	0,73 a	33,03 a
	H	2,52 a	1,44 a	0,43 a	0,08 ab	0,35 ab	2,23 a	3,40 a	1,40 a	1,00 ab	1,13 a	33,73 b
Bt2	I	2,52 a	1,50 a	0,41 a	0,04 b	0,37 a	1,87 a	1,57 a	1,03 a	1,60 a	0,97 a	35,43 a
	V	2,52 a	1,41 a	0,44 a	0,11 a	0,32 b	3,05 a	3,25 a	1,35 a	0,20 b	0,65 a	32,45 c

⁽¹⁾ Hor = horizonte; Ori. – orientação.

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

APÊNDICE I – Valores médios de condutividade hidráulica do solo saturada e densidade do solo nas diferentes orientações de amostragem nos horizontes dos perfis estudados.

Perfil do solo	Horizontes	Orientação de amostragem	$K_s^{(1)}$	Log K_s	Ds - fluxo	
			----- mm h ⁻¹ -----	-----	Mg m ⁻³	
2	A1	H	24,41 a	2,10 a	1,58 b	
		I	21,64 a	2,05 a	1,71 a	
		V	8,74 a	2,20 a	1,68 a	
	A2	H	.	.	.	
		I	20,39 a	3,06 a	1,56 b	
		V	9,39 a	2,28 a	1,75 a	
	Bg	H	6,34 a	2,0 a	1,54 a	
		I	5,10 a	1,81 a	1,53 a	
		V	6,39 a	2,0 a	1,57 a	
3	A1	H	56,04 a	4,03 a	1,63 a	
		I	86,02 a	4,44 a	1,60 a	
		V	65,72 a	3,71 a	1,63 a	
	A2	H	76,19 a	4,02 a	1,51 a	
		I	85,25 a	4,46 a	1,42 a	
		V	191,45 a	5,25 a	1,44 a	
	Cg1	H	39,52 b	3,68 b	1,50 a	
		I	89,23 ab	4,48 ab	1,47 a	
		V	188,90 a	5,14 a	1,47 a	
	Cg2	H	90,7 a	4,51 a	1,45 a	
		I	302,7 a	5,07 a	1,45 a	
		V	107,6 a	4,18 a	1,51 a	
	12	Ap	H	7,94 ab	2,07 ab	1,74 a
			I	5,49 b	1,83 b	1,75 a
			V	14,69 a	2,73 a	1,73 a
A1		H	207,4 a	4,87 a	1,45 a	
		I	71,6 a	4,23 a	1,51 a	
		V	12,1 a	2,42 b	1,51 a	
A2		H	307,92 a	5,67 a	1,32 b	
		I	60,72 b	4,01 b	1,41 ab	
		V	37,35 b	3,37 b	1,49 a	
AB	H	65,45 a	3,31 a	1,46 a		
	I	6,75 a	1,41 a	1,47 a		
	V	3,60 a	0,90 a	1,52 a		
BA	H	2,18 a	1,12 a	1,45 a		
	I	0,53 b	0,33 b	1,46 a		
	V	0,10 b	0,09 b	1,51 a		
Bt1	H	1,58 a	0,42 a	1,45 a		
	I	1,30 a	0,25 a	1,46 a		
	V	1,37 a	0,30 a	1,50 a		
Bt2	H	5,71 a	1,67 a	1,43 a		
	I	2,60 a	1,19 a	1,39 a		
	V	1,32 a	0,73 a	1,47 a		

⁽¹⁾ K_s = condutividade hidráulica do solo saturada; Ds = densidade do solo.

Letras minúsculas, na linha, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações. Valores seguidos de mesma letra minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

APÊNDICE J – Valores médios de condutividade hidráulica do solo saturada e densidade do solo nos diferentes horizontes em função da orientação de amostragem nos perfis estudados.

Perfil do solo	Orientação de amostragem	Horizontes	K _s	Log K _s	Ds - fluxo
			----- mm h ⁻¹ -----		Mg m ⁻³
1	Horizontal	A1	62,91 a	4,01 a	1,33 a
		A2	.	.	.
		Bg	69,55 a	3,74 a	1,43 a
	Inclinado	A1	33,3 a	3,18 a	1,60 a
		A2	318,2 a	5,18 a	1,45 b
		Bg	81,8 a	4,37 a	1,43 b
	Vertical	A1	47,57 b	3,45 b	1,51 a
		A2	124,01 ab	4,58 ab	1,54 a
		Bg	210,45 a	5,34 a	1,38 b
2	Horizontal	A1	24,41 a	2,10 a	1,58 a
		A2	.	.	.
		Bg	6,34 a	2,00 a	1,54 a
	Inclinado	A1	21,64 a	2,05 a	1,71 a
		A2	20,39 a	3,06 a	1,56 a
		Bg	5,10 a	1,81 a	1,53 a
	Vertical	A1	8,74 a	2,20 a	1,68 b
		A2	9,39 a	2,28 a	1,75 a
		Bg	6,39 a	2,00 a	1,57 c
3	Horizontal	A1	56,04 a	4,03 a	1,63 a
		A2	76,19 a	4,02 a	1,51 b
		Cg1	39,52 a	3,68 a	1,50 b
		Cg2	90,66 a	4,51 a	1,45 b
	Inclinado	A1	86 a	4,44 a	1,60 a
		A2	85,3 a	4,46 a	1,42 b
		Cg1	89,2 a	4,48 a	1,47 b
		Cg2	302,7 a	5,07 a	1,45 b
	Vertical	A1	65,72 a	3,71 a	1,63 a
A2		191,45 a	5,25 a	1,44 b	
Cg1		188,90 a	5,14 a	1,47 b	
Cg2		107,59 a	4,18 a	1,51 b	
4	Horizontal	Ap	110,42 a	4,62 a	1,43 d
		A	5,25 b	1,53 b	1,68 ab
		BA	14,73 ab	2,76 ab	1,75 a
		Bt1	6,39 b	2,0 b	1,54 cd
		Bt2	45,53 ab	3,72 ab	1,59 bc

...continuação

4	Inclinado	Ap	156,77 a	3,71 a	1,45 b
		A	7,12 a	2,02 a	1,69 a
		BA	6,53 a	2,02 a	1,69 a
		Bt1	66,53 a	4,21 a	1,57 ab
		Bt2	112,97 a	4,34 a	1,60 ab
	Vertical	Ap	44,71 ab	3,41 ab	1,63 a
		A	20,39 ab	3,06 ab	1,64 a
		BA	5,82 b	1,92 b	1,55 a
		Bt1	75,60 a	4,26 a	1,65 a
		Bt2	46,12 ab	3,76 ab	1,46 a
7	Horizontal	Ap	63,91 a	3,99 a	1,62 a
		A1	39,38 a	3,59 a	1,56 ab
		AB	77,26 a	4,36 a	1,44 bc
		BA	2,73 b	1,31 b	1,51 b
		Bt1	4,31 b	0,99 b	1,36 c
	Inclinado	Bt2	2,09 b	1,13 b	1,45 bc
		Ap	30,52 a	3,44 a	1,64 a
		A1	110,05 a	4,58 a	1,51 b
		AB	68,45 a	4,22 a	1,49 b
		BA	32,05 ab	2,86 ab	1,36 c
Vertical	Bt1	2,13 b	1,14 b	1,36 c	
	Bt2	4,43 b	1,25 b	1,41 c	
	Ap	44,7 a	3,62 a	1,65 a	
	A1	96 a	4,54 a	1,47 b	
	AB	171,7 a	5,07 a	1,44 bc	
8	Horizontal	BA	66,4 a	3,30 a	1,48 b
		Bt1	264,2 a	5,28 a	1,34 c
		Bt2	1,9 b	0,99 b	1,38 bc
		Ap	163,94 a	3,91 a	1,61 a
		A1	11,21 a	2,50 a	1,53 ab
	Inclinado	A2	0,86 b	0,56 b	1,59 a
		AB	0,80 b	0,44 b	1,44 bc
		BA	0,20 b	0,17 b	1,42 bc
		Bt1	0,81 b	0,51 b	1,36 c
		Bt2	0,06 b	0,06 b	1,42 bc
Inclinado	Ap	6,6 ab	2,03 ab	1,67 a	
	A1	194,1 a	3,32 a	1,54 b	
	A2	10,5 ab	2,3 ab	1,51 b	
	AB	3,1 ab	0,97 ab	1,48 bc	
	BA	0,9 b	0,50 b	1,47 bc	
	Bt1	3,4 b	0,84 b	1,40 c	
	Bt2	0,2 b	0,20 b	1,48 bc	

... continuação

8	Vertical	Ap	77,97 a	3,17 a	1,58 a
		A1	3,30 ab	1,46 ab	1,60 a
		A2	9,96 ab	2,20 ab	1,49 b
		AB	14,59 a	2,75 a	1,43 b
		BA	25,50 ab	1,51 ab	1,47 b
		Bt1	0,43 b	0,33 b	1,41 b
		Bt2	1,38 ab	0,80 ab	1,48 b
	Horizontal	Ap	32,56 a	3,43 a	1,54 a
		A1	15,37 ab	2,44 ab	1,64 a
		A2	4,18 bc	1,48 bc	1,54 a
		AB	0,56 c	0,44 c	1,55 a
		BA	0,15 c	0,14 c	1,44 b
		Bt1	0,61 c	0,37 c	1,43 b
		Bt2	2,19 c	0,73 c	1,43 b
9	Inclinado	Ap	57,20 a	4,00 a	1,42 b
		A1	2,31 ab	1,18 ab	1,66 a
		A2	86,89 a	4,03 a	1,35 b
		AB	6,33 ab	1,62 ab	1,43 b
		BA	4,19 ab	1,26 ab	1,44 b
		Bt1	93,74 ab	1,92 ab	1,34 b
		Bt2	1,70 b	0,66 b	1,38 b
	Vertical	Ap	80,01 a	4,37 a	1,38 b
		A1	0,74 b	0,55 b	1,71 a
		A2	24,22 ab	3,10 ab	1,38 b
		AB	10,78 ab	1,98 ab	1,45 b
		BA	151,06 ab	2,89 ab	1,45 b
		Bt1	0,51 b	0,38 b	1,37 b
		Bt2	4,12 b	0,97 b	1,39 b
10	Horizontal	Ap	3,75 ab	1,48 ab	1,77 a
		A1	12,23 ab	2,58 ab	1,49 b
		A2	3,71 ab	1,50 ab	1,50 b
		AB	0,27 b	0,22 b	1,53 b
		BA	0,05 b	0,05 b	1,43 b
		Bt1	111,97 a	3,18 a	1,50 b
		Bt2	1,96 ab	0,71 ab	1,45 b
	Inclinado	Ap	7,33 abc	1,73 abc	1,67 a
		A1	15,67 ab	2,48 ab	1,42 b
		A2	19,06 ab	2,50 ab	1,38 b
		AB	29,29 a	3,16 a	1,30 b
		BA	2,50 bca	0,86 bc	1,38 b
		Bt1	0,23 c	0,20 c	1,46 b
		Bt2	0,90 bc	0,55 bc	1,44 b

... continuação

10	Vertical	Ap	5,28 ab	1,81 ab	1,58 a
		A1	89,17 a	3,67 a	1,33 c
		A2	21,27 ab	2,97 ab	1,41 bc
		AB	17,93 ab	1,58 ab	1,36 bc
		BA	3,48 b	1,25 b	1,40 bc
		Bt1	2,52 b	0,90 b	1,47 b
		Bt2	1,18 b	0,75 b	1,40 bc
	Horizontal	Ap	73,98 a	3,91 a	1,60 a
		A1	6,91 b	1,86 b	1,57 ab
		A2	4,53 bc	1,30 bc	1,48 bc
		AB	2,95 bc	1,36 bc	1,47 bc
		BA	6,39 b	2,00 b	1,35 d
		Bt1	2,50 bc	1,13 bc	1,47 bc
		Bt2	0,54 c	0,40 c	1,42 cd
11	Inclinado	Ap	9,97 ab	2,41 ab	1,69 a
		A1	4,57 bc	1,30 bc	1,20 a
		A2	7,81 abc	1,98 abc	1,43 a
		AB	47,24 a	3,31 a	1,48 a
		BA	1,68 bc	0,90 bc	1,39 a
		Bt1	1,49 bc	0,81 bc	1,41 a
		Bt2	1,33 c	0,75 c	1,40 a
	Vertical	Ap	353,60 a	5,24 a	1,51 a
		A1	16,30 b	2,30 b	1,58 a
		A2	13,50 b	1,51 b	1,52 a
		AB	4,50 b	1,44 b	1,49 a
		BA	0,00 b	0,04 b	1,47 a
		Bt1	0,10 b	0,08 b	1,45 a
		Bt2	0,10 b	0,08 b	1,45 a
12	Horizontal	Ap	7,94 cd	2,07 cd	1,74 a
		A1	207,40 ab	4,87 ab	1,45 b
		A2	307,92 a	5,67 a	1,32 c
		AB	65,45 bc	3,31 bc	1,46 b
		BA	2,18 d	1,12 d	1,45 b
		Bt1	0,58 d	0,42 d	1,45 b
		Bt2	5,71 cd	1,67 cd	1,43 b
	Inclinado	Ap	5,49 b	1,83 b	1,75 a
		A1	71,59 a	4,23 a	1,51 b
		A2	60,72 a	4,01 a	1,41 c
		AB	6,75 bc	1,41 bc	1,47 bc
		BA	0,53 c	0,33 c	1,46 bc
		Bt1	0,30 c	0,25 c	1,46 bc
		Bt2	2,60 bc	1,19 bc	1,39 c

... continuação

12	Vertical	Ap	14,69 a	2,73 a	1,73 a
		A1	12,06 a	2,42 a	1,51 b
		A2	37,35 a	3,37 a	1,49 b
		AB	3,60 b	0,89 b	1,52 b
		BA	0,10 b	0,09 b	1,51 b
		Bt1	0,37 b	0,30 b	1,50 b
		Bt2	1,32 b	0,73 b	1,47 b
	Horizontal	Ap	3,12 b	1,36 b	1,68 a
		A1	40,31 a	3,54 a	1,48 b
		AB	85,80 a	4,46 a	1,47 b
		BA	3,77 b	1,31 b	1,41 b
		Bt1	8,24 b	1,72 b	1,44 b
		Bt2	11,16 b	1,81 b	1,49 b
		13	Inclinado	Ap	131,33 a	4,34 a	1,57 a
A1	22,32 ab			2,91 ab	1,56 a
AB	3,19 bc			1,32 bc	1,55 a
BA	0,55 c			0,42 c	1,48 a
Bt1	0,08 c			0,08 c	1,48 a
Bt2	2,43 c			0,77 c	1,45 a
	Vertical			Ap	21,92 ab	2,76 ab	1,61 a
		A1	125,53 a	4,16 a	1,48 b
		AB	1,77 bc	1,02 bc	1,55 ab
		BA	0,21 c	0,18 c	1,53 ab
		Bt1	0,80 c	0,43 c	1,53 ab
		Bt2	0,28 c	0,22 c	1,51 b

⁽¹⁾ Ks = condutividade hidráulica do solo saturada; Ds = densidade do solo,

Letras minúsculas, na coluna, compara médias para o mesmo horizonte do perfil em diferentes orientações, Valores seguidos de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a 5%.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)